

■ Đỗ Hoàng Tiến (Chủ biên)
■ Dương Thanh Phương

GIÁO TRÌNH

kỹ thuật truyền hình



ĐỖ HOÀNG TIẾN, DƯƠNG THANH PHƯƠNG

Giáo trình

KỸ THUẬT TRUYỀN HÌNH

- **Cơ sở kỹ thuật truyền hình**
- **Kỹ thuật truyền hình màu**
- **Truyền hình kỹ thuật số**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2004

MỤC LỤC

PHẦN I	CƠ SỞ KỸ THUẬT TRUYỀN HÌNH	1
Chương 1	ÁNH SÁNG VÀ MÀU SẮC	1
1-1.	Ánh sáng và các tính chất của ánh sáng	1
1.	Ánh sáng và sóng điện từ	1
2.	Nguồn sáng	3
1-2.	Các đại lượng đặc trưng của ánh sáng	5
1.	Quang thông	6
2.	Cường độ sáng	6
3.	Độ chói	7
4.	Độ rọi	8
1-3.	Màu sắc	9
1.	Khái niệm về màu sắc	9
2.	Các thông số đặc trưng cho màu sắc	10
1-4.	Lý thuyết màu	12
1.	Cấu trúc hệ thống thị giác	12
2.	Khả năng thích ứng với màu sắc của hệ thống thị giác	14
3.	Lý thuyết ba màu	15
4.	Phương pháp trộn màu và các định luật cơ bản về trộn màu	18
1-5.	Các phương pháp biểu diễn màu	21
1.	Biểu diễn màu trong không gian RGB	21
2.	Biểu diễn tính màu bằng đường cong hai thứ nguyên	22
3.	Tính toán các thành phần màu cơ bản của các bức xạ phức tạp	24
4.	Độ chói và các mặt phẳng đồng độ chói	26
5.	Đổi sang hệ màu XYZ (hệ ba màu cơ bản tiêu chuẩn)	27
6.	Đồ thị đo màu xy	29
7.	Ứng dụng đồ thị đo màu	30

Chương 2	NGUYÊN LÝ TRUYỀN HÌNH	35
2-1. Mở đầu		35
2-2. Phương pháp phân tích và tổng hợp ảnh		36
1. Nguyên lý quét		36
2. Nguyên lý chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện		40
3. Nguyên lý khôi phục ảnh quang		45
2-3. Dụng cụ biến đổi quang điện		46
1. Giới thiệu		46
2. Những yêu cầu cơ bản của dụng cụ biến đổi quang điện		47
3. Ống vidicon		47
2-4. Sự cảm thụ của mắt và các tham số của ảnh truyền hình		52
1. Độ tương phản và số bậc sáng trong ảnh truyền hình		52
2. Khả năng phân biệt của mắt và độ phân giải của ảnh truyền hình		57
3. Quán tính của thị giác và tần số nhấp nháy của ảnh truyền hình		60
4. Kích thước của màn ảnh truyền hình và méo hình học		62
2-5. Đặc điểm của tín hiệu hình		64
1. Hình dạng tín hiệu hình		64
2. Phổ tín hiệu hình		67
2-6. Các dạng méo ảnh truyền hình đen trắng		71
1. Sự hình thành tín hiệu hình và méo aperture		72
2. Méo ảnh truyền hình do tín hiệu hình bị méo gây ra		73
3. Ảnh hưởng của nhiễu đến chất lượng ảnh truyền hình		76
2-7. Sửa dạng tín hiệu hình		77
1. Sơ đồ khối bộ gia công tín hiệu hình		77
2. Mạch ghim		79
3. Mạch sửa méo không đường thẳng (méo gamma)		84
2-8. Mạch quét trong truyền hình		89
1. Đặc điểm mạch quét dòng		90
2. Đặc điểm mạch quét màn		97
2-9. Tín hiệu đồng bộ		100
1. Khái niệm xung đồng bộ		100
2. Dạng tín hiệu đồng bộ đầy đủ		106
3. Bộ tạo xung đồng bộ		111

2-10. Tín hiệu âm thanh	116	
1. Nguồn gốc âm thanh	116	
2. Các đại lượng vật lý của âm thanh	117	
3. Sự cảm thụ của tai người đối với âm thanh	119	
3. Nguyên lý biến đổi âm thanh thành tín hiệu điện và ngược lại	121	
2-11. Phát sóng tín hiệu truyền hình	121	
1. Kênh truyền hình	121	
2. Đặc điểm của thiết bị phát tín hiệu truyền hình	123	
3. Dải thông và cấu trúc kênh truyền hình	125	
4. Mạng lưới truyền hình và phạm vi hoạt động của máy phát vô tuyến truyền hình	126	
2-12. Đặc điểm máy thu hình đen – trắng	131	
1. Chức năng	131	
2. Sơ đồ khối máy thu hình đen - trắng	131	
3. Các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của máy thu hình	135	
PHẦN II	KỸ THUẬT TRUYỀN HÌNH MÀU	137
Chương 3	NGUYÊN LÝ TRUYỀN HÌNH MÀU	137
3-1. Sơ đồ khối hệ thống truyền hình màu	137	
1. Giới thiệu	137	
2. Màu cơ bản trong truyền hình màu	140	
3. Sơ đồ khối hệ thống truyền hình màu	142	
3-2. Phương pháp phân tích và tổng hợp ảnh màu	143	
1. Phân tích ảnh màu	143	
2. Tổng hợp ảnh màu	147	
3-3. Tín hiệu chói và tín hiệu hiệu màu	149	
1. Tín hiệu chói	149	
2. Tín hiệu hiệu số màu	150	
3-4. Truyền tín hiệu truyền hình màu	155	
1. Tín hiệu thành phần và tín hiệu tổng hợp	155	

2. Ghép phổ tín hiệu mang màu vào phổ tín hiệu chói	155
3. Chống nhiễu gây ra bởi dao động tần số mang phụ	157
4. Các loại méo và can nhiễu trong hệ thống truyền hình màu	159
3-5. Đo kiểm tra tín hiệu truyền hình màu	162
3-6. Đặc điểm máy thu hình màu	164
1. Sơ đồ chức năng của máy thu hình màu	164
2. Ống thu hình màu	169
Chương 4	CÁC HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU
	175
4-1. Hệ truyền hình màu NTSC	175
1. Giới thiệu	175
2. Tín hiệu mang màu cao tần	176
3. Chọn tần số sóng mang phụ	178
4. Phổ tần của các tín hiệu truyền hình màu đầy đủ hệ NTSC	179
5. Tín hiệu đồng bộ màu	179
6. Bộ mã hoá tín hiệu màu hệ NTSC	181
7. Bộ giải mã tín hiệu màu hệ NTSC	182
8. Đặc điểm của hệ thống truyền hình màu hệ NTSC	184
4-2. Hệ truyền hình màu PAL	185
1. Tín hiệu PAL và phương pháp điều chế	185
2. Tần số sóng mang phụ	188
3. Tín hiệu đồng bộ màu	189
4. Phổ tần của các tín hiệu truyền hình màu đầy đủ hệ PAL	191
5. Bộ mã hoá tín hiệu màu hệ PAL	191
6. Bộ giải mã tín hiệu màu PAL	192
4-3. Hệ truyền hình màu SECAM	194
1. Tín hiệu màu và phương pháp điều chế	194
2. Làm méo tần thấp	194
3. Làm méo tần cao	195
4. Tín hiệu đồng bộ màu	196
5. Phổ của tín hiệu màu tổng hợp	197
6. Bộ mã hoá tín hiệu SECAM	197
7. Giải mã tín hiệu SECAM	198

PHẦN III	TRUYỀN HÌNH KỸ THUẬT SỐ	201
Chương 5	SỐ HOÁ TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH	201
5-1. Khái niệm truyền hình số		201
1. Khái quát chung		201
2. Đặc điểm của thiết bị truyền hình số		202
5-2. Biến đổi tín hiệu tương tự - số (A/D)		205
1. Lấy mẫu tín hiệu video		205
2. Lượng tử hoá		210
3. Mã hoá		214
5-3. Biến đổi tín hiệu số – tương tự (D/A)		221
5-4. Tín hiệu video số tổng hợp tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC		223
1. Giới thiệu chung		223
2. Các tham số cơ bản của tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC		223
3. Cấu trúc lấy mẫu		224
4. Thang lượng tử		225
5. Cấu trúc màn hình số		227
5-5. Tín hiệu video số tổng hợp tiêu chuẩn $4f_{sc}$ PAL		228
1. Các tham số cơ bản		228
2. Cấu trúc lấy mẫu		229
3. Thang lượng tử		230
4. Cấu trúc màn hình số		232
5-6. Tín hiệu video số thành phần		233
1. Giới thiệu chung		233
2. Các chuẩn lấy mẫu		234
3. Các tín hiệu mã hoá và tần số lấy mẫu		236
4. Thang lượng tử		237
5. Cấu trúc lấy mẫu		240
5-7. CCİ601 – Tiêu chuẩn truyền hình số cơ bản		243
5-8. Tín hiệu audio số		245
1. Khái quát về audio số		245

2. Biểu diễn tín hiệu	246
3. Đặc điểm bộ biến đổi A/D và D/A	247
4. Mã hoá kênh truyền	247
Chương 6	KỸ THUẬT NÉN VIDEO SỐ
	251
6-1. Khái niệm về kỹ thuật nén video số	251
1. Khái quát chung	251
2. Mô hình nén ảnh	252
3. Dư thừa thông tin trong tín hiệu video	252
4. Sai lệch bình phương trung bình	254
6-2. Lý thuyết thông tin - Entropy	254
6-3. Các phương pháp nén video số	256
1. Nén không mất thông tin	256
2. Nén có mất thông tin	257
6-4. Biến đổi cosin rời rạc	258
6-5. Một số mã dùng trong kỹ thuật nén	262
1. Mã RLC	262
2. Mã Shannon - fano	262
3. Mã Huffman	265
6-6. Kỹ thuật nén trong ảnh	268
1. Nguyên lý nén trong ảnh	268
2. Tiền xử lý	269
3. Lượng tử hoá khối DCT	270
4. Mã hoá entropy	272
5. Bộ nhớ đệm	274
6. Giải mã DCT	275
6-7. Kỹ thuật nén video theo thời gian	275
1. Mô hình	275
2. Kỹ thuật dự đoán bù chuyển động	277
3. Ảnh dự đoán trước (ảnh P)	279
4. Ảnh dự đoán hai chiều (ảnh B)	281

6-8. Giới thiệu một số tiêu chuẩn nén	282
1. Tiêu chuẩn nén JPEG	282
2. Tiêu chuẩn nén MPEG	284
6-9. Tiêu chuẩn nén MPEG-2	292
1. Cấu trúc dòng bit video MPEG-2	292
2. Đặc tính và mức	293
3. MPEG-2 4:2:2 P@ML	295
6-10. Kỹ thuật nén audio	296
1. Phương pháp nén không mất thông tin	296
2. Phương pháp nén có mất thông tin	297
3. Tiêu chuẩn nén audio MPEG-1	298
4. Tiêu chuẩn nén audio MPEG-2	299
Chương 7 TRUYỀN DẪN TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH SỐ	301
7-1. Hệ thống ghép kênh và truyền tải	301
1. Hệ thống truyền tải MPEG-2	301
2. Cấu trúc dòng cơ sở (Elementary Stream – ES)	303
3. Dòng cơ sở đóng gói (Packetized Elementary Stream – PES)	304
4. Ghép kênh dòng chương trình (Program Stream MUX)	306
5. Ghép kênh dòng truyền tải (Transport Stream MUX)	307
7-2. Kỹ thuật điều chế số cơ sở	317
1. M-PSK	317
2. M-QAM	319
7-3. Truyền hình cáp	321
1. Giới thiệu về hệ thống truyền hình cáp	312
2. Sơ đồ khối tổng quát hệ thống truyền hình cáp	323
3. Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp hữu tuyến	324
4. Truyền dẫn tín hiệu trên mạng truyền hình cáp	328
5. Các thông số ảnh hưởng tới mạng truyền hình cáp	330
7-4. Truyền hình số mặt đất	334
1. Sơ đồ khối hệ thống truyền hình số mặt đất	335
	VII

2. Tiêu chuẩn DVB	336
7-6. Truyền hình vệ tinh	352
1. Giới thiệu	352
2. Vệ tinh	353
3. Bảng tần vệ tinh	355
4. Hệ thống vệ tinh	356
5. Truyền tín hiệu truyền hình số qua vệ tinh	359
Các thuật ngữ viết tắt	365
Tài liệu tham khảo	369

PHẦN I

CƠ SỞ KỸ THUẬT TRUYỀN HÌNH

Chương 1

ÁNH SÁNG VÀ MÀU SẮC

1-1. ÁNH SÁNG VÀ CÁC TÍNH CHẤT CỦA ÁNH SÁNG

Trong số các giác quan của con người, mắt là cơ quan quan trọng nhất, cho phép con người nhận biết thế giới quanh ta. Thông tin về hình ảnh mà mắt thu nhận được chứa lượng tin tức rất lớn. Tái tạo lại hình ảnh một cách chính xác như vốn có của nó là một việc không thể thực hiện được.

Tuy nhiên, việc truyền hình ảnh, với cố gắng đạt được một mức chất lượng cao nhất, phụ thuộc vào tính chất của hình ảnh và hệ thống truyền hình ảnh. Vì vậy, để phát triển một hệ thống truyền hình, điều đầu tiên cần xem xét là tính chất của ảnh, hay nói đúng hơn là tính chất của cảnh vật. Phần này sẽ trình bày về ánh sáng và các tính chất của nó cũng như các đặc tính của màu sắc và khả năng cảm nhận màu sắc của con người. Nắm vững được kiến thức về ánh sáng và màu sắc cho phép sinh viên có khả năng nắm bắt được các kiến thức cơ bản nhất của hình ảnh và truyền hình ảnh, đối tượng của môn học truyền hình.

1. Ánh sáng và sóng điện từ

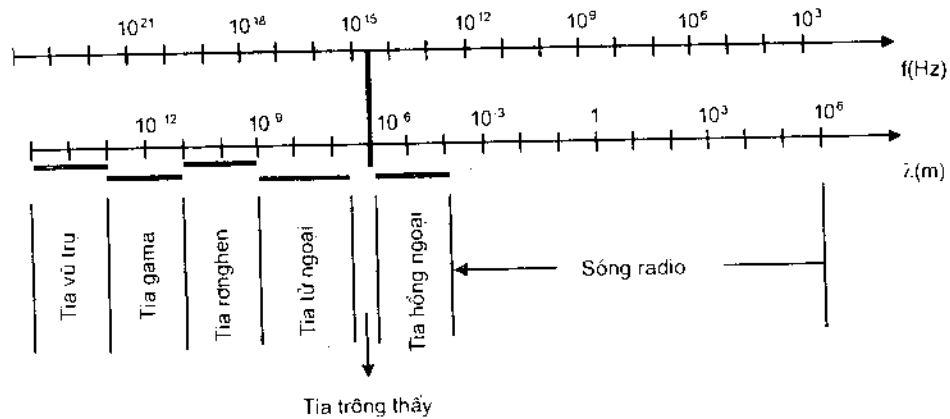
a) Sóng điện từ

Sóng điện từ do các vật thể trong thiên nhiên bức xạ có dải tần phổ rất rộng: từ hàng chục Hz (bước sóng dài hàng vạn ki lô mét) đến 10^{20} Hz (bước sóng 10^{-12} mét), hình 1-1.

Trong dải tần phổ rộng đó, có một khoảng hẹp, ứng với một khoảng bước sóng nhất định, từ $0,380 \mu\text{m}$ đến $0,780 \mu\text{m}^1$, là những dao động điện từ mà mắt ta có thể cảm nhận được, đó là ánh sáng². Dải sóng ngắn hơn sóng ánh sáng là tia tử ngoại rồi tia rơnghen v.v... Dải sóng dài hơn sóng ánh sáng là tia hồng ngoại, dài hơn nữa là sóng radio, sóng âm

¹ μm - micro mét, $1\mu\text{m}$ bằng 10^{-6} mét

thành. Các loại sóng này cũng mang những thông tin quan trọng về các vật thể và quá trình xảy ra quanh ta, nhưng mắt người không thể cảm nhận trực tiếp mà phải nhờ các dụng cụ cần thiết khác nhau để biến đổi ảnh không nhìn thấy thành ảnh nhìn thấy.



Hình 1-1. Phổ tần của dao động điện từ.

Quan hệ giữa bước sóng λ và tần số f của cùng một bức xạ là:

$$\lambda(m) = \frac{C(m/s)}{f(Hz)}; \quad (1-1)$$

trong đó: bước sóng λ tính bằng mét (m); tần số f tính bằng héc (Hz); tốc độ sóng điện từ lan truyền trong chân không $C = 300.000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Biểu thức (1-1) còn có thể viết thành:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f(Hz)} \quad (1-2)$$

Sóng điện từ bức xạ một cách gián đoạn vào không gian, gọi là bức xạ hạt. Các hạt mà sóng điện từ bức xạ ra gọi là các hạt photon. Số hạt photon bức xạ trong một giây rất lớn, do đó mắt ta không có khả năng phân biệt từng hạt, mà thu nhận như một quá trình liên tục. Năng lượng của photon phụ thuộc vào tần số của dao động điện từ. Tần số càng cao, năng lượng càng lớn. Quan hệ giữa năng lượng của photon và tần số dao động của sóng điện từ được diễn đạt bằng biểu thức:

$$\varepsilon = h\nu, \quad (1-3)$$

trong đó: ε - năng lượng photon;

$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.Hz}^{-1}$ là hằng số Planck;

ν - tần số của dao động điện từ.

² Theo quy định của ủy ban chiếu sáng Quốc tế, thì dải sóng ánh sáng chiếu khoảng từ 0,380 μm đến 0,780 μm nhưng trong thực tế sử dụng, nhiều tài liệu chỉ sử dụng dải sóng (0,400 ÷ 0,700) μm .

b) Ánh sáng

Ánh sáng là dao động điện từ có bước sóng nằm trong khoảng $0,380\text{ }\mu\text{m}$ đến $0,780\text{ }\mu\text{m}$. Ánh sáng thường chia thành ánh sáng đơn sắc và ánh sáng phức hợp.

Ánh sáng đơn sắc là sóng điện từ chỉ chứa một bước sóng xác định. Song thực tế có thể xem như bức xạ có dải tần rất hẹp là ánh sáng đơn sắc, laser có thể xem là một ví dụ về nguồn bức xạ ánh sáng đơn sắc nhân tạo.

Ánh sáng phức hợp là tập hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc, nó được đặc trưng bằng sự phân bố năng lượng theo tần số, nghĩa là bằng đặc tính phổ của nó. Trong thiên nhiên thường gặp loại ánh sáng này. Một dạng đặc biệt của ánh sáng phức hợp là ánh sáng trắng đẳng năng. Ánh sáng mặt trời lúc ban trưa của những ngày bầu trời ít mây có thể xem là ánh sáng trắng đẳng năng.

2. Nguồn sáng

Nguồn tạo ra ánh sáng gọi là nguồn sáng. Những vật thể tự nó có khả năng phát ra ánh sáng gọi là nguồn sáng sơ cấp (hoặc nguồn phát sáng), như mặt trời, đèn điện, đèn dầu v.v...; còn những vật có thể phản xạ ánh sáng rọi từ nguồn sáng sơ cấp, hoặc những vật thể cho ánh sáng xuyên qua gọi là nguồn sáng thứ cấp. Phần lớn các vật thể xung quanh ta là những vật thể phản xạ hoặc cho thông qua ánh sáng rọi lên nó.

a) Vật bức xạ ánh sáng

Một nguồn sáng có phổ khá rộng, choán hết cả dải phổ trông thấy và năng lượng phân bố đều trong dải đó, tác dụng lên mắt ta, ta sẽ cảm thấy màu trắng. Như vậy ánh sáng trắng phải có phổ liên tục, chứa hết cả dải phổ trông thấy và năng lượng phân bố đều trong dải đó.

Các nguồn sáng có phổ hẹp, hoặc có năng lượng phân bố không đều, sẽ cho ta ánh sáng màu. Mặt trời, đèn điện, đèn dầu v.v... là những nguồn phát sáng ta gặp hàng ngày. Ánh sáng mặt trời buổi trưa là ánh sáng trắng. Ánh sáng đèn điện không phải là ánh sáng trắng; năng lượng phân bố không đều, màu đỏ có năng lượng phân bố nhiều hơn, do đó ta thấy ánh sáng đèn điện có pha màu đỏ. Ánh sáng đèn nêông gần giống ánh sáng ban ngày.

Mọi vật rắn khi nung nóng đều bức xạ năng lượng. Nhiệt độ nung nóng thay đổi, phổ phân bố năng lượng (đường biểu diễn năng lượng bức xạ theo bước sóng) của nó cũng thay đổi. Khi nhiệt độ nung tăng dần thì từ bức xạ nhiệt không nhìn thấy sẽ đến bức xạ đỏ, sang dần da cam, rồi vàng v.v... Bức xạ của vật rắn được nung nóng là bức xạ phức tạp, phổ của bức xạ đó liên tục. Khi nhiệt độ nung rất cao thì ánh sáng phát ra là màu trắng, tổng hợp của vô số bức xạ đơn sắc có năng lượng gần đồng đều nhau.

Sự bức xạ quang khi nung nóng không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của vật mà còn phụ thuộc vào tính chất vật lý của nó. Vật hấp thụ càng nhiều năng lượng khi bức xạ chiếu tới, thì bức xạ càng nhiều năng lượng khi nó được nung nóng.

Vật đen có khả năng hấp thụ năng lượng cao nhất. Vật có khả năng hấp thụ toàn bộ năng lượng bức xạ quang chiếu lên nó gọi là vật đen lý tưởng.

b) Vật phản xạ ánh sáng

Ta thấy và phân biệt được mọi vật ở xung quanh ta, phân biệt được các chi tiết và màu sắc của vật là nhờ tính chất phản xạ ánh sáng của vật đó.

Nếu vật phản xạ đều mọi tia sáng có bước sóng trong dải phổ trông thấy, thì vật đó có màu trắng. Nếu vật chỉ phản xạ một số thành phần nào đó trong dải phổ trông thấy và hấp thụ những thành phần khác, thì ta thấy vật đó có màu sắc. Khi chiếu ánh sáng màu lên vật phản xạ mọi sóng, ta thấy vật có màu giống màu của ánh sáng chiếu lên nó. Như vậy màu sắc của vật không chỉ phụ thuộc vào tính chất phản xạ ánh sáng của vật đó, mà còn phụ thuộc vào nguồn chiếu sáng. Khi phổ phân bố năng lượng của nguồn chiếu sáng thay đổi, màu sắc của vật được chiếu sáng cũng thay đổi theo. Do đó, muốn đánh giá màu sắc của một vật cần phải biết phổ phân bố năng lượng của nguồn chiếu sáng.

Ngoài ra, mức độ phản xạ ánh sáng đơn sắc của các vật cũng khác nhau. Người ta dùng hệ số phản xạ để đánh giá tính chất phản xạ của vật. Hệ số phản xạ đơn sắc $p(\lambda)$ còn gọi là hệ số phản xạ phổ, xác định mức độ phản xạ ánh sáng của vật đối với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ nào đó:

$$p(\lambda) = \frac{P(\lambda)}{P_0(\lambda)}; \quad (1-4)$$

trong đó: $p(\lambda)$ - hệ số phản xạ của vật đối với bước sóng λ ;

$P_0(\lambda)$ - năng lượng của nguồn sáng có bước sóng λ rọi lên vật phản xạ;

$P(\lambda)$ - năng lượng của nguồn sáng có bước sóng λ phản xạ từ vật đến bộ phận thu nhận ánh sáng³.

Đối với toàn bộ dải phổ trông thấy, thì tính chất phản xạ của vật thể được đánh giá bằng hệ số phản xạ tích phân.

$$P = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) p(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P_0(\lambda) p(\lambda) d\lambda}; \quad (1-5)$$

³ Bộ phận thu nhận ánh sáng có thể là mắt ta hoặc ống phát.

trong đó: ρ_{λ_i} - đặc tuyến phổ của bộ phận thu nhận ánh sáng;

λ_1, λ_2 - các bước sóng giới hạn của dải phổ trông thấy.

c) Vật trong suốt

Khi ánh sáng chiếu lên vật trong suốt thì một phần năng lượng xuyên qua vật, một phần bị phản xạ và một phần bị hấp thụ. Phần năng lượng bị hấp thụ thường rất nhỏ, chiếm khoảng (1÷2)%, còn phần năng lượng phản xạ thường rất lớn.

Độ trong suốt của vật có thể khác nhau đối với các bước sóng khác nhau: trong suốt đối với khoảng sóng này - nhưng không trong suốt đối với khoảng sóng khác; nghĩa là vật có tính chọn lọc ánh sáng. Trong truyền hình, người ta lợi dụng tính chất trong suốt không đồng đều này để chế tạo ra các bộ lọc ánh sáng.

Để đánh giá độ trong suốt của vật đối với bước sóng λ nào đó, người ta dùng hệ số trong suốt của vật:

$$\tau(\lambda) = \frac{P(\lambda)}{P_0(\lambda)} \quad (1-6)$$

và đối với cả dải phổ thì hệ số trong suốt τ được xác định:

$$\tau = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \rho(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P_0(\lambda) \rho(\lambda) d\lambda}; \quad (1-7)$$

trong đó: $P(\lambda)$ - phần năng lượng xuyên qua vật; $P_0(\lambda)$ - năng lượng bức xạ rơi lên vật.

Ánh sáng nói riêng và các bức xạ điện từ nói chung đều tuân theo các định luật cơ bản. Đó là các định luật về sự truyền thẳng của ánh sáng, định luật phản xạ, định luật khúc xạ v.v...

Các định luật cơ bản của ánh sáng là nền tảng cho các nghiên cứu về ánh sáng và sự truyền ánh sáng, các thành quả của các nghiên cứu đó cho phép đạt được hệ thống xử lý tín hiệu hình ảnh một cách tối nhất phục vụ cho công nghiệp và cuộc sống con người.

1-2. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA ÁNH SÁNG

Bức xạ ánh sáng chỉ mang một phần năng lượng của bức xạ điện từ trong một phạm vi dải phổ giới hạn. Để xác định tính chất của ánh sáng về mặt vật lý, người ta sử dụng các đại lượng đặc trưng cho ánh sáng, đó là: quang thông F , cường độ sáng I , độ chói L , độ rọi E v.v...

1. Quang thông

Năng lượng bức xạ của một vật được xác định bằng công suất bức xạ và được đo bằng Oát. Phần năng lượng bức xạ trong dải phổ ánh sáng, tức là phần năng lượng bức xạ trông thấy được gọi là quang thông. Nói cách khác: quang thông là đại lượng biểu thị phần công suất của bức xạ quang có tác dụng với mắt người qua một tiết diện nào đó.

Quang thông của một nguồn bức xạ được xác định bằng biểu thức:

$$F_q = \Delta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V(\lambda) dP = \Delta \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} V(\lambda) P(\lambda) d\lambda; \quad (1-8)$$

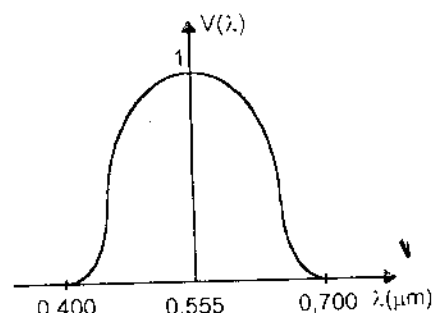
trong đó: F_q - quang thông; Δ - hệ số tỉ lệ;

$P(\lambda)$ - phổ phân bố năng lượng của nguồn bức xạ ánh sáng;

$V(\lambda)$ - đặc tuyến phổ của mắt hay độ nhạy phổ của mắt. Độ nhạy phổ tương đối của mắt có dạng như hình 1-2.

Vì độ nhạy của mắt không đồng đều với các bước sóng khác nhau của ánh sáng, nên khi tính trị số quang thông của nguồn sáng phải xét đến đặc điểm này của mắt (các chùm tia có công suất như nhau lại tạo ra quang thông khác nhau).

Đơn vị đo quang thông là lumen, viết tắt là lm. Nếu quang thông tính bằng W, thì hệ số Δ ở biểu thức (1-8) bằng 1; Nếu quang thông tính bằng lumen, thì $\Delta = 683 \text{ (lm/w)}$.



Hình 1-2. Đặc tuyến phổ của mắt.

Như vậy, nếu là bức xạ đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,555 \mu\text{m}$ với công suất bức xạ $P(\lambda) = 1 \text{ W}$, thì quang thông bằng 1 W, hoặc 683 lm vì $V(\lambda) = 1$.

Đối với các bức xạ đơn sắc có bước sóng khác, nếu công suất bức xạ bằng 1 W, thì quang thông nhỏ hơn 1 W hoặc nhỏ hơn 683 lm, vì $V(\lambda) < 1$ (xem hình 1-2).

2. Cường độ sáng

Cường độ sáng của một nguồn sáng là quang thông của nguồn sáng đó bức xạ theo phương đã định, trong một đơn vị góc khối. Nó đặc trưng cho mật độ không gian của quang thông. Nếu quang thông dF_q bức xạ đều trong góc khối $d\omega$, thì cường độ sáng được tính bằng biểu thức:

$$I_q = \frac{dF_q}{d\omega} \quad (1-9)$$

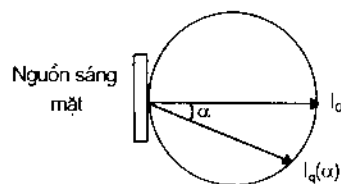
Đơn vị đo cường độ sáng là candela hay còn gọi là nến⁴.

Ở đây, quang thông tính bằng lumen, góc khối tính bằng steradian⁵, cường độ sáng tính bằng candela.

Với một nguồn sáng điểm có quang thông phân bố đều theo mọi hướng, thì cường độ sáng bằng:

$$I_q = \frac{F_q}{4\pi} \quad (1-10)$$

Nếu là nguồn sáng mặt, thì cường độ sáng bức xạ về các hướng sẽ khác nhau. Đối với phần lớn các mặt bức xạ, sự phân bố cường độ sáng trong không gian được xác định theo định luật Lambert. Theo định luật này, thì cường độ sáng theo một hướng quan sát nào đó bằng cường độ sáng I_0 theo hướng vuông góc với nguồn sáng mặt (hình 1-3) nhân với cosin của góc làm thành giữa hướng vuông góc của nguồn sáng mặt với hướng quan sát.



Hình 1-3. Sự phân bố cường độ sáng của nguồn sáng mặt.

$$I_q(\alpha) = I_0 \cos \alpha; \quad (1-11)$$

với:

$$I_0 = \frac{F_q}{\pi};$$

trong đó: F_q - quang thông của nguồn sáng mặt; I_0 - cường độ sáng theo hướng vuông góc với nguồn sáng mặt; $I_q(\alpha)$ - cường độ sáng theo hướng quan sát; α - góc làm thành giữa hướng quan sát và hướng vuông góc với nguồn sáng mặt.

3. Độ chói

Độ chói là đại lượng chỉ mức độ sáng của vật bức xạ ánh sáng, phản xạ ánh sáng hoặc cho ánh sáng đi qua. Trong đo lường quang học, độ chói chỉ được dùng đối với các vật có kích thước hữu hạn, không dùng với nguồn sáng điểm.

Độ chói của một nguồn sáng mặt được xác định bằng cường độ sáng theo hướng quan sát bức xạ từ một diện tích của nguồn sáng mặt mà hình chiếu của diện tích đó trên

⁴ Theo tiêu chuẩn đo lường của nước Việt Nam thì đơn vị cường độ sáng là candela. Candela, chữ la tinh có nghĩa là nến. Hội nghị quốc tế về đo lường năm 1948 đã quy định "nến mới" gọi là candela. Theo quy định này, 1 candela (nến mới) bằng 0,995 nến cũ (nến cũ là cây nến được làm từ mỡ cá mập). Candela là cường độ sáng đo theo phương vuông góc với nguồn sáng có diện tích $1/600.000 \text{ m}^2$ bức xạ như vật phản xạ toàn phần ở nhiệt độ đông đặc của flatin (204°K) dưới áp suất 101.325 N/m^2 .

⁵ Steradian là một góc khối mà đỉnh của nó ở tâm hình cầu và cắt mặt hình cầu một diện tích bằng bình phương bán kính R của hình cầu. Vì diện tích mặt cầu $S = 4\pi R^2$ nên góc khối toàn phần bằng 4π steradian.

mặt phẳng vuông góc với hướng quan sát có trị số bằng 1 đơn vị diện tích. Độ chói của nguồn sáng mặt S được tính bằng:

$$L = \frac{I_q}{S \cos \alpha}; \quad (1-12)$$

trong đó: L - độ chói; I_q - cường độ sáng theo hướng quan sát;

α - góc làm thành giữa hướng quan sát và hướng vuông góc với nguồn sáng mặt;

$S \cos \alpha$ - hình chiếu của nguồn sáng mặt S trên mặt phẳng vuông góc và hướng quan sát.

Nếu cường độ sáng phân bố theo định luật Lambert, từ biểu thức (1-10) và (1-11) ta có:

$$L = \frac{I_0 \cos \alpha}{S \cos \alpha} = \frac{I_0}{S} \quad (1-13)$$

Từ (1-13) có thể thấy rằng: nếu nguồn sáng bức xạ x_a theo định luật Lambert thì độ chói không thay đổi theo hướng quan sát.

Đơn vị để đo độ chói là nit. Nit là độ chói của một nguồn sáng mặt có diện tích bằng 1 mét vuông, cường độ sáng là 1 candela đo theo hướng vuông góc với bề mặt nguồn sáng.

Ngoài ra, còn dùng đơn vị stinb (Sb). Stinb là độ chói của nguồn sáng có cường độ theo hướng vuông góc bằng 1 candela, bức xạ từ mặt sáng có diện tích bằng 1 cm².

4. Độ rọi

Đối với những vật thể không bức xạ ánh sáng mà được chiếu sáng, thì đánh giá mức độ sáng bằng độ rọi.

Độ rọi trên một mặt thoáng nào đó được xác định bằng tỉ số quang thông rọi lên một đơn vị diện tích của mặt thoáng đó.

$$E_q = \frac{F_q}{S}; \quad (1-14)$$

trong đó: E_q - độ rọi; F_q - quang thông rọi lên mặt được rọi; S - diện tích của mặt được rọi.

Một nguồn sáng điểm có cường độ sáng I_q , ở cách xa mặt được rọi một khoảng r , thì quang thông dF của nguồn sáng tới hạn trong góc khối $d\omega$ rọi lên diện tích dS sẽ là:

$$dF_q = I_q d\omega \quad (1-15)$$

Vì $dS = d\omega \cdot r^2$ nên ta có:

$$E_q = \frac{dF_q}{dS} = \frac{dF_q}{d\omega} \cdot \frac{1}{r^2} = \frac{I_q}{r^2} \quad (1-16)$$

Nếu dS không vuông góc với hướng rọi, mà đường vuông góc của mặt được rọi dS làm thành với hướng rọi một góc θ , thì độ rọi được xác định bằng:

$$E_q = \frac{I_q \cos \alpha}{r^2} \quad (1-16)$$

Như vậy, độ rọi trên mặt thoáng tỉ lệ thuận với cường độ sáng của nguồn sáng và tỉ lệ nghịch với bình phương của khoảng cách.

Đơn vị tính độ rọi là lux, viết tắt là lx. Nếu quang thông là một lumen rọi đều theo hướng vuông góc lên một mặt có diện tích 1 m^2 , thì độ rọi là 1 lux. Vậy độ rọi là quang thông của nguồn sáng bức xạ rọi lên một đơn vị diện tích bề mặt. Bảng 1-1 giới thiệu độ rọi của một số trường hợp thường gặp.

Bảng 1-1. Độ rọi của một số trường hợp thường gặp

Điều kiện rọi	Độ rọi (lx)
Độ rọi của bầu trời ban đêm không trăng	0,001
Độ rọi ban đêm khi trăng tròn	0,2
Độ rọi cần thiết để đọc sách	20 + 30
Độ rọi trong phòng ngày hè	100
Độ rọi ngoài trời khi có mây	1000
Độ rọi dưới ánh sáng mặt trời	100.000

1-3. MÀU SẮC

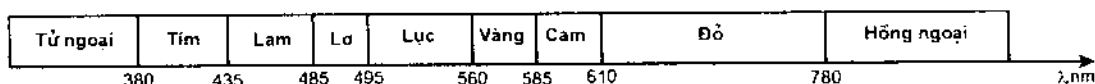
1. Khái niệm về màu sắc

Năm 1666, nhà bác học Ixác Niuton đã làm thực nghiệm sau: Cho một chùm tia ánh sáng mặt trời xuyên qua lăng kính thủy tinh, dùng một màn trắng chắn chùm sáng đã qua lăng kính ông nhận được một dải màu theo thứ tự: đỏ, cam, vàng, lục, lơ, lam, tím. Dải màu đó được gọi là phổ màu. Phổ màu của ánh sáng là phổ liên tục, từ màu này chuyển dần qua màu khác, không có ranh giới rõ ràng. Tuy nhiên mỗi màu chiếm một khoảng phổ nhất định (hình 1-4).

Từ thực nghiệm này thấy rằng, ánh sáng có bước sóng khác nhau tác dụng lên mắt ta, ta sẽ cảm thấy các màu sắc khác nhau.

Vậy màu sắc là một thuộc tính của dao động điện từ mà mắt người cảm nhận được. Mật độ phân bố năng lượng của nguồn bức xạ ánh sáng và tính chất thị giác màu

của mắt đều ảnh hưởng tới màu sắc cảm thụ được. Nói cách khác màu sắc cảm thụ được quyết định bởi hai yếu tố: vật lý và sinh lý.



Hình 1-4. Bước sóng của các màu trong phổ màu.

Khi quan sát những vật thể tự phát ra ánh sáng thì màu sắc cảm thụ được quyết định bởi phổ phân bố năng lượng bức xạ của nó; còn khi quan sát những vật thể phản xạ hoặc cho thông qua ánh sáng, thì màu sắc của vật mà chúng ta cảm nhận được phụ thuộc vào:

- Phổ phân bố năng lượng của nguồn sáng sơ cấp rơi lên vật đó.
- Tính chất phản xạ hoặc thông qua ánh sáng của vật đó.

Nếu vật thể chỉ phản xạ (hoặc cho thông qua) một số thành phần nào đó của phổ ánh sáng rơi lên nó và hấp thụ các thành phần phổ còn lại, thì không những quang thông phản xạ (hoặc thông qua) khác quang thông rơi lên nó, mà sự phân bố phổ năng lượng của chúng cũng khác nhau. Vậy chính ánh sáng phản xạ từ vật quan sát (hoặc sau khi thông qua vật quan sát) tạo cho chúng ta cảm giác về màu sắc của vật phản xạ hoặc thông qua ánh sáng.

Nếu chỉ thay đổi quang thông của nguồn sáng sơ cấp rơi lên vật quan sát, thì chỉ quang thông phản xạ (hoặc thông qua) thay đổi, chứ phổ phân bố năng lượng của ánh sáng phản xạ (hoặc thông qua) không thay đổi, do đó màu sắc của vật quan sát mà chúng ta cảm nhận được không thay đổi.

Ngược lại, nếu dùng các nguồn sáng sơ cấp có phổ phân bố năng lượng khác nhau rơi lên cùng một vật quan sát, thì màu sắc của vật thể mà chúng ta cảm nhận được sẽ khác nhau.

2. Các thông số đặc trưng cho màu sắc

Như trên đã trình bày, màu sắc chúng ta cảm nhận được vừa có yếu tố vật lý (có tính khách quan), vừa có yếu tố sinh lý (có tính chủ quan). Nếu chỉ xét tới tính khách quan, các thông số đặc trưng cho màu sắc là: độ chói L , bước sóng trội λ_t , và độ sạch màu s (còn gọi là độ tinh khiết). Còn khi xét cả về mặt chủ quan nữa thì các thông số tương ứng đặc trưng cho màu sắc là: độ sáng B , màu sắc và độ bão hoà màu. Tổng hợp sắc màu và độ bão hoà màu gọi là tính màu (chromaticity).

Giữa các đại lượng chủ quan và khách quan tương ứng có mối liên hệ mật thiết, nhưng nói chung cho đến nay chưa tìm được các biểu thức toán học để biểu thị một cách chính xác các mối liên hệ này.

a) Độ chói (luminance)

Độ chói và độ sáng là các thông số khách quan và chủ quan chỉ số mức độ sáng của màu sắc. Trong trường hợp chỉ thay đổi quang thông của nguồn sáng sơ cấp rơi lên vật quan sát thì độ chói và độ sáng của vật thay đổi.

Định luật Vebe-Fecne xác định mối liên hệ giữa độ chói và độ sáng:

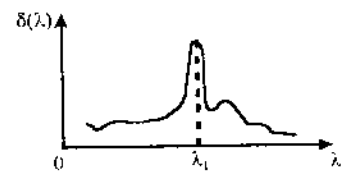
$$B = k \ln L_v + C; \quad (1-18)$$

trong đó: B - độ sáng;

k và C - các hằng số tỉ lệ.

b) Sắc màu (chrominance)

Sắc màu là thông số chủ quan chỉ tính chất của màu. Chẳng hạn khi chúng ta nói: màu đỏ, màu vàng, màu lam v.v... là chỉ sắc của màu. Sắc màu phụ thuộc vào bước sóng trội trong phổ phân bố năng lượng của bức xạ ánh sáng.



Hình 1-5. Bước sóng trội.

Bước sóng trội λ_t của một màu nào đó là bước sóng của ánh sáng đơn sắc mà trộn nó với ánh sáng trắng theo tỉ lệ xác định sẽ có cùng sắc màu với màu đó. Chẳng hạn, có một nguồn sáng mà phổ phân bố năng lượng của nó được biểu diễn trên hình 1-5 thì bước sóng trội của nó là λ_t .

Với ánh sáng đơn sắc, thì bước sóng trội của nó chính là bước sóng của dao động điện từ, và sắc màu chúng ta cảm nhận được, được gọi là màu quang phổ.

c) Độ bão hoà màu (saturation)

Độ bão hoà màu cũng là một thông số chủ quan, chỉ mức độ đậm nhạt của màu.

Ví dụ: màu đỏ thắm, đỏ chói, đỏ tươi, màu hồng nhạt v.v... đều có sắc màu là đỏ, nhưng độ bão hoà màu của chúng khác nhau. Độ bão hoà màu của màu đỏ thắm thấp hơn màu đỏ tươi.

Màu chứa càng nhiều ánh sáng trắng, độ bão hoà màu càng thấp, màu quang phổ có độ bão hoà màu lớn nhất; còn các màu trung hoà (trắng và xám) có độ bão hoà màu nhỏ nhất.

d) Độ sạch màu

Độ sạch màu là thông số khách quan, chỉ hàm lượng tương đối của màu quang phổ chứa trong ánh sáng nào đó, tính theo tỉ lệ phần trăm (%). Nó cho biết quang thông của ánh sáng trắng lẫn trong quang thông của nguồn ánh sáng đó.

Quang thông F của một nguồn sáng (tức màu sắc) nào đó bằng quang thông của màu quang phổ F_d có cùng màu sắc, cộng với quang thông ánh sáng trắng F_t , tức là:

$$F = F_d + F_t \quad (1-19)$$

Độ sạch màu của nguồn sáng đó xác định theo biểu thức:

$$s = \frac{F_d}{F} = \frac{F_d}{F_d + F_t} \quad (1-20)$$

Đối với màu quang phổ, vì $F_t = 0$, nên độ sạch màu $s = 1$ và độ bão hoà màu là 100%. Đối với các màu trung hoà vì $F_d = 0$, nên độ sạch màu và độ bão hoà màu bằng không.

Vậy, với một nguồn sáng có độ sạch màu càng lớn, độ bão hoà màu càng cao thì màu trắng chứa trong đó càng ít. Bước sóng trội và độ sạch màu hoặc sắc màu và độ bão hoà màu là những thông số đặc trưng cho tính chất của màu sắc.

Chúng ta cũng cần lưu ý rằng: các nguồn sáng, tuy tính màu của chúng giống nhau, nhưng có độ chói khác nhau cũng gây cho chúng ta cảm giác khác nhau. Chẳng hạn những nguồn sáng tuy cũng tạo ra màu trắng, nhưng mức độ chói của chúng khác nhau, sẽ gây cho ta cảm giác là trắng toát, xám v.v...

Một điểm nữa cũng đáng chú ý của việc cảm thụ màu là: Một nguồn sáng bất kỳ, dù cho thành phần phổ của chúng phức tạp đến mức nào đi nữa, lúc chỉ xét tới phương diện cảm thụ màu sắc, cũng có khả năng thay thế bằng nguồn sáng đơn sắc thích ứng mà chúng ta không thể nào phân biệt được sự khác nhau về màu sắc giữa chúng. Vì vậy, khi có nhiều nguồn sáng có thành phần phổ khác nhau lại gây ra sự cảm thụ màu giống nhau.

Cũng chính vì vậy mà khi một nguồn bức xạ đơn sắc có bước sóng xác định (chẳng hạn $\lambda = 580 \text{ nm}$) tác động lên mắt, chúng ta cảm nhận được một màu xác định (màu vàng). Nhưng ngược lại, một nguồn sáng có màu xác định (màu vàng chẳng hạn) chưa có nghĩa là bước sóng của nguồn sáng đó đã xác định (chưa thể khẳng định λ là 590 nm).

1-4. LÝ THUYẾT MÀU

1. Cấu trúc hệ thống thị giác

Hệ thống thị giác là cơ quan thu nhận mọi tin tức trông thấy của thế giới bên ngoài như kích thước, hình dạng, màu sắc của các vật trong không gian. Hệ thống thị giác gồm có mắt và hệ thần kinh thị giác.

Mắt là bộ phận bên ngoài của hệ thống thị giác. Mắt có dạng hình cầu, gọi là nhãn cầu, nằm trong hố xương mắt. Nhãn cầu được bao bọc bằng một lớp màng cứng. Phần lớn lớp này là lớp xơ dai và đục gọi là củng mạc; chỉ có phần trước hơi lõm ra là trong suốt, gọi là giác mạc (hình 1-6). Giác mạc cho ánh sáng đi từ ngoài vào mắt.

Bên trong lớp vỏ cứng là màng bồ đào. Phần màng bồ đào nằm dưới củng mạc chứa những mạch máu nuôi nhãn cầu. Phần màng bồ đào nằm sau giác mạc là mống mắt. Mống mắt có hình giống đồng xu, có tác dụng ngăn cách ánh sáng từ bên ngoài vào mắt; chỉ có lỗ giữa là cho ánh sáng xuyên qua gọi là con ngươi. Kích thước con ngươi

luôn luôn thay đổi tùy theo cường độ ánh sáng bên ngoài rọi vào mắt. Khi độ rọi lớn thì con người co lại, hạn chế lượng ánh sáng vào mắt; ngược lại, khi độ rọi bé thì con người giãn ra để cho lượng ánh sáng rọi vào mắt tăng lên. Đặc điểm này gọi là khả năng (tính) thích nghi của mắt. Mống mắt có màu tùy thuộc từng chủng tộc. Giữa mống mắt và giác mạc có một khoảng chứa đầy thủy tinh dịch.

Sau mống mắt là thủy tinh thể. Đó là một vật trong suốt, dễ đàn hồi, lồi về hai phía như một thấu kính lồi. Sau thủy tinh thể là một khoảng chiếm phần lớn thể tích của mắt chứa đầy thủy tinh dịch.

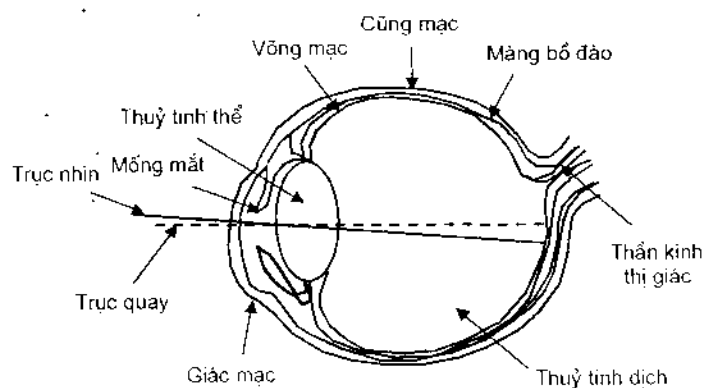
Mắt có tác dụng như một hệ thống quang học có tiêu cự thay đổi được. Khi ta nhìn một vật, các cơ lông mày làm thay đổi độ cong của thủy tinh thể, do đó làm thay đổi tiêu cự của nó sao cho ảnh của vật đang nhìn được chiếu lên đúng võng mạc. Khi nhìn vật ở xa, cơ lông mày căng ra làm giảm độ lồi của thủy tinh thể, tăng tiêu cự của nó. Ngược lại, khi quan sát một vật ở gần, cơ lông mày co lại làm độ lồi của thủy tinh thể tăng lên, tiêu cự giảm. Nhờ vậy mà ảnh của mọi vật ở cách mắt 10 cm đến vô cùng đều được chiếu lên võng mạc. Đặc điểm này gọi là khả năng điều tiết của mắt.

Võng mạc là lớp nhạy cảm với ánh sáng chiếm gần hết mặt phía trong của nhãn

cầu. Trong võng mạc, người ta quan sát thấy hai loại tế bào nhạy cảm đối với ánh sáng, đó là tế bào hình trụ và tế bào hình chóp. Tế bào hình trụ có tiết diện cắt ngang hầu như tròn và có đường kính hầu như không đổi dọc theo chiều dài của nó tương tự như chiếc đũa. Tế bào hình chóp ngắn hơn nhưng to hơn tế bào hình trụ.

Tế bào hình trụ nhạy cảm đối với độ chói hơn tế bào hình chóp. Ở điều kiện ánh sáng yếu chỉ có tế bào hình trụ có tác dụng, các tế bào hình chóp không có tác dụng; tế bào hình chóp chỉ nhạy cảm đối với ánh sáng mạnh và phân biệt được màu sắc. Do đó, các tế bào hình chóp chỉ làm việc trong điều kiện ánh sáng ban ngày, còn tế bào hình trụ làm việc được trong cả điều kiện ánh sáng ban đêm.

Tế bào hình trụ và hình chóp sắp xếp song song với nhau, giống như bó đũa và song song với chiều ánh sáng tới. Các tế bào hình chóp tập trung nhiều ở vùng trung tâm của võng mạc. Ở vùng trung tâm, ứng với góc nhìn khoảng 1° chỉ có tế bào hình chóp, không có tế bào hình trụ và mật độ các tế bào hình chóp rất lớn, gọi là vùng gai thị.



Hình 1-6. Cấu trúc của hệ thống thị giác.

Càng xa trung tâm, mật độ các tế bào hình chóp giảm dần; ngược lại, mật độ các tế bào hình trụ tăng dần và đạt đến trị số cực đại ở vùng có bán kính (5÷6) mm, sau đó lại giảm dần đến cực tiểu.

Vì các tế bào hình chóp tập trung nhiều ở vùng trung tâm, nên thị lực ở vùng trung tâm là lớn nhất. Do đó, muốn nhìn một vật cho rõ, phải quay mặt về hướng đó, sao cho ảnh của vật rơi lên vùng trung tâm võng mạc.

Ở phía sau nhãn cầu có một lỗ, qua đó các dây thần kinh thị giác thoát ra ngoài. Ở khu vực đó không có các tế bào nhạy cảm đối với ánh sáng, nên gọi là điểm mù.

Khi ánh sáng kích thích lên võng mạc, gây ra các xung dòng điện ở các tế bào nhạy cảm đối với ánh sáng. Các xung này có biên độ không đổi, nhưng tần số lặp lại của xung truyền theo các dây thần kinh thị giác, qua các tế bào trung gian đến não. Trước khi đến não, các tín hiệu được gia công và mã hoá ở các khâu trung gian. Gia công và mã hoá như thế nào, hiện nay chưa được giải thích đầy đủ. Nhưng có thể coi thị giác như một hệ thống truyền tin phức tạp.

2. Khả năng thích ứng với màu sắc của hệ thống thị giác

Mắt người có khả năng thích ứng với độ chói và thích ứng với màu sắc. Sự thích ứng với độ chói biểu hiện ở sự giảm độ nhạy của mắt khi nó thường xuyên chịu tác động của độ chói lớn và ngược lại. Sự thích ứng với màu sắc biểu hiện ở sự giảm độ nhạy của mắt đối với màu đang được rơi vào mắt hay sự tăng độ nhạy đối với màu không được rơi vào mắt. Sự thích ứng như là sự quen dần với một tác động sáng nào đó (về cường độ chói hay màu sắc). Có thể giải thích sự thích ứng xuất hiện do có sự "tê liệt" hoặc "tăng cường" sự hoạt động của một bộ phận cảm quang nào đó (về độ chói hay màu sắc).

Sự thích ứng có quán tính, do đó khi xuất hiện đột ngột một tia sáng có cường độ lớn, thì ban đầu trong mắt xuất hiện cảm giác sáng rất mạnh, sau đó cảm giác sáng giảm bớt đến giá trị thấp hơn. Hoặc ngược lại, khi đột ngột vào chỗ tối, mắt người gần như không thấy gì, sau đó dần dần có thể nhìn thấy được.

Đối với màu sắc, sự thích ứng cũng có quán tính. Nếu chăm chú nhìn một hình màu lục trên nền trắng, sau đó nếu cất nhanh hình màu lục đó để còn lại một nền trắng thuần nhất, thì trong cảm giác của mắt ta còn lại vết hình cũ, nhưng với màu đỏ tím nằm trong nền trắng (màu phụ của màu lục). Nếu ta đeo kính màu vàng trong một thời gian nào đó, sau đó cất nhanh kính vàng đi thì mọi vật như nhuộm màu lam. Các hiện tượng kể trên có thể giải thích bằng sự "tê liệt" kéo dài của các tế bào cảm quang đối với màu đã được chiếu vào mắt.

Sự "tê liệt" hay "tăng cường" hoạt động của một bộ phận tế bào nào đó trong võng mạc gây nên sự "cảm ứng" trong các tế bào cảm quang lân cận, làm cho hoạt động của các tế bào lân cận cùng "tê liệt" hoặc "tăng cường". Ví dụ, đặt những mẫu giấy trắng

nhỏ hoàn toàn giống nhau vào các tờ giấy nền màu khác nhau, thì các mẫu giấy trắng trở lên bị nhuộm màu khác nhau, màu của mẫu giấy trắng là màu phụ của màu nền: trong nền màu đỏ tím thì mẫu giấy thấy như có màu lục, trong nền màu lam thì thấy mẫu giấy có màu vàng v.v... Sở dĩ thấy màu vàng vì các tế bào cảm quang được rọi sáng bởi mẫu giấy nhỏ bị giảm độ nhạy (do cảm ứng) đối với bức xạ màu lam, do đó ánh sáng trắng của mẫu giấy như bị lọc bỏ hoặc làm yếu bức xạ màu lam, tạo nên màu phụ của màu lam, tức chính là màu vàng.

Do có hiện tượng thích ứng đối với màu, nên có thể tạo ra một màu nào đó từ màu phụ của nó. Hiện tượng đó mở ra khả năng thực hiện truyền hình màu bằng cách chỉ truyền hai màu cơ bản thôi. Tuy vậy, cho đến nay vẫn chưa thực hiện được ý đồ đó. Muốn tái tạo lại đủ màu người ta vẫn phải truyền 3 màu cơ bản.

Một hiện tượng sinh ra màu trong cảm giác rất đặc biệt khác đã được khám phá từ lâu đó là: quay một đĩa tròn nửa trắng, nửa đen ranh giới giữa hai nửa là đường kính đi qua tâm quay, trên nửa trắng có các vạch cong màu đen nằm trên những đường tròn đồng tâm khác nhau, các vạch cong đó có độ dài như nhau nhưng điểm bắt đầu khác nhau thì quan sát được các vòng màu khác nhau trong vầng xám. Hiện tượng này là cơ sở để tạo ra ảnh màu từ ảnh đen trắng, tuy nhiên chưa có thể sử dụng trong kỹ thuật truyền hình màu và đến nay vẫn chưa có kết quả giải thích hiện tượng trên.

3. Lý thuyết ba màu

a) Thị giác màu

Nhiều thực nghiệm đã xác định rằng, có thể nhận được gần như tất cả các màu sắc tồn tại trong thiên nhiên bằng cách trộn ba chùm ánh sáng màu đỏ, màu lục và màu lam theo các tỉ lệ xác định. Để giải thích điều này, cho đến nay, nhiều nhà khoa học đã đề ra các thuyết khác nhau về cơ chế cảm thụ màu của mắt người. Trong đó thuyết ba thành phần cảm thụ màu được công nhận rộng rãi hơn cả.

Theo thuyết ba thành phần cảm thụ màu, trên võng mạc tồn tại ba loại phần tử nhạy cảm với ánh sáng là các tế bào hình chóp. Các loại phần tử này có phản ứng khác nhau đối với ánh sáng có bước sóng khác nhau. Do đặc điểm của ba loại tế bào này, nên bất kỳ màu sắc nào cũng có thể tổng hợp được từ ba màu cơ bản. Cho đến nay tuy khoa giải phẫu vẫn chưa xác minh được ba loại tế bào nhạy cảm với ánh sáng có bước sóng khác nhau đó, nhưng quá trình thực nghiệm lại rất phù hợp với lý thuyết này, nên nó vẫn được sử dụng.

Trong thực tế, tuy ánh sáng đồng thời kích thích ba tế bào hình chóp, nhưng tùy theo bước sóng, các dạng tế bào hình chóp được kích thích khác nhau. Sự cảm thụ màu được quyết định bởi mức độ kích thích của các tế bào hình chóp. Giá trị tổng năng lượng kích thích cho cả ba tế bào cho ta cảm giác về độ sáng, còn tỉ lệ giữa chúng tạo ra cảm giác tính màu.

Những chùm tia sáng có tần số khác nhau sẽ gây ra những cảm giác màu khác nhau trong mắt người. Nếu bước sóng chùm tia biến đổi liên tục từ (380÷700) nm thì màu sắc cũng biến đổi liên tục từ màu lam qua màu lục rồi đến màu vàng và cuối cùng là màu đỏ. Giữa các màu kể trên còn có vô số màu trung gian khác.

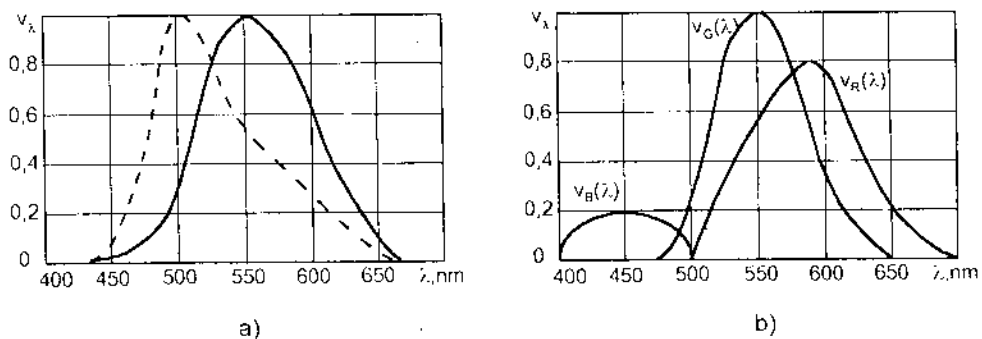
Ví dụ: Giữa màu lam và lục có màu xanh hoà bình, giữa màu đỏ và vàng có màu da cam v.v...

Số lượng màu sắc mà mắt người phân biệt được là 160 loại, ta nói phân biệt được khoảng 160 sắc độ, chúng làm thành quang phổ liên tục. Khi tia sáng hẹp màu trắng chiếu qua một lăng kính thì thu được quang phổ liên tục. Màu trắng là tổng hợp của vô số các màu có trong quang phổ.

Ngoài các màu có trong quang phổ, trong thiên nhiên có màu tím không tương ứng với một bước sóng nào trong dải (380÷780) nm, đó là màu hỗn hợp do màu đỏ và màu lam hợp thành.

Không những các bức xạ đơn sắc có thể tạo ra màu sắc, các bức xạ phức tạp cũng tạo ra màu sắc. Ví dụ, ánh sáng trắng sau khi đi qua bộ lọc để loại bỏ đi màu lam ta có được bức xạ phức tạp gây ra màu vàng khi tác dụng vào mắt (lam-vàng; lục-tím v.v...).

Các thực nghiệm đưa lại kết quả về mối quan hệ về độ nhạy của mắt người với bước sóng ánh sáng kích thích đối với từng loại tế bào hình chóp (hình 1-7b). Giá trị này phù hợp với đặc tuyến phổ của mắt người. Mắt người nhạy cảm nhất với ánh sáng có bước sóng $\lambda = 550$ nm (hình 1-7b). Khi độ chiếu sáng thấp, đặc tuyến độ nhạy $v(\lambda)$ bị dịch về phía trái (λ nhỏ), đỉnh của đặc tuyến dịch đến chỗ $\lambda = 510$ nm. Lúc này chỉ có tế bào cảm quang hình trụ làm việc (đường rời nét trên hình 1-7a).



Hình 1-7. Đặc tuyến phổ độ nhạy của mắt và đặc tuyến phổ độ nhạy của ba tế bào hình chóp.

Các tế bào hình chóp nhạy cảm ứng với 3 màu cơ bản được vẽ trên hình 1-7b. Các đặc tuyến $v_B(\lambda)$, $v_G(\lambda)$, $v_R(\lambda)$ không có ranh giới rõ ràng, có đoạn lại gối lên nhau. Do đó, khi có một bức xạ đơn sắc tác dụng vào mắt, thì không phải chỉ có một loại mà có hai hoặc cả ba loại đồng thời bị kích thích để tạo ra dòng điện tín hiệu, giá trị cường độ tín

hiệu không đều nhau trong các loại tế bào tạo nên các cảm giác màu khác nhau trong thần kinh thị giác.

Nếu một bức xạ phức tạp có phổ liên tục tác dụng vào mắt mà tạo ra trong ba loại tế bào nói trên những dòng điện có tỉ lệ giống y như khi có một bức xạ đơn sắc nào đó tác dụng vào mắt, thì màu của bức xạ đơn sắc đó trùng với màu của bức xạ phức tạp. Ví dụ, ánh sáng trắng đã bị lọc bỏ màu lam là một bức xạ phức tạp, nó gây ra cảm giác màu vàng giống như tác dụng của một bức xạ đơn sắc có bước sóng nhất định ứng với màu vàng trong quang phổ.

Tỉ lệ dòng điện tạo ra trong các loại tế bào quyết định màu sắc mắt ta cảm thụ. Do đó các bức xạ có màu sắc giống nhau chưa chắc là có kết cấu phổ giống nhau.

Từ những hiểu biết trên, chúng ta có thể nói rằng hệ thống thị giác của người có khả năng phân tích màu nhờ sự so sánh dòng điện tín hiệu xuất hiện trong 3 loại tế bào nhạy cảm với 3 loại màu cơ bản.

b) Các màu cơ bản và các màu phụ

Sau khi thuyết ba màu ra đời thì giả thiết là tồn tại một nhóm màu cơ bản. Nhiều nhà thực nghiệm đã làm nhiều thí nghiệm để chứng minh, ngày nay đã rõ ràng là không phải chỉ tồn tại một nhóm màu cơ bản, mà có thể chọn ba màu bất kỳ làm ba màu cơ bản.

Tổ hợp ba màu được xem là ba màu cơ bản khi chúng thoả mãn yêu cầu: ba màu đó độc lập tuyến tính. Nghĩa là, trộn hai màu bất kỳ trong ba màu đó trong điều kiện bất kỳ, theo tỉ lệ bất kỳ đều không thể tạo ra màu thứ ba.

Vấn đề là chọn ba màu nào làm ba màu cơ bản để tổng hợp màu chính xác hơn và được nhiều màu hơn. Nếu màu cơ bản chỉ có các trị số dương, thì số lượng màu tổng hợp được sẽ bị hạn chế. Ngược lại, nếu các màu cơ bản có cả trị số âm thì có thể tổng hợp được mọi màu bất kỳ nào.

Đã có nhiều tổ hợp ba màu được đề nghị sử dụng. Để tiêu chuẩn hoá việc đo màu trên thế giới, dựa vào các kết quả thực nghiệm CIE đã quy định ba màu cơ bản và ngày nay được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp truyền hình, gọi là hệ số màu R, G, B . Ba màu cơ bản đó là:

- Màu đỏ, ký hiệu bằng chữ R (Red), có bước sóng $\lambda_R = 700 \text{ nm}$;
- Màu lục, ký hiệu bằng chữ G (Green), có bước sóng $\lambda_G = 546,8 \text{ nm}$;
- Màu lam, ký hiệu bằng chữ B (Blue), có bước sóng $\lambda_B = 435,8 \text{ nm}$.

Đó là những màu quang phổ. Bước sóng của các màu cơ bản là các vạch phổ có trong phổ bức xạ của hơi thủy ngân.

Mỗi màu cơ bản có một màu phụ tương ứng, mà khi trộn với màu cơ bản của nó sẽ tạo ra màu trắng. Màu phụ của màu đỏ là màu lơ, màu phụ của màu lục là màu mạn chín và màu phụ của màu lam là màu vàng.

4. Phương pháp trộn màu và các định luật cơ bản về trộn màu

a) Phương pháp trộn màu

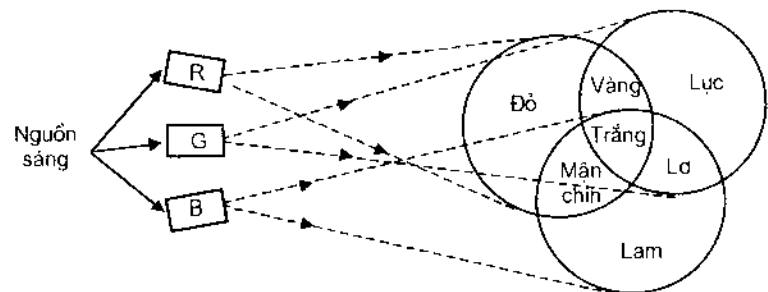
Ngoài khả năng phân tích, hệ thống thần kinh thị giác còn có khả năng tổng hợp màu. Những dòng điện riêng rẽ trong từng tế bào và trong các loại tế bào được tổng hợp lại để thành một cảm giác màu duy nhất, mặc dù các tế bào được kích thích bởi những nguồn bức xạ khác nhau, hoặc các tế bào được kích thích không nằm liền nhau, hoặc các tế bào được kích thích không đồng thời.

Để có được các màu sắc thích hợp có hai phương pháp trộn màu. Đó là phương pháp trừ và phương pháp cộng.

+ Phương pháp trộn quang học:

Phương pháp này dựa trên khả năng tổng hợp màu khi có một số bức xạ màu sắc khác nhau tác dụng đồng thời vào mắt thì tạo ra được một màu mới. Sắc độ của màu mới đó phụ thuộc tỉ lệ công suất của các bức xạ thành phần.

Khả năng tổng hợp màu còn biểu hiện ở hiệu ứng cộng các màu lần lượt xuất hiện. Nếu thời gian xuất hiện của các màu tương đối ngắn thì sự xuất



Hình 1-8. Trộn màu theo phương pháp cộng quang học.

hiện lần lượt các màu sắc có thể tạo ra một màu mới, có sắc độ phụ thuộc cường độ và thời gian xuất hiện các bức xạ thành phần.

Khi đồng thời hoặc lần lượt rọi hai hoặc một số chùm ánh sáng màu đỏ, màu lục, màu lam và có cường độ sáng thay đổi được lên cùng một mặt phẳng phản xạ khuếch tán hoàn toàn, nếu thay đổi cường độ các chùm ánh sáng thì màu sắc trên mặt phẳng sẽ thay đổi, hình 1-8.

Trường hợp lần lượt rọi các chùm ánh sáng đỏ, lục, lam lên màn thì đòi hỏi tần số thay đổi các nguồn rọi sáng cao hơn tần số nhấp nháy tới hạn để không có hiện tượng chớp màu. Màu nhận được phụ thuộc cường độ và thời gian rọi của từng nguồn sáng.

+ Phương pháp trộn không gian:

Khi các màu sắc tác dụng vào mắt mà các tia màu không rơi cùng vào một điểm trong mắt, nếu các điểm được rơi nằm gần nhau thì mắt cũng có thể tổng hợp được các kích thích để tạo thành một màu mới. Đó là hiệu ứng cộng về không gian các màu sắc. Nhờ có hiệu ứng này mà có thể tạo ra ảnh màu phức tạp bằng cách ghép các dòng màu khác nhau hoặc ghép các điểm màu khác nhau.

Đồng thời hoặc lần lượt rơi hai hoặc một số chùm sáng đỏ, lục, lam có dạng điểm hoặc dải có vị trí xen kẽ lên một mặt phẳng không có tính chọn lọc, khi khoảng cách giữa các vị trí này đủ nhỏ hoặc quan sát chúng ở cự ly xa sao cho kích thước góc của chúng nhỏ hơn góc phân biệt của mắt, chúng ta có cảm giác như tập hợp đó cùng một màu. Màu mà mắt người cảm thụ được phụ thuộc vào tỉ lệ diện tích và cường độ sáng của các điểm hoặc dải có màu cơ bản. Nếu trộn không gian lần lượt, sắc màu cảm thụ còn phụ thuộc tỉ lệ thời gian rơi của các chùm ánh sáng cơ bản. Dựa trên cơ sở này người ta chế tạo ra các ống thu màu khác nhau.

+ Phương pháp trừ:

Để tạo thành màu mới, ngoài cách cộng các màu đơn sắc, người ta còn dùng phương pháp lọc cắt bỏ bớt một số màu từ ánh sáng trắng. Cho ánh sáng trắng qua một số môi trường hấp thụ hoặc phản xạ có tính chọn lọc liên tiếp trên đường lan truyền của sóng ta sẽ thu được màu sắc nhất định.

Ánh sáng ban đầu phải là ánh sáng trắng có phổ tần liên tục để có khả năng đảm bảo tạo ra được đúng màu sắc mới sau quá trình hấp thụ. Ví dụ, khi cho ánh sáng mặt trời đi qua tấm kính có khả năng hấp thụ màu lam ta có ánh sáng màu vàng, nếu qua thêm bộ lọc cắt bỏ màu đỏ thì ta có màu lục.

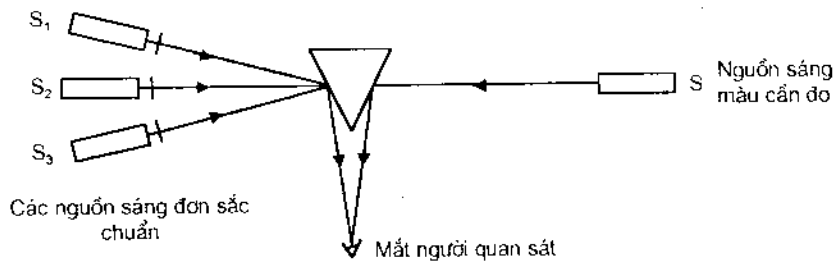
Phương pháp nói trên là phương pháp trừ màu, thường được dùng trong kỹ thuật điện ảnh và phim màu. Đặc điểm của phương pháp trừ là độ chói của màu được tạo ra bao giờ cũng nhỏ hơn độ chói của màu trắng ban đầu.

b) Các định luật cơ bản về trộn màu

+ Phối hợp màu:

Để có thể định lượng và định tính các màu sắc người ta dùng thiết bị so màu như hình 1-9. Cấu trúc của dụng cụ so màu trên hình vẽ là một lăng kính mà hai mặt kề nhau của nó có tính chất phản xạ toàn phần đối với mọi bước sóng trong dải phổ trông thấy.

Các tia sáng đơn sắc chuẩn S_1, S_2, S_3 được chiếu vào một mặt của lăng kính phản xạ toàn phần và được đưa vào mắt người quan sát. Tia sáng màu cần đo S được đưa vào mắt qua mặt kia của lăng kính. Khi chọn các màu chuẩn thích hợp và các hệ số suy giảm thích hợp, các màu chuẩn cộng lại tạo ra được màu hoàn toàn giống như màu cần đo (chỉ về cảm giác còn tần phổ khác nhau).



Hình 1-9. Thiết bị so màu.

Ta có thể viết:

$$S = aS_1 + bS_2 + cS_3; \quad (1-21)$$

trong đó: a, b, c lần lượt là hệ số tỉ lệ với công suất của các bức xạ chuẩn S_1, S_2, S_3 .

Theo quy định của tổ chức quốc tế CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) S_1, S_2 và S_3 được chọn là các bức xạ đơn sắc màu lam, lục, đỏ tương ứng có bước sóng là $\lambda_B = 435,8 \text{ nm}$, $\lambda_G = 546,1 \text{ nm}$, $\lambda_R = 700,0 \text{ nm}$. Các màu đó được gọi là màu cơ bản. Có một số màu sắc không thể tạo nên bằng cách cộng ba màu cơ bản theo phương trình (1-21) mà phải chuyển một màu cơ bản nào đó (ví dụ màu đỏ) sang phía bên màu cần đo, nghĩa là:

$$S + cS_3 = aS_1 + bS_2 \quad (1-22)$$

$$\text{Hay:} \quad S = aS_1 + bS_2 - cS_3 \quad (1-23)$$

$$\text{Tổng quát:} \quad S = B(B) + G(G) + R(R); \quad (1-24)$$

trong đó: R, G, B - hệ số tỉ lệ với công suất các màu cơ bản, thường gọi là các thành phần màu cơ bản của màu S .

+ Các định luật cơ bản về trộn màu:

Tổng kết các kết quả nghiên cứu của các công trình thực nghiệm về trộn ba màu cơ bản, nhà toán học người Đức H. Grassman đã phát biểu ba định luật về trộn màu như sau.

Định luật thứ nhất: "Bất kỳ một màu sắc nào cũng có thể tạo được bằng cách trộn ba màu cơ bản độc lập tuyến tính đối với nhau". Định luật này thu được từ phương trình (1-21).

Khi thay đổi công suất các nguồn bức xạ mà giữ nguyên tỉ lệ công suất giữa các bức xạ chuẩn đó thì màu tạo ra bằng cách trộn sẽ không thay đổi sắc độ, chỉ có sự thay đổi về công suất của màu tổng hợp mà thôi. Vậy tỉ lệ $R:G:B$ quyết định về chất và độ lớn R, G, B quyết định về lượng của màu tổng hợp S . Sự biến đổi liên tục tỉ lệ $R:G:B$ sẽ tạo nên sự biến đổi liên tục sắc độ của bức xạ tổng hợp.

Từ những nhận xét trên, Grassman đưa ra **định luật thứ hai** về trộn màu: "Sự biến đổi liên tục của các bức xạ có thể tạo nên màu khác". Nói cách khác: "Sự biến đổi liên

tục của các hệ số công suất của các màu cơ bản sẽ dẫn đến sự biến đổi liên tục của màu sắc tổng hợp, nó chuyển từ màu này sang màu khác".

Nếu hai màu S_1, S_2 có các thành phần như nhau:

$$S_1 = B_1(B) + G_1(G) + R_1(R) \quad (1-25)$$

$$S_2 = B_2(B) + G_2(G) + R_2(R) \quad (1-26)$$

hai màu đó được trộn lại để thành màu S_3 thì các thành phần của S_3 sẽ là:

$$S_3 = S_1 + S_2 = (R_1 + R_2)(R) + (G_1 + G_2)(G) + (B_1 + B_2)(B) \quad (1-27)$$

Như vậy, các thành phần của màu hỗn hợp bằng tổng các thành phần của màu được cộng. Mắt người được coi có đặc tính đường thẳng, thực hiện được phương pháp xếp chồng để xác định màu sắc hỗn hợp. Đó là kết luận rút ra từ *định luật thứ 3* của Grasman: "Màu sắc tổng hợp của một số bức xạ không phải được xác định bởi đặc tính phổ của các bức xạ được trộn mà được xác định bởi màu sắc thành phần của các bức xạ đó". Nói cách khác: "Để xác định màu sắc của bức xạ tổng hợp, phải xác định được thành phần các màu sắc cơ bản của các bức xạ được trộn".

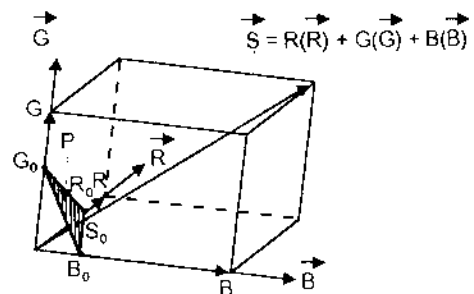
1-5. CÁC PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN MÀU

1. Biểu diễn màu trong không gian RGB

Bởi vì bất cứ màu nào cũng được xác định bằng ba thành phần cơ bản, cho nên có thể biểu thị màu bằng một điểm trong không gian ba chiều (thường gọi là không gian màu) hay bằng 1 vector. Độ dài vector chỉ số lượng của màu (tức độ chói) và phương của vector chỉ tính chất của màu (tức tính màu). Mọi vector trong không gian màu đều xuất phát từ một điểm có độ chói bằng không, tức là điểm biểu diễn màu đen (thường là gốc tọa độ).

Có thể chọn phương vector của ba màu cơ bản ví dụ R, G, B làm trục tọa độ của không gian màu (hình 1-10). Phương của các vector này thay đổi tùy ý, nhưng tiện lợi hơn cả là chọn cho chúng vuông góc với nhau.

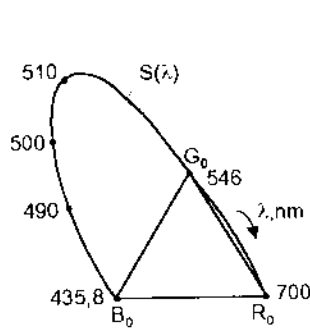
Khi thay đổi đồng thời độ lớn của các thành phần màu cơ bản sao cho tỉ lệ $R:G:B$ giữ không đổi thì phương của vector $\vec{S}$ không đổi, chỉ có modun của $\vec{S}$ thay đổi mà thôi. Như vậy phương của vector $\vec{S}$ biểu thị màu của bức xạ còn modun của vector $\vec{S}$ biểu thị cường độ của bức xạ. Nếu chúng ta cắt hệ thống tọa độ RGB bằng một mặt phẳng P không qua gốc tọa độ như hình 1-11, ta thu được tam giác $R_0G_0B_0$ hợp bởi các giao tuyến của P với các mặt phẳng của tam diện.



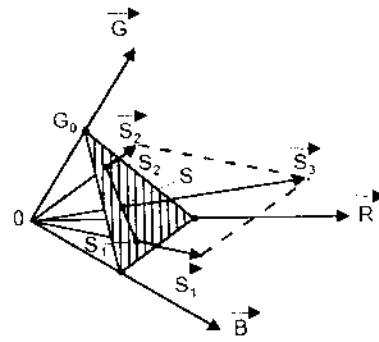
Hình 1-10. Không gian RGB.

Vector $\vec{S}$ xuyên qua tam giác $R_0G_0B_0$ ở S_0 . Vị trí S_0 trên tam giác $R_0G_0B_0$ do phương của vector $\vec{S}$ quyết định. Vậy vị trí S_0 biểu thị sắc độ của màu. Nếu mỗi một màu có trong quang phổ được biểu thị bằng một điểm trên tam giác $R_0G_0B_0$ thì toàn bộ các màu với bước sóng khác nhau có thể biểu thị bằng 1 đường cong $S(\lambda)$ trên mặt phẳng $R_0G_0B_0$ (hình 1-11).

Nếu S_3 là màu tổng hợp của hai màu $S_1(\lambda_1)$ và $S_2(\lambda_2)$ thì vector tổng $\vec{S}_3$ phải nằm trong mặt phẳng hợp bởi hai vector $\vec{S}_1$ và $\vec{S}_2$. Do đó, điểm S_3 biểu thị cho màu tổng hợp phải nằm trên đoạn thẳng nối hai điểm $S_1(\lambda_1)$ và $S_2(\lambda_2)$ biểu thị cho hai màu thành phần (hình 1-12).



Hình 1-11. Tam giác màu $R_0G_0B_0$.



Hình 1-12. Cách xác định màu tổng.

Ánh sáng trắng E là tổng của ba màu cơ bản cũng được biểu thị bằng một điểm trên tam giác $R_0G_0B_0$. Từ những hiểu biết trên, chúng ta thấy rằng có thể biểu thị màu sắc (về sắc độ và độ chói) bằng vector trong không gian ba chiều và riêng về sắc độ thì chỉ cần biểu diễn bằng đường cong trong mặt phẳng có hai chiều mà thôi.

2. Biểu diễn tính màu bằng đường cong hai thứ nguyên

Nếu mặt phẳng P đi qua $R_0 = 1$, $G_0 = 1$, $B_0 = 1$ ta có mặt phẳng Macxwel và đường cong $S(\lambda)$ biểu thị các màu sắc khác nhau trong mặt phẳng đó thoả mãn điều kiện:

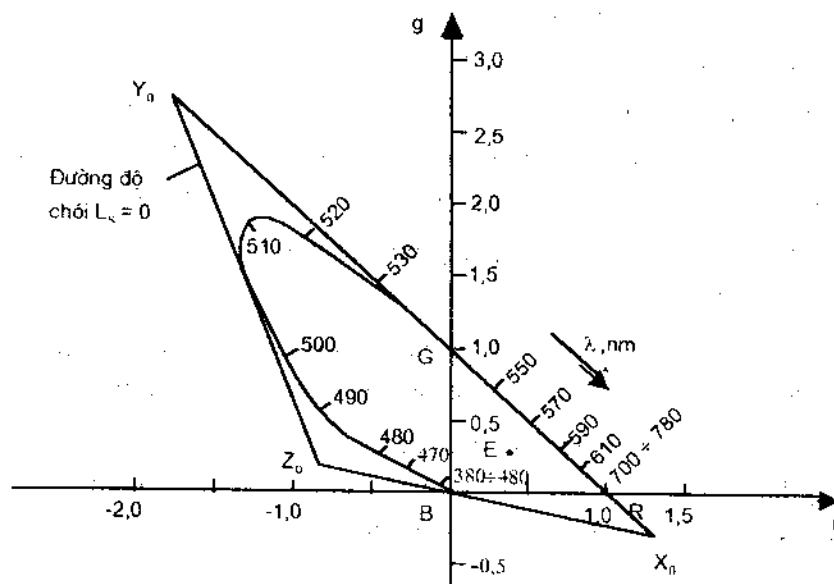
$$r + g + b = 1; \quad (1-28)$$

trong đó: r, g, b - tọa độ của một điểm nào đó trên đường cong $S(\lambda)$.

Bởi vì giá trị b luôn luôn có thể suy từ giá trị của r và g bằng biểu thức:

$$b = 1 - g - r \quad (1-29)$$

Cho nên các màu khác nhau chỉ cần xác định bằng hai tọa độ g và r là đủ. Trên hệ tọa độ vuông góc r, g (hình 1-13), gốc tọa độ $(0, 0)$ biểu diễn màu cơ bản B (vì $r = g = b$ nên $b = 1 - r - g = 1$). Điểm có tọa độ $(1, 0)$ biểu diễn màu cơ bản R và điểm có tọa độ $(0, 1)$ biểu diễn màu cơ bản G . Tam giác hình thành bởi ba tọa độ này gọi là tam giác màu RGB .



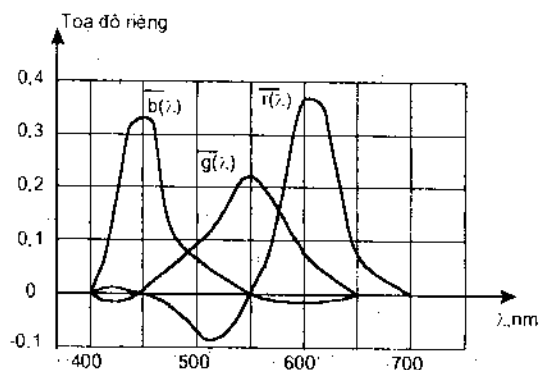
Hình 1-13. Đường màu quang phổ trên hệ tọa độ r, g .

Điểm E có tọa độ $r = g = b = 1/3$ biểu diễn tính màu của ánh sáng chuẩn đẳng năng E . Màu sắc của ánh sáng trắng đẳng năng gọi là màu trắng đẳng năng. Đây chỉ là màu giả thiết, không tồn tại trong thiên nhiên.

Mỗi điểm trên tọa độ này biểu diễn tính màu của một màu nhất định. Nếu nối liền các điểm biểu diễn tính màu của các màu quang phổ xác định theo các số liệu nhận được từ phối hợp màu đối với tất cả các ánh sáng đơn sắc của dải phổ trông thấy, sẽ được một đường cong hình móng ngựa $S(\lambda)$ không khép kín. Đường cong này gọi là đường quang phổ. Tọa độ g và r có thể xác định bằng hình chiếu của đường cong $S(\lambda)$ biểu thị các màu sắc khác nhau lên mặt phẳng chứa trục G và trục R . Đường cong hình móng ngựa trên mặt phẳng GOR hoàn toàn xác định được nếu biết đường cong hình móng ngựa trên mặt phẳng Macxoele. Đường cong $S(\lambda)$ trên mặt phẳng Macxoele có thể xác định được bằng thực nghiệm với thiết bị so màu như hình 1-9.

Các điểm nằm trên đường thẳng BR không biểu diễn tính màu của màu quang phổ, mà là những màu hỗn chín được tạo ra bằng cách trộn màu đỏ R với màu lam B theo các tỉ lệ khác nhau.

Các màu được biểu diễn bằng một điểm nằm trong đường màu quang phổ và đường RB đều là những màu thực, tuy không phải là màu quang phổ nhưng



Hình 1-14. Hệ số tỉ lệ các màu cơ bản của các bức xạ bước sóng khác nhau đồng công suất.

những màu này lại thường gặp trong thiên nhiên.

Các màu được biểu diễn bằng một điểm nằm trong đường màu quang phổ, nhưng ngoài tam giác màu RGB không thể tạo ra bằng cách trộn ba màu cơ bản R, G, B . Ngược lại, những màu ở trong và trên cạnh tam giác màu RGB đều có thể tạo ra từ ba màu cơ bản R, G, B theo các tỉ lệ khác nhau và các hệ số r, g, b đều có trị dương.

Các điểm bên ngoài đường màu quang phổ không đại diện cho một màu thực nào nên không có ý nghĩa vật lý.

Màu có độ bão hoà màu càng lớn, điểm biểu diễn màu ấy càng gần màu quang phổ; ngược lại, độ bão hoà màu càng nhỏ, càng gần màu trắng đẳng năng E .

Trên hình 1-14 cho thấy các đường cong biểu diễn các hệ số tỉ lệ của ba màu cơ bản để khi cộng lại cho ra được các màu có bước sóng khác nhau nằm trong quang phổ và có công suất đều bằng nhau. Các đường cong này được xác định bằng thiết bị so màu.

Từ các giá trị $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$ và $\bar{b}(\lambda)$ có thể xác định phương của các vector màu và các đường cong $S(\lambda)$ trên mặt phẳng Macxwel và trên mặt phẳng GOR .

Tọa độ r, g, b của đường cong $S(\lambda)$ có thể xác định như sau:

$$r = \frac{\bar{r}(\lambda)}{\bar{r}(\lambda) + \bar{g}(\lambda) + \bar{b}(\lambda)} \quad (1-30)$$

$$g = \frac{\bar{g}(\lambda)}{\bar{r}(\lambda) + \bar{g}(\lambda) + \bar{b}(\lambda)} \quad (1-31)$$

$$b = 1 - g - r = \frac{\bar{b}(\lambda)}{\bar{r}(\lambda) + \bar{g}(\lambda) + \bar{b}(\lambda)} \quad (1-32)$$

Ví dụ: Màu vàng với $\lambda = 580$ nm có các hệ số tỉ lệ các màu cơ bản là: $\bar{r}(\lambda) = 0,2454$, $\bar{g}(\lambda) = 0,1361$, $\bar{b}(\lambda) = 0,0011$.

Ưu điểm của đồ thị tính màu này là dùng các màu thực làm màu cơ bản, do đó cho phép dùng phương pháp thực nghiệm để định lượng quan hệ giữa màu cần khảo sát với màu cơ bản.

Nhược điểm của nó là đối với một số màu thực nào đó, trị của một hoặc hai trong ba hệ số r, g, b có thể là âm; do đó, lúc tính toán tọa độ màu của ánh sáng phức hợp dễ bị nhầm lẫn. Trong các hệ số r, g, b không có hệ số nào cho biết ngay độ chói hoặc quang thông của nguồn sáng (màu) mà phải qua tính toán cho nên không thuận lợi.

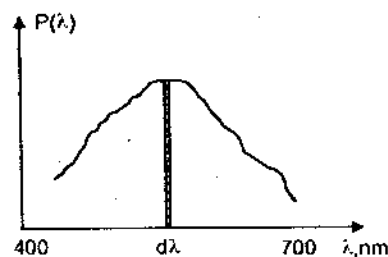
3. Tính toán các thành phần màu cơ bản của các bức xạ phức tạp

Giả thiết một bức xạ phức tạp có mật độ phân bố năng lượng $P(\lambda)$ như hình 1-15. Chúng ta cần xác định các thành phần màu cơ bản R, G, B của bức xạ đó. Chúng ta chia

bức xạ đó thành các bức xạ phần tử, có bước sóng nằm trong một dải hẹp $d\lambda$, chúng có giá trị $P(\lambda)$ gần như đồng đều trong dải đó. Công suất bức xạ của đoạn bức xạ phần tử ấy:

$$dP = p(\lambda)d\lambda \quad (1-33)$$

Bởi vì một công suất bức xạ quang với bước sóng là λ có các thành phần màu cơ bản là $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$ và $\bar{b}(\lambda)$, cho nên các thành phần màu cơ bản của các bức xạ phần tử là:



Hình 1-15. Mật độ phân bố năng lượng.

$$\left. \begin{aligned} dr &= \bar{r}(\lambda)dP = \bar{r}(\lambda)p(\lambda)d\lambda \\ dg &= \bar{g}(\lambda)dP = \bar{g}(\lambda)p(\lambda)d\lambda \\ db &= \bar{b}(\lambda)dP = \bar{b}(\lambda)p(\lambda)d\lambda \end{aligned} \right\} \quad (1-34)$$

Theo định luật thứ ba của phép trộn màu, các thành phần của màu tổng hợp bằng tổng các thành phần của các màu được trộn, chúng ta có công thức tính thành phần màu cơ bản của bức xạ phức tạp:

$$\left. \begin{aligned} R &= \int_0^\infty dr = \int_0^\infty p(\lambda) \cdot \bar{r}(\lambda) \cdot d\lambda \\ G &= \int_0^\infty dg = \int_0^\infty p(\lambda) \cdot \bar{g}(\lambda) \cdot d\lambda \\ B &= \int_0^\infty db = \int_0^\infty p(\lambda) \cdot \bar{b}(\lambda) \cdot d\lambda \end{aligned} \right\} \quad (1-35)$$

Các biểu thức trên cho phép tính các thành phần phần màu cơ bản của bức xạ phức tạp khi biết phổ năng lượng của nó. Bức xạ có phổ không liên tục cũng có thể tính bằng các biểu thức trên. Khi đó giới hạn tích phân chỉ trong một khoảng hữu hạn.

Ánh sáng trắng loại E có $p(\lambda) = \text{const} = A$, khi ấy các thành phần màu cơ bản của nó có công suất bằng nhau, do đó:

$$R = G = B = A \int_0^\infty \bar{r}(\lambda)d\lambda = A \int_0^\infty \bar{g}(\lambda) \cdot d\lambda = A \int_0^\infty \bar{b}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (1-36)$$

Khi có một số bức xạ được trộn lại với nhau thành một bức xạ tổng hợp, thì để xác định màu của bức xạ tổng hợp phải tính các thành phần màu cơ bản của các bức xạ phức tạp được trộn sau đó cộng đơn giản các thành phần ấy để có được thành phần của màu tổng hợp.

4. Độ chói và các mặt phẳng đồng độ chói

Thực nghiệm đã chứng minh rằng cùng một đơn vị màu cơ bản thì màu lục gây ra độ chói cao nhất và màu lam có độ chói thấp nhất. Tỷ lệ độ chói của màu cơ bản là:

$$I_R : I_G : I_B = 1 : 4,5907 : 0,0601 \quad (1-37)$$

Độ chói của một màu bất kỳ S là tổng độ chói của các thành phần:

$$L_S = L_R R + L_G G + L_B B, \quad (1-38)$$

trong đó: L_R, L_G, L_B - độ chói tương đối của một đơn vị màu cơ bản;

R, G, B - các thành phần của màu S ; L_S - độ chói của màu S .

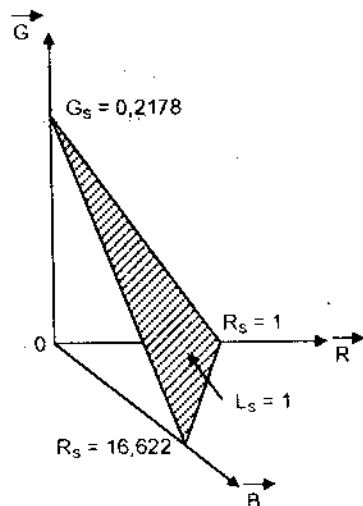
Nếu lấy đơn vị độ chói là độ chói của một đơn vị màu, nghĩa là cho $L_R = 1$, thì ta sẽ có $L_G = 4,5907$, $L_B = 0,0601$, phương trình (1-38) trở thành:

$$L_S = R + 4,5907G + 0,0601B \quad (1-39)$$

Chúng ta xét các màu khác nhau có cùng độ chói là một đơn vị, các màu đó được biểu thị bằng các vector trong không gian $\vec{R}, \vec{G}, \vec{B}$, chúng đều xuất phát từ gốc tọa độ và mút vector kết thúc trên mặt phẳng có phương trình là:

$$L = R + 4,5907G + 0,0601B \quad (1-40)$$

Mặt phẳng độ chói đơn vị $L_S = 1$ cắt trục $\vec{R}$ ở điểm $R_S = 1/1 = 1$ đơn vị công suất, cắt trục $\vec{G}$ ở điểm $G_S = 1/4,5907 = 0,2197$ đơn vị công suất, và cắt trục $\vec{B}$ ở điểm $B_S = 1/0,0601 = 16,622$ đơn vị công suất, hình 1-16.



Hình 1-16. Mặt phẳng độ chói đơn vị.

Các màu có đồng độ chói k có mút vector nằm trên mặt phẳng có phương trình là:

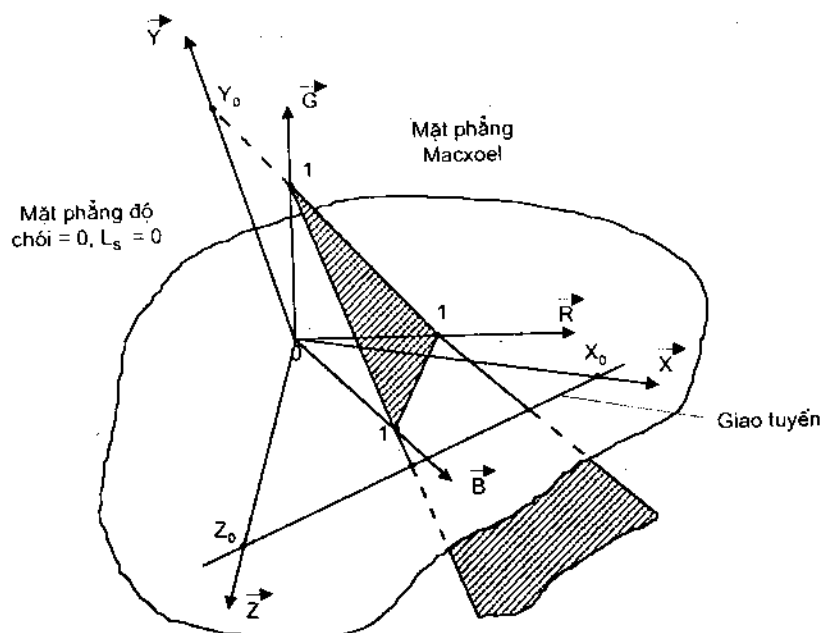
$$k = R + 4,5907G + 0,0601B \quad (1-41)$$

Nếu giá trị k khác nhau thì chúng ta có những mặt phẳng đồng độ chói khác nhau, chúng song song với nhau.

Chúng ta hãy tưởng tượng một mặt phẳng qua gốc tọa độ O và song song với các mặt phẳng đồng độ chói, phương trình của mặt phẳng đó là:

$$0 = R + 4,5907G + 0,0601B \quad (1-42)$$

Những vector màu xuất phát từ gốc và có mút kết thúc ở trên mặt phẳng đó biểu thị những màu có độ chói bằng 0, đó là những màu ảo, không tồn tại trong thực tế. Mặt phẳng qua gốc tọa độ ấy được gọi là mặt phẳng độ chói bằng không (hình 1-17).



Hình 1-17. Xác định giao tuyến mặt phẳng Macxoe với mặt phẳng độ chói bằng không.

Chúng ta đi tìm giao tuyến của mặt phẳng độ chói bằng không với mặt phẳng Macxoe (qua $R = 1, B = 1, G = 1$). Phương trình mặt phẳng Macxoe:

$$l = r + g + b \quad (1-43)$$

Phương trình của giao tuyến:

$$0 = r + 4,5907g + 0,0601b; \quad (1-44)$$

trong đó: $b = l - r - g$.

$$\text{Hay:} \quad 0 = 9399r + 4,5306g + 0,0601b \quad (1-45)$$

Phương trình (1-45) là phương trình của hình chiếu đường giao tuyến trên mặt phẳng GOR, đó là đường thẳng không đi qua gốc tọa độ.

5. Đổi sang hệ màu XYZ (hệ ba màu cơ bản tiêu chuẩn)

Trong hệ thống màu R, G, B các màu sắc khác nhau được phân tích thành các màu RGB . Khuyết điểm lớn của hệ thống màu này là các hệ số màu cơ bản có giá trị âm. Điều đó gây nên nhiều khó khăn trong các phép tính toán về màu.

Theo định luật 1 của Grasman chúng ta hoàn toàn có thể biểu diễn các màu sắc khác nhau bằng ba màu cơ bản khác nhau, chỉ cần ba màu đó độc lập tuyến tính đối với nhau.

Chúng ta sẽ chọn dùng ba màu cơ bản mới là XYZ sao cho thoả mãn các điều kiện là chúng độc lập tuyến tính đối với nhau. Có một màu cơ bản Y là đặc trưng đầy đủ cho độ chói của màu sắc. Các hệ số màu trong hệ thống XYZ luôn luôn dương, nghĩa là

đường cong biểu diễn các màu thuần khiết có trong quang phổ nằm gọn trong 1/4 mặt phẳng ứng với các giá trị dương của XY . Ngoài ra, ba đơn vị màu XYZ cộng lại phải cho ra màu trắng E , tức là vị trí biểu diễn tính màu của ánh sáng trắng đẳng năng E vẫn ở trọng tâm của tam giác màu XYZ .

Các màu mới chọn như sau:

$$\left. \begin{aligned} X &= k_1 R + k_2 G + k_3 B \\ Y &= k_4 R + k_5 G + k_6 B \\ Z &= k_7 R + k_8 G + k_9 B \end{aligned} \right\} \quad (1-46)$$

Các hệ số $k_1, k_2, k_3, \dots, k_9$ chọn sao cho thoả mãn các điều kiện đã nêu trên.

Để cho chỉ có màu Y đã đặc trưng đầy đủ cho độ chói các trục OX, OY , phải chọn nằm trên mặt phẳng độ chói bằng không ($L_s = 0$). Giả thiết giao tuyến của mặt phẳng Macxoeel với mặt phẳng độ chói bằng không cắt các trục OX, OZ ở X_0 và Z_0 và mặt phẳng Macxoeel cắt trục OY ở Y_0 (hình 1-17). Gọi $(X_0), (Y_0), (Z_0)$ là hình chiếu của X_0, Y_0, Z_0 lên mặt GOR (chiều cao theo phương song song trục OB). Để cho đường cong biểu diễn các màu thuần khiết $S(\lambda)$ trên mặt phẳng YOX nằm gọn trong phần mặt phẳng YOX có giá trị dương, người ta chọn tam giác $(X_0)(Y_0)(Z_0)$ có vị trí như trên hình (1-17). Tam giác $(X_0)(Y_0)(Z_0)$ chứa trọn đường cong $S(\lambda)$ trên mặt phẳng GOR .

Tọa độ các điểm $(X_0), (Y_0), (Z_0)$ trong mặt phẳng GOR như sau:

$$\begin{aligned} \text{Điểm } (X_0): \quad r &= 1,2570; & g &= -0,2778 \\ \text{Điểm } (Y_0): \quad r &= -1,7394; & g &= 2,9674 \\ \text{Điểm } (Z_0): \quad r &= -0,7249; & g &= 0,1409 \end{aligned}$$

Từ đó suy ra tọa độ của các giao điểm X_0, Y_0, Z_0 giữa ba trục tọa độ với OX, OY, OZ với mặt phẳng Macxoeel như sau:

$$\begin{aligned} \text{Điểm } X_0: \quad r &= 1,2570; & g &= -0,2778; & b &= 0,0028 \\ \text{Điểm } Y_0: \quad r &= -1,7394; & g &= 2,9674; & b &= -0,0280 \\ \text{Điểm } Z_0: \quad r &= -0,7249; & g &= 0,1409; & b &= 1,6020 \end{aligned}$$

Vị trí của các trục tọa độ mới OX, OY, OZ đã được xác định trong tọa độ RGB , do đó có thể tính được các hệ số $k_1, k_2, k_3, \dots, k_9$ trong hệ phương trình (1-46) khi có để ý đến các điều kiện đã nêu. Kết quả tính toán cho ta hệ phương trình tuyến tính để tính các thành phần XYZ khi đã biết các thành phần R, G, B của một màu bất kỳ.

$$\left. \begin{aligned} X &= 2,7690R + 1,7515G + 1,1300B \\ Y &= 1,0000R + 4,5907G + 0,0601B \\ Z &= 0,0000R + 0,0565G + 5,5943B \end{aligned} \right\} \quad (1-47)$$

Các màu X, Y, Z là các màu ảo, không có trong thực tế, vì chúng nằm ngoài đường cong $S(\lambda)$ chứa những màu thuần khiết có trong quang phổ. Chúng chỉ có ý nghĩa tượng trưng, dùng làm đại lượng tính toán các vấn đề có liên quan đến màu sắc. Trên hình (1-12) các màu có thực chỉ nằm trong vùng mặt phẳng giới hạn bởi đường cong $S(\lambda)$ và trục OR . Các màu nằm gần điểm E là các màu không thuần khiết, có độ bão hoà thấp, chúng là màu tổng hợp của nhiều màu trộn lại. Độ chói của các màu cơ bản được chọn như trên là:

$$I_Y = 1, I_X = I_Z = 0 \rightarrow \text{chỉ có } Y \text{ biểu thị độ chói.}$$

Với các màu cơ bản ảo XYZ chọn theo hệ phương trình (1-47), các màu sắc bước sóng λ khác nhau có cùng công suất được tạo ra khi trộn các màu cơ bản ảo ấy theo tỉ lệ $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$. Giá trị $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ được cho bằng bảng hoặc bằng đồ thị như hình 1-18.

6. Đồ thị đo màu xy

Một màu thực bất kỳ S được biểu diễn trong không gian XYZ bằng vector có ba thành phần là XYZ .

$$\vec{S} = X(\vec{X}) + Y(\vec{Y}) + Z(\vec{Z}) \quad (1-48)$$

Vector $\vec{S}$ cắt mặt phẳng đơn vị tại điểm s . Mặt phẳng đơn vị qua $X = 1, Y = 1, Z = 1$ và cũng được gọi là mặt phẳng Macxocl. Các tọa độ của s ký hiệu là x, y, z , ta có thể viết:

$$\vec{s} = x(\vec{X}) + y(\vec{Y}) + z(\vec{Z}) \quad (1-49)$$

$\vec{s}$ có thể gọi là vector màu đơn vị. Gọi m là tỉ số modun của hai vector $\vec{S}$ và $\vec{s}$, ta có:

$$\vec{s} = \frac{1}{m} [X(\vec{X}) + Y(\vec{Y}) + Z(\vec{Z})] \quad (1-50)$$

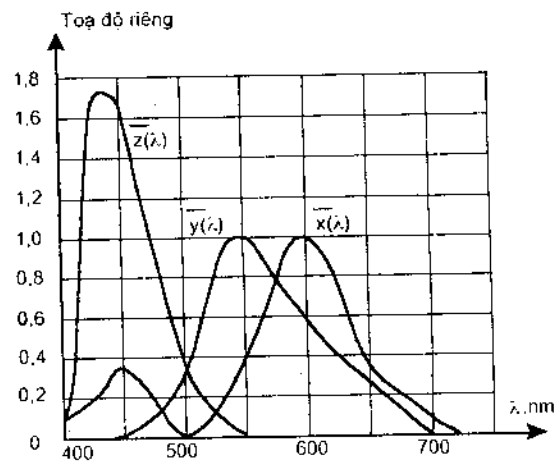
$$\text{Rút ra:} \quad x = X/m; y = Y/m; z = Z/m \quad (1-51)$$

Vì điểm s nằm trên mặt phẳng đơn vị nên:

$$x + y + z = X/m + Y/m + Z/m = 1 \quad (1-52)$$

$$\text{Rút ra:} \quad m = X + Y + Z \quad (1-53)$$

Như vậy, bất cứ một màu nào cũng có thể biểu thị bằng một điểm trên mặt phẳng đơn vị với tọa độ là:



Hình 1-18. Các đường trộn màu trong hệ X, Y, Z .

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}; \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad (1-54)$$

Các điểm biểu diễn các màu sắc với λ khác nhau làm thành đường cong hình móng ngựa $S(\lambda)$ trên mặt phẳng đơn vị (hình 1-19)

Nếu chiếu đường cong $S(\lambda)$ nói trên lên mặt phẳng YOX ta được đường cong hình móng ngựa khác, gọi là đồ thị đo màu xy (hình 1-20).

Để xác định đầy đủ về chất (sắc độ) và lượng (độ chói) của màu chỉ cần cho các thông số x , y và modun m là đủ. Thật vậy, có thể tìm lại các thành phần cơ bản của màu bằng các biểu thức:

$$X = mx; \quad Y = my; \quad Z = m(1 - x - y) \quad (1-55)$$

Đôi khi để xác định màu người ta cho các thông số x , y và thành phần độ chói Y . Khi ấy các thành phần cơ bản tính như sau:

$$X = mx = (Y/y)x; \quad Z = (Y/y)(1 - x - y) \quad (1-56)$$

Để có thể xác định thông số x , y của các màu có bước sóng λ khác nhau, có thể dùng đồ thị đo màu trên hình 1-20.

7. Ứng dụng đồ thị đo màu

a) Cộng các màu

Giả thiết chúng ta có các màu đơn sắc S_1 và S_2 , các thành phần của chúng là:

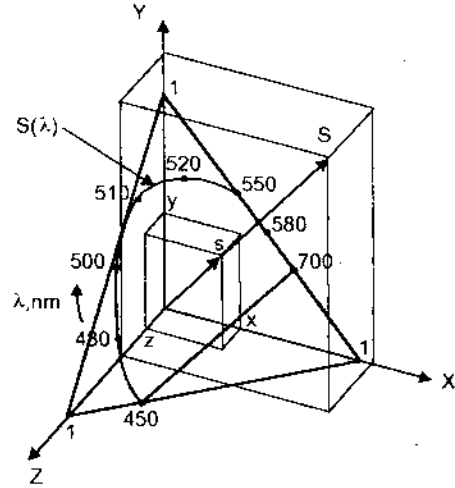
$$\left. \begin{aligned} S_1 &= X_1(X) + Y_1(Y) + Z_1(Z) \\ S_2 &= X_2(X) + Y_2(Y) + Z_2(Z) \end{aligned} \right\} \quad (1-57)$$

Gọi S_3 là màu tổng hợp được từ S_1 , S_2 . Theo định luật thứ ba của Grasman chúng ta có:

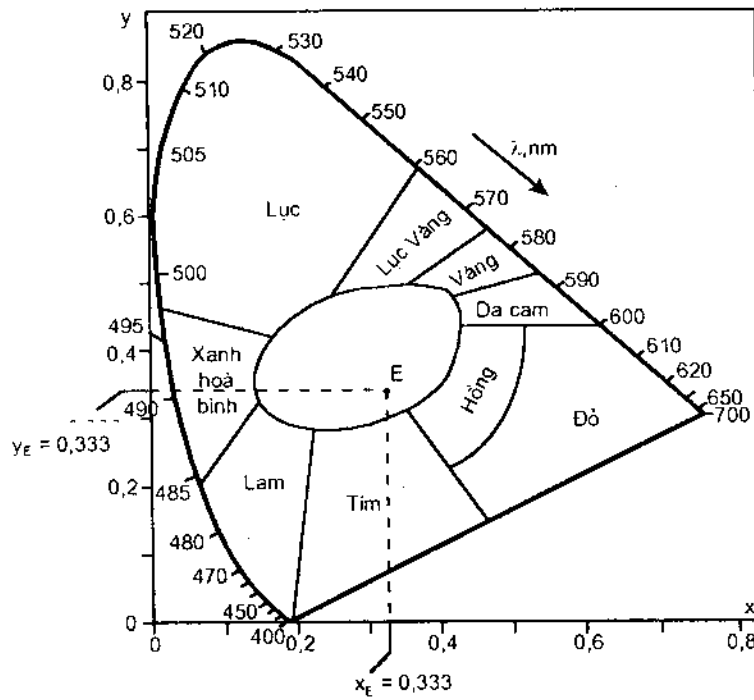
$$S_3 = S_1 + S_2 = (X_1 + X_2)(X) + (Y_1 + Y_2)(Y) + (Z_1 + Z_2)(Z) \quad (1-58)$$

Trong không gian màu XYZ các vector $\vec{S}_1$, $\vec{S}_2$ biểu thị cho hai màu được trộn tạo nên một mặt phẳng và vector tổng $\vec{S}_3 = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$ phải nằm trong mặt phẳng đó.

Trên đồ thị đo màu xy điểm S_3 biểu thị cho màu tổng hợp phải nằm trên đường thẳng nối hai điểm S_1, S_2 biểu thị cho hai màu đơn sắc được trộn (hình 1-21).



Hình 1-19. Không gian XYZ và đường cong $S(\lambda)$ trên mặt phẳng đơn vị.



Hình 1-20. Đồ thị đo màu.

Theo các biểu thức (1-51) và (1-53) chúng ta xác định được tọa độ của các màu được trộn trên mặt phẳng XOY.

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \frac{X_1}{m_1}; y_1 = \frac{Y_1}{m_1} \\ m_1 &= X_1 + Y_1 + Z_1 \\ x_2 &= \frac{X_2}{m_2}; y_2 = \frac{Y_2}{m_2} \\ m_2 &= X_2 + Y_2 + Z_2 \end{aligned} \right\} \quad (1-59)$$

Từ đó có thể xác định được tọa độ của màu tổng hợp S_3 như sau:

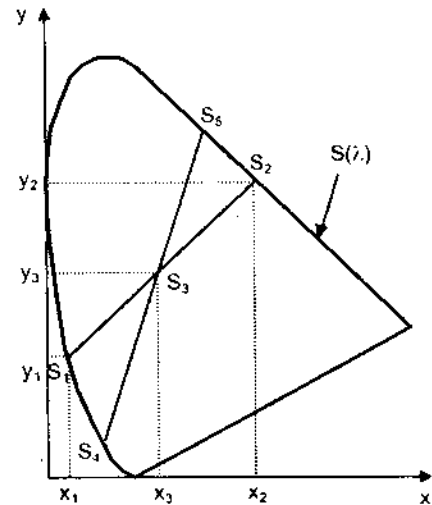
$$x_3 = X_3/m_3; y_3 = Y_3/m_3; \quad (1-60)$$

trong đó:

$$\left. \begin{aligned} X_3 &= X_1 + X_2; Y_3 = Y_1 + Y_2 \\ m_3 &= X_3 + Y_3 + Z_3 = m_1 + m_2 \end{aligned} \right\} \quad (1-61)$$

Từ (1-59), (1-60) và (1-61) có thể viết lại:

$$x_3 = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}; y_3 = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2} \quad (1-62)$$



Hình 1-21. Xác định màu tổng hợp.

Biểu thức (1-62) có thể mở rộng cho trường hợp cộng nhiều màu:

$$S_t = S_1 + S_2 + \dots + S_n = \sum_{i=1}^n S_i \quad (1-63)$$

Tọa độ màu tổng hợp trên đồ thị đo màu:

$$\left. \begin{aligned} x_t &= \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}; y_t = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \\ m_t &= \sum_{i=1}^n m_i \end{aligned} \right\} \quad (1-64)$$

Modun của màu tổng hợp bằng tổng modun của các màu được trộn. Điều này thoạt nhìn tưởng như mâu thuẫn với nguyên tắc cộng vector. Thực tế modun của vector màu là tỉ số độ dài của vector màu đó với độ dài vector màu đơn vị.

$$m = \frac{|\vec{S}|}{|\vec{s}|}; \quad (1-65)$$

trong đó: ký hiệu $|\vec{S}|$ là độ dài vector $\vec{S}$.

Theo (1-53), $m = X + Y + Z$; trong đó: X, Y, Z - 3 thành phần của vector $\vec{S}$.

$$m \neq |\vec{S}| = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (1-66)$$

Nghĩa là modun của vector màu theo định nghĩa ở đây không phải là độ dài $|\vec{S}|$ của vector màu.

Với ý nghĩa như vậy, tất cả các vector màu đơn vị $\vec{s}$ ứng với các màu khác nhau đều có modun bằng 1, mặc dù chiều dài tuyệt đối $|\vec{s}|$ là khác nhau đối với các màu khác nhau.

Từ cách tính toán màu tổng hợp như trên có thể rút ra kết luận rằng: màu tổng hợp của các màu đơn sắc (hay thuần khiết) không thể là một màu thuần khiết, vì điểm biểu diễn của màu tổng hợp bao giờ cũng nằm trong vùng diện tích giới hạn bởi đường cong $S(\lambda)$ biểu diễn các màu thuần khiết, nó không thể nằm trên đường cong $S(\lambda)$ được.

Nói cách khác màu tổng hợp không có trong quang phổ của ánh sáng trắng (còn gọi là màu quang phổ). Không thể tạo ra màu thuần khiết từ hai hoặc nhiều màu thuần khiết khác nhau.

Màu không thuần khiết có thể tạo ra từ rất nhiều tổ hợp màu đơn sắc khác nhau. Ví dụ, S_1 có thể tạo ra từ 2 màu đơn sắc khác S_2, S_3 như hình 1-21 đã biểu thị.

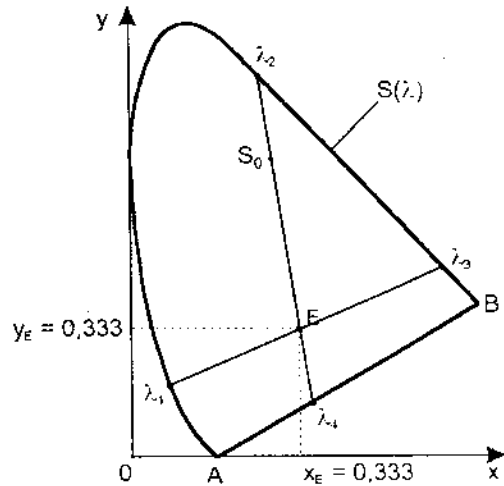
b) Xác định bước sóng tương đương của màu không thuần khiết

Màu thuần khiết được biểu thị bằng một điểm trên đường cong hình móng ngựa $S(\lambda)$ trong đồ thị đo màu xy. Các màu thuần khiết được đặc trưng bằng bước sóng λ của nó.

Màu trắng E là một màu đặc biệt tạo nên do ba màu cơ bản trộn lại. Tọa độ của điểm trắng E là $x_E = y_E = z_E = 1/3$

Màu trắng có thể tạo ra bằng cách trộn 2 màu có bước sóng λ_1, λ_2 hoặc λ_3, λ_4 như hình 1-22, đó là các cặp màu phụ nhau. Như vậy, hai màu nằm trên hai giao điểm của đường cong hình móng ngựa $S(\lambda)$ với đường thẳng qua điểm E .

Trên đoạn AB không có màu thuần khiết có trong quang phổ, do đó không có bước sóng tương ứng. Tuy nhiên, để tính toán người ta gán cho đoạn những giá trị bước sóng âm, về giá trị tuyệt đối bằng bước sóng của màu phụ với chúng.



Hình 1-22. Cặp màu phụ nhau.

Những màu không thuần khiết có màu sắc giống nhau nếu như chúng được biểu thị bằng những điểm cùng nằm trên một đoạn thẳng nối từ điểm E đến một điểm nào đó trên đường cong hình móng ngựa $S(\lambda)$.

Bước sóng của màu đơn sắc có cùng màu được gọi là bước sóng kế hay bước sóng tương đương của màu không thuần khiết. Như vậy, để xác định bước sóng kế hay bước sóng tương đương của một màu nào đó, chúng ta chỉ việc nối điểm E với điểm biểu thị màu được xét bằng một đoạn thẳng, kéo dài đoạn thẳng đó để gặp đường cong hình móng ngựa ở điểm nhất định. Bước sóng ứng với giao điểm đó là bước sóng kế cần tìm của màu không thuần khiết.

Xét ví dụ trên hình 1-22: Màu không thuần khiết biểu thị bằng điểm S_0 có bước sóng tương đương (hay kế) là λ_2 . Bước sóng phụ của nó là λ_1 .

c) Xác định độ thuần khiết và độ bão hoà

Các màu được biểu thị bằng những điểm cùng nằm trên một đoạn thẳng kẻ qua E có màu sắc giống nhau nhưng có độ thuần khiết không giống nhau. Độ thuần khiết cho biết mức độ lẫn màu trắng vào màu đang xét. Bất cứ một màu không thuần khiết S nào cũng có thể coi như do một màu thuần khiết D trộn với màu trắng E mà tạo thành. Những điểm càng gần điểm E biểu thị cho những màu có độ thuần khiết và độ bão hoà càng thấp.

Độ thuần khiết (hoặc bão hoà) cũng được xác định bằng tỉ số:

$$p = Y_d/Y_s; \quad (1-67)$$

trong đó: Y_s - thành phần chói của màu đang xét S ;

Y_d - thành phần chói của màu kể (hay tương đương) D thoả mãn: $\vec{S} = \vec{D} + \vec{E}$;

Vì $Y_s = Y_d + Y_e \geq Y_d$ cho nên $p \leq 1$.

Giá trị của độ thuần khiết p có thể xác định từ đồ thị đo màu xy. Từ các biểu thức trong mục cộng các màu ở trước, chúng ta có:

$$m_s = m_e + m_d \quad (1-68)$$

$$m_s y_s = m_e y_e + m_d y_d \quad (1-69)$$

Thay $m_e = m_s - m_d$ vào chúng ta có:

$$m_s y_s = m_s y_e - m_d y_e + m_d y_d \quad (1-70)$$

$$m_s (y_s - y_e) = m_d (y_d - y_e) \quad (1-71)$$

$$\frac{m_d}{m_s} = \frac{y_s - y_e}{y_d - y_e} \quad (1-72)$$

$$p = \frac{Y_d}{Y_s} = \frac{m_d y_d}{m_s y_s} = \frac{y_s - y_e}{y_d - y_e} \cdot \frac{y_d}{y_s} \quad (1-73)$$

Nếu điểm S tiến gần đến điểm D , nghĩa là $y_s \rightarrow y_d$ thì $p \rightarrow 1$. Điểm D có độ thuần khiết $p_d = 1$. Nếu điểm S tiến gần đến điểm E , nghĩa là $y_s \rightarrow y_e$ thì $p \rightarrow 0$. Điểm E có độ thuần khiết $p_e = 0$.

Chương 2

NGUYÊN LÝ TRUYỀN HÌNH

2-1. MỞ ĐẦU

Hệ thống truyền hình là một tập hợp các thiết bị cần thiết để đảm bảo các quá trình phát và thu các tín tức trông thấy. Truyền hình được dùng vào nhiều mục đích khác nhau. Tùy theo mục đích của truyền hình mà xác định chỉ tiêu kỹ thuật của hệ thống cho phù hợp. Yêu cầu chung là ảnh nhận được trên màn máy thu hình phải phản ánh trung thực vật cần truyền đi. Nhưng chất lượng ảnh càng cao, thì thiết bị của hệ thống truyền hình càng phức tạp, cồng kềnh, đắt tiền. Do đó, khi thiết kế các hệ thống truyền hình phải dung hoà các chỉ tiêu về chất lượng ảnh, về kích thước, về kinh tế v.v... Song, dù với bất kỳ hệ thống truyền hình nào, cũng phải có sơ đồ khối tổng quát như trên hình 2-1.

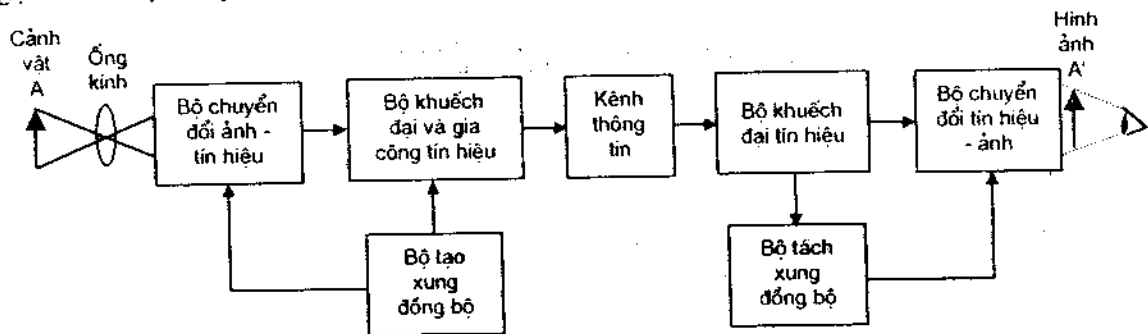
Ảnh của vật cần truyền đi qua hệ thống quang học của máy quay (camera) hội tụ trên catốt quang điện của bộ chuyển đổi ảnh - tín hiệu. Ở bộ chuyển đổi này, ảnh quang được chuyển đổi thành tín hiệu điện, tức là chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện, gọi tắt là bộ chuyển đổi ảnh - tín hiệu.

Hình ảnh là tín tức cần truyền đi. Tín hiệu điện mang tín tức về hình ảnh, nên gọi là tín hiệu hình hay còn gọi là tín hiệu video. Quá trình chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện là quá trình phân tích ảnh. Dụng cụ chủ yếu để thực hiện sự chuyển đổi này là phần tử biến đổi quang điện, hay còn gọi là ống phát hình.

Tín hiệu hình được khuếch đại, gia công rồi truyền đi theo kênh thông tin (hữu tuyến hoặc vô tuyến) sang phía thu. Ở phía thu, tín hiệu hình được khuếch đại lên đến mức cần thiết rồi đưa đến bộ chuyển đổi tín hiệu - ảnh. Bộ chuyển đổi này có tác dụng ngược lại với bộ chuyển đổi ở phía phát, nó chuyển đổi tín hiệu hình nhận được thành ảnh quang (chuyển đổi năng lượng điện thành năng lượng ánh sáng). Quá trình chuyển đổi tín hiệu thành ảnh quang là quá trình tổng hợp ảnh, hay khôi phục ảnh. Dụng cụ để thực hiện sự chuyển đổi này là phần tử biến đổi điện-quang, còn gọi là ống thu hình.

Quá trình chuyển đổi tín hiệu - ảnh phải hoàn toàn đồng bộ và đồng pha với quá trình chuyển đổi ảnh - tín hiệu, thì mới khôi phục được ảnh quang đã truyền đi. Để thực hiện được sự đồng bộ và đồng pha, trong hệ thống truyền hình phải dùng một bộ tạo xung đồng bộ. Xung đồng bộ được đưa đến bộ chuyển đổi ảnh - tín hiệu để khống chế

quá trình phân tích ảnh, đồng thời đưa đến bộ khuếch đại và gia công tín hiệu hình để cộng với tín hiệu hình rồi truyền sang phía thu, tín hiệu hình đã cộng thêm xung đồng bộ gọi là tín hiệu truyền hình.



Hình 2-1. Sơ đồ khối tổng quát hệ thống truyền hình đen trắng.

Ở phía thu, xung đồng bộ tách ra khỏi tín hiệu truyền hình, và dùng để khống chế quá trình tổng hợp ảnh (khôi phục ảnh).

2-2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ TỔNG HỢP ẢNH

1. Nguyên lý quát

a) Phương pháp quét liên tục

Thông tin mà mắt người thu nhận được từ cảnh vật xung quanh là thông tin về màu sắc trong không gian ba chiều và biến đổi theo thời gian, đó là thông tin về độ sâu của hình ảnh (tính ba chiều), về độ chói, kích thước, hình dạng và sự biến đổi v.v..., Lượng thông tin mắt người thu nhận được là vô cùng lớn. Việc truyền thông tin về hình ảnh chỉ đảm bảo được một phần nào đó trong lượng thông tin của cảnh vật thực mà thôi.

Tuy nhiên, sự cảm nhận của mắt người nhờ có các tính chất sinh lý đặc biệt nên cho phép cảm nhận một dạng hình ảnh chứa không đầy đủ thông tin như là một hình ảnh của cảnh vật thực. Chính vì vậy, với các kỹ thuật phân tích và tổng hợp ảnh dựa trên các đặc điểm sinh lý của mắt người, mà các hệ thống truyền hình đã ra đời phục vụ cho việc truyền hình ảnh.

Chúng ta nhìn thấy và phân biệt được mọi vật là nhờ tính chất phản xạ ánh sáng khác nhau của từng vật cũng như từng chi tiết của một vật. Khi rọi lên vật một chùm tia sáng trắng, từ mỗi phần tử (điểm) của vật đều phản xạ lại phía người quan sát. Cường độ và thành phần phổ của tia phản xạ thể hiện tính chất phản xạ của phần tử. Chính đó là tín tức thấy được về vật.

Ở một thời điểm nào đó, người quan sát chỉ có thể nhìn thấy một phần của không gian; phần không gian đó được xác định bằng góc khối có đỉnh ở mắt người quan sát.

được gọi là góc nhìn. Đối với hệ thống truyền hình, thì đỉnh của góc nhìn đặt tại tâm của ống kính.

Trong truyền hình, ảnh của các vật cần truyền đi trong không gian được chiếu lên một mặt phẳng (mặt catốt quang điện của phần tử biến đổi quang - điện) nhờ một hệ thống quang học. Như vậy, trước tiên các vật trong không gian được chuyển thành ảnh của chúng trên mặt phẳng rồi mới biến đổi thành tín hiệu hình, hay nói cách khác, ảnh truyền hình là ảnh phẳng (hai chiều).

Nếu chia một tấm ảnh thành nhiều phần nhỏ, thí dụ chia thành các ô vuông theo kiểu bàn cờ chẳng hạn, mỗi phần nhỏ (mỗi ô vuông) gọi là một điểm ảnh. Mỗi điểm ảnh có độ chói trung bình và màu của nó. Số điểm ảnh càng lớn, tức là ảnh được chia ra càng nhỏ, thì độ chói và màu trên toàn tiết diện của mỗi điểm ảnh càng đồng nhất.

Ngược lại, Nếu dùng nhiều điểm ảnh có độ chói và màu tương ứng, có thể ghép thành ảnh. Nếu kích thước của các điểm ảnh nhỏ đến mức độ nào đó và dưới một góc nhìn nào đó, thì ta không còn phân biệt được các phần tử riêng rẽ nữa, mà có cảm giác như tấm ảnh là một khối liên tục chứ không phải được ghép bởi các điểm ảnh.

Trong truyền hình, muốn biến đổi hình ảnh thành tín hiệu điện, cũng chia ảnh thành nhiều phần tử nhỏ, rồi biến đổi độ chói và màu của các phần tử đó thành tín hiệu điện (U). Như vậy tín hiệu hình phải là hàm của nhiều biến số:

$$U = f(L, \lambda, p', x, y, t); \quad (2-1)$$

trong đó: L - độ chói của phần tử ảnh;

λ và p' - bước sóng và độ thuần khiết, xác định màu của phần tử ảnh;

x và y - tọa độ xác định vị trí của phần tử ảnh;

t - thời gian xác định thời điểm lấy ảnh.

Để truyền liên tục tín tức của mỗi phần tử, với ảnh có N phần tử cần có N kênh thông tin. Đối với các hệ truyền hình thông dụng, mỗi ảnh có thể được phân tích thành khoảng 50 vạn phần tử, nên thực tế không thể thực hiện việc truyền liên tục tín tức của mỗi phần tử được. Để khắc phục khó khăn đó, người ta dùng phương pháp truyền gián đoạn theo thời gian, tức là truyền kế tiếp tín tức của từng phần tử, hết phần tử này sang phần tử khác. Việc truyền gián đoạn đó được thực hiện nhờ các bộ quét. Các bộ quét làm việc theo một quy luật đã định trước và được khống chế bởi các tín hiệu đồng bộ. Do đó các tọa độ x và y đều là hàm của thời gian và đã biết trước (quy luật biến đổi của chúng đã được định trước).

$$\left. \begin{aligned} x &= \varphi(t) \\ y &= \psi(t) \end{aligned} \right\} \quad (2-2)$$

Nếu là ảnh động thì các tham số L , λ , p của mỗi phần tử cũng đều là hàm của thời gian (t). Nhưng để đơn giản việc khảo sát, chúng ta hãy khảo sát ảnh đen trắng, không có màu và đứng im.

Một ảnh tĩnh đen - trắng có thể diễn đạt bằng phương trình:

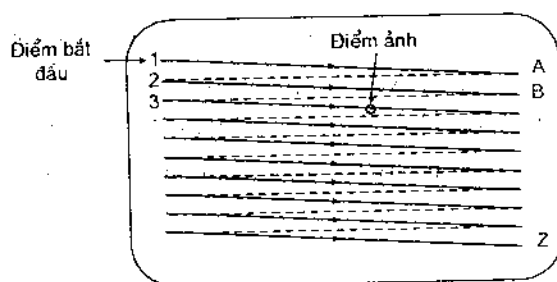
$$I = f(x, y) \quad (2-3)$$

Phương trình (2-3) thể hiện sự phân bố độ chói của ảnh trên mặt phẳng. Nhưng x , y đều là hàm của (t) nên độ chói cũng là hàm của thời gian t .

$$L = f(t) \quad (2-4)$$

Biểu thức (2-4) biểu thị sự biến thiên mức chói từ phần tử này sang phần tử khác. Trật tự sắp xếp các phần tử theo thời gian được quy định trước. Trật tự đó phụ thuộc vào phương pháp phân tích.

Theo hình 2-3, dòng điện tử bắt đầu quét từ mép trái dòng 1, sang mép phải A, và lập tức quay về phía trái theo đường nét rời và lại bắt đầu từ mép trái dòng 2, quét về mép phải B, sau đó lập tức quay về mép trái và bắt đầu dòng 3, v.v... Cứ như vậy, dòng điện tử quét từ trên xuống dưới cho đến Z. Như vậy là đã kết thúc việc phân tích hoặc tổng hợp một ảnh. Sau đó tia điện tử quay nhanh về mép trái dòng 1 của ảnh thứ 2. Quá trình trên xảy ra liên tiếp với ảnh thứ 3, thứ 4, v.v... với một tốc độ lớn.



Hình 2-2. Phương pháp quét liên tục.

Nếu thời gian cần thiết để truyền xong một ảnh là T_a (chu kỳ quét một ảnh) và nếu ảnh chứa N_a phần tử ảnh, thì thời gian truyền một phần tử ảnh là:

$$t_{pt} = \frac{T_a}{N_a} \quad (2-5)$$

Như vậy, mỗi giây truyền được f_a ảnh, $f_a = \frac{1}{T_a}$, được gọi là tần số quét ảnh.

Mỗi phần tử ảnh được truyền đi f_a lần trong một giây và mỗi lần truyền đi cần thời gian t_{pt} .

Khi khôi phục lại ảnh (tổng hợp ảnh), các phần tử ảnh được sắp xếp lại đúng vị trí của nó. Sự sắp xếp này thực hiện được nhờ một bộ quét thứ hai làm việc đồng bộ với bộ quét thứ nhất (khi phân tích ảnh), vì chúng được khống chế bằng cùng một tín

hiệu đồng bộ. Mỗi phần tử ảnh được khôi phục cũng bức xạ ánh sáng gián đoạn f_a trong một giây, và mỗi lần chỉ kéo dài trong khoảng thời gian t_{pr} .

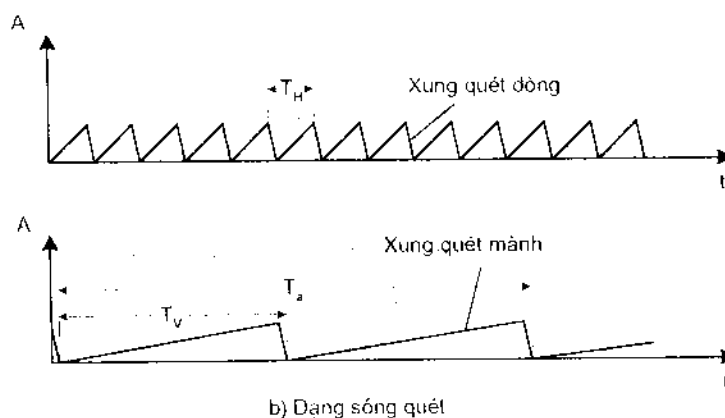
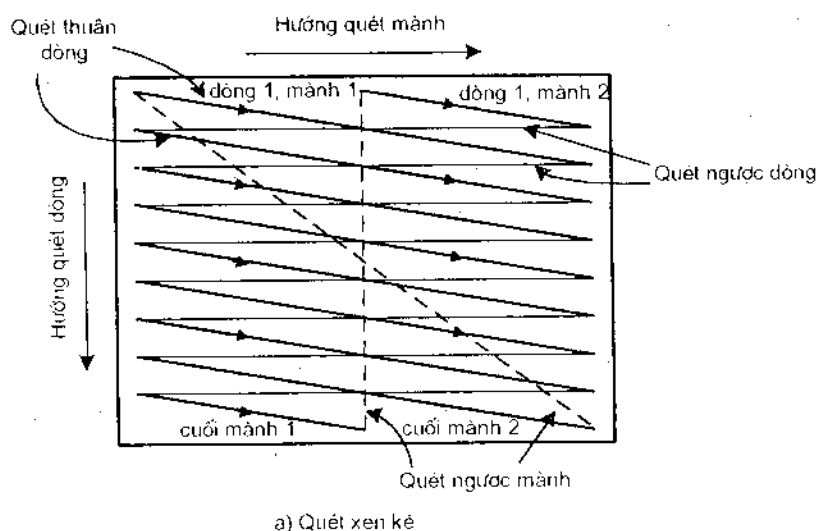
Tuy nhiên, Nếu số lần bức xạ trong một giây đủ lớn, thì mắt ta tưởng rằng các phần tử ảnh đó bức xạ ánh sáng liên tục (do quán tính của mắt) nên ta nhận được ánh sáng bình thường.

b) Phương pháp quét xen kẽ

Do sự lưu ảnh của mắt, Nếu ta truyền 24 ảnh/l giây, khi tái tạo lại hình ảnh người xem sẽ có cảm giác một hình ảnh chuyển động liên tục. Tuy nhiên với 24 ảnh/l giây, ánh sáng vẫn bị chớp, gây khó chịu cho khán giả. Đối với điện ảnh, trong thời gian chiếu một ảnh người ta ngắt ánh sáng làm hai lần. Điều đó có nghĩa, thay vì chiếu một ảnh liên tục trong thời gian $1/24$ giây, người ta chiếu ảnh đó làm hai lần, mỗi lần $1/48$ giây. Kết quả cho ta cảm giác được xem 48 ảnh/l giây thay vì 24 ảnh/l giây. Hình ảnh sẽ chuyển động liên tục và ánh sáng không bị chớp. Như vậy, số lượng ảnh truyền trong một giây càng lớn thì cử động trong ảnh càng thấy liên tục và ảnh tổng hợp không bị nhấp nháy.

Đối với truyền hình, để tránh hiện tượng bị rung, lắc hoặc có vết đen trôi trên màn ảnh khi bộ lọc nguồn không đảm bảo chất lượng, người ta truyền 25 ảnh/l giây đối với những nơi sử dụng điện lưới có tần số 50 Hz và 30 ảnh/l giây đối với những nơi có tần số điện lưới 60 Hz.

Để loại trừ hiện tượng chớp sáng, truyền



Hình 2-3. Phương pháp quét xen kẽ.

hình sử dụng phương pháp quét xen kẽ. Phương pháp quét xen kẽ giống phương pháp quét liên tục ở chỗ dòng điện tử cũng quét từ trên xuống dưới, từ trái sang phải và các dòng điện tử quét ngược (dòng và mặt) cũng được xoá. Điểm khác cơ bản là ở đây người ta chia một ảnh thành 2 nửa ảnh (2 màn) và thực hiện quét theo nguyên lý như sau (hình 2-3a): Mỗi ảnh được truyền làm hai lượt, lượt đầu truyền tất cả những dòng lẻ (1, 3, 5 ...) gọi là màn lẻ; lượt hai truyền tất cả những dòng chẵn (2, 4, 6 ...) gọi là màn chẵn; hoặc ngược lại, Nếu mỗi ảnh có z dòng thì mỗi màn có $z/2$ dòng. Mỗi màn là một nửa ảnh, mang một nửa lượng tin tức của ảnh.

Theo hệ thống truyền hình OIRT và CCIR mỗi giây truyền đi 50 màn, trong đó có 25 màn chẵn và 25 màn lẻ, hình thành 25 ảnh.

Vì tần số màn bằng 50 Hz hoặc 60 Hz, bằng tần số nhấp nháy tối hạn, nên khi khôi phục lại ảnh, ảnh trên màn máy thu hình không bị nhấp nháy. Tuy mỗi dòng chỉ chớp sáng có 25 lần, nhưng 2 dòng kế nhau chớp sáng 50 lần trong một giây. Vì độ rộng của mỗi dòng và khoảng cách giữa hai dòng đều rất bé nên mắt không phát hiện được.

Khi quét cách dòng thì số dòng của mỗi ảnh phải là số lẻ: $z = 2m + 1$; m là số nguyên bất kỳ. Mỗi màn sẽ có $(m + 1/2)$ dòng.

Trong quét xen kẽ, tần số dòng phải phải luôn là bội của tần số màn. Nếu ký hiệu tần số màn là f_v , tần số dòng là f_H , ta có:

$$f_H = (m + 1/2)f_v \quad (2-6)$$

Ví dụ: Đối với hệ 625 dòng, việc chuyển đổi từ màn lẻ sang màn chẵn xảy ra tại thời điểm kết thúc nửa đầu của dòng cuối cùng thuộc màn thứ nhất. Như vậy, trong một giây có 50 màn được truyền (mỗi màn có 312,5 dòng) thay vì 25 ảnh (mỗi ảnh có 625 dòng).

Tần số màn do vậy bằng $f_v = 50$ Hz và tần số dòng $f_H = 25 \times 625 = 50 \times 312,5 = 15625$ Hz.

- Chu kỳ một dòng: $T_H = 64 \mu s$.

- Chu kỳ một màn: $T_v = 20$ ms.

Truyền hình theo phương pháp quét xen kẽ có nhiều ưu điểm về mặt kỹ thuật và kinh tế. Muốn lái dòng điện tử, người ta dùng xung quét dòng và màn có dạng răng cưa như hình 2-3b.

2. Nguyên lý chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện

Như ở phần trên đã trình bày, nguyên lý chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện dựa trên cơ sở lần lượt chuyển đổi độ chói của từng phần tử ảnh thành tín hiệu điện. Nếu là ảnh đen trắng, thì tín hiệu phải tỉ lệ với độ chói ở biểu thức (2-4), tức là:

$$U = kL = k.f(t); \quad (2-6)$$

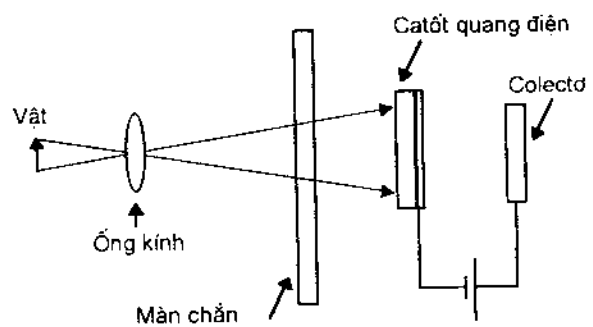
trong đó: k - hệ số tỉ lệ.

Để chuyển đổi độ chói thành dòng điện (điện áp) tương ứng, ta dùng hiệu ứng quang điện, trong đó có hiệu ứng quang điện trong và hiệu ứng quang điện ngoài.

Bản chất của hiệu ứng quang điện trong là: đối với một số chất bán dẫn, khi được rọi sáng, thì độ dẫn điện (điện trở) của nó thay đổi tỉ lệ với độ rọi.

Bản chất của hiệu ứng quang điện ngoài là: đối với một số kim loại, khi được rọi sáng, trên bề mặt của nó có bức xạ điện tử. Các điện tử bức xạ này được gọi là quang điện tử. Số lượng quang điện tử tỉ lệ với độ rọi trên bề mặt kim loại. Nếu rọi sáng lên một tấm kim loại, thì quang điện tử có thể bức xạ về phía được rọi sáng (đối với tấm kim loại dày), cũng có thể bức xạ về phía không được rọi sáng (đối với màng mỏng kim loại, nửa trong suốt đối với ánh sáng).

Để giải thích quá trình chuyển đổi ánh sáng thành dòng điện (điện áp) tương ứng, ta có thể dùng một màng mỏng kim loại có hiệu ứng quang điện ngoài, nửa trong suốt đối với ánh sáng (phun hơi kim loại lên một tấm thủy tinh chẳng hạn), ta gọi màng đó là catốt quang điện. Khi chiếu ánh của vật cần truyền đi lên catốt quang điện hình (2-4); ở phía bên kia của catốt quang điện sẽ bức xạ quang điện tử. Mật độ quang điện tử ở mỗi điểm trên bề mặt của catốt quang điện tỉ lệ với độ rọi trên điểm đó. Như vậy, từ ánh sáng đã chuyển đổi thành ánh điện tử. Phía sau catốt quang điện (phía không được chiếu sáng) đặt một colector. Catốt quang điện và colector đặt trong môi trường chân không. Đặt lên colector một điện áp dương so với catốt quang điện tạo thành điện trường. Tác dụng của điện trường này là thu hút về colector những quang điện tử bức xạ từ catốt quang điện.



Hình 2-4. Chuyển đổi ánh sáng thành dòng điện.

Để phân tích ánh sáng thành nhiều phần tử ánh sáng ta đặt một màn chắn ánh sáng chuyển động được. Màn chắn có lỗ cho ánh sáng đi qua, diện tích của lỗ bằng diện tích của phần tử ánh sáng. Màn chắn này đặt trước catốt quang điện (hình 2-4), ở vị trí mặt phẳng ảnh của ống kính tức là ở vị trí ánh sáng rõ nhất.

Ánh sáng của vật cần truyền đi không được chiếu toàn bộ, mà chỉ chiếu từng phần tử lên catốt quang điện, phần tử chiếu qua lỗ của màn chắn. Khi màn chắn chuyển động, các phần tử ánh sáng được lần lượt chiếu qua lỗ lên catốt quang điện.

Số lượng quang điện tử bức xạ từ catốt quang điện ở mỗi thời điểm tỉ lệ với trị số quang thông của phần tử ánh sáng chiếu lên nó ở thời điểm đó. Dòng quang điện tử này bay đến colector hình thành dòng tín hiệu:

$$i_{th}(t) = i_{Fn} = eF_{qn}; \quad (2-7)$$

trong đó: $i_m(t)$ - dòng điện tín hiệu tại thời điểm t , dòng điện $i(t)$ có trị số biến thiên theo thời gian;

I_{Fn} - dòng quang điện tử với phần tử ảnh thứ n ;

F_{qn} - quang thông của phần tử ảnh thứ n ;

ε - hệ số tỉ lệ, xác định độ nhạy của catốt quang điện.

Cũng có thể thực hiện phân tích ảnh bằng cách chiếu ánh quang lên catốt quang điện, không dùng màn ánh sáng như trên mà dùng colectơ có một lỗ ở giữa, kích thước của lỗ bằng kích thước của một phần tử ảnh. Dùng hệ thống tiêu tụ và hệ thống làm lệch tia điện tử bằng từ trường để điều khiển cho dòng quang điện tử của từng phần tử ảnh lần lượt chui qua lỗ ở giữa colectơ. Ở phía sau lỗ đặt một điện cực tín hiệu để lấy dòng điện tử này, đó là dòng tín hiệu.

Hệ thống biến đổi ánh quang thành tín hiệu điện như thế được gọi là hệ thống tác động tức thời, vì ở mỗi thời điểm, hệ thống này chỉ dùng trị số quang thông tức thời của phần tử ảnh đang được truyền đi ở thời điểm đó để tạo ra dòng tín hiệu; còn phần quang thông của các phần tử khác không được dùng đến. Do đó, hiệu suất sử dụng quang thông rất thấp, ta hãy khảo sát cụ thể như sau:

Quang thông của ảnh F_q được rơi đều lên catốt quang điện. Giả thiết ảnh được chia ra làm N phần tử riêng rẽ, quang thông trung bình của mỗi phần tử ảnh sẽ là:

$$F_{qn} = \frac{F_q}{N_a} \quad (2-8)$$

Nhưng vì có màn chắn, nên ở mỗi thời điểm chỉ quang thông của một phần tử ảnh rơi lên catốt quang điện. Dòng quang điện tử trung bình bức xạ từ mỗi phần tử ảnh của hệ thống tác động tức thời được xác định bằng:

$$i_m(t) = i_{FN} = \varepsilon F_{qn} = \varepsilon \frac{F_q}{N_a} \quad (2-9)$$

Từ biểu thức (2-9), thấy rằng: ở mỗi thời điểm chỉ sử dụng $1/N_a$ quang thông của ảnh quang rơi lên catốt quang điện; cho nên, Nếu N càng tăng thì độ nhạy của hệ thống càng giảm; mặt khác, N càng tăng thì độ rõ của ảnh càng lớn. Chính mâu thuẫn này đã hạn chế độ rõ của các hệ thống truyền hình ở thời kỳ sơ khai.

Độ nhạy thấp không phải chỉ vì ở mỗi thời điểm chỉ sử dụng $1/N$ quang thông F_q của ảnh, mà còn vì phần quang thông ấy chỉ được sử dụng trong khoảng thời gian truyền một phần tử ảnh t_{pr} .

Nếu gọi tích số của quang thông và thời gian sử dụng quang thông đó là lượng ánh sáng rơi lên catốt quang điện trong một chu kỳ ảnh ta có:

$$W_0 = F_q T_a \quad (2-10)$$

Lượng ánh sáng được sử dụng để tạo ra dòng tín hiệu từ một phần tử ảnh, bằng:

$$W_0' = F_{qn} t_{pt} \quad (2-11)$$

Lượng ánh sáng được sử dụng để tạo dòng tín hiệu của một ảnh, bằng:

$$W_a = \sum_{n=1}^{n=N_a} (F_{qn})_n t_{pt} = F_q t_{pt} \quad (2-12)$$

Như vậy, hiệu suất sử dụng ánh sáng bằng:

$$\eta_{as} = \frac{W_a}{W_0} = \frac{F_q t_{pt}}{F_q T_a} = \frac{1}{N_a} \quad (2-13)$$

Cũng tương tự như vậy, ta sẽ xác định hiệu suất sử dụng diện tích của dòng quang điện tử của bộ chuyển đổi. Nếu quang thông F_θ của ảnh được rọi toàn bộ lên catốt quang điện thì diện tích trung bình của catốt quang điện trong thời gian truyền một ảnh:

$$Q_0 = i_0 T_a = e F_q T_a = e W_0 \quad (2-14)$$

Điện tích được sử dụng để tạo thành tín hiệu của một ảnh:

$$q_a = \sum_{n=1}^{n=N} i_n t_{pt} = \sum_{n=1}^{n=N_a} e (F_{qn})_n t_{pt} = e t_{pt} \sum_{n=1}^{n=N} (F_{qn})_n = e t_{pt} F_q = e W_a \quad (2-15)$$

Hiệu suất sử dụng điện tích bằng:

$$\eta_{e,t} = \frac{q_a}{q_0} = \frac{e W_a}{e W_0} = \frac{W_a}{W_0} = \frac{1}{N_a} \quad (2-16)$$

Hai hệ số η_a và $\eta_{e,t}$ bằng nhau, nói lên hai cách khảo sát quá trình sử dụng số lượng ánh sáng để tạo ra tín hiệu điện trong hệ thống truyền hình tác động tức thời. Nhược điểm chủ yếu của phương pháp chuyển đổi này là hiệu suất sử dụng ánh sáng thấp. Để tăng hiệu suất sử dụng ánh sáng, do đó tăng độ nhạy của hệ thống mà vẫn đảm bảo được nguyên tắc truyền hình là tuần tự theo thời gian truyền tín hiệu của từng phần tử ảnh, có thể thực hiện bằng hai cách:

- Tập trung toàn bộ quang thông F_q để rọi lên một phần tử ảnh chứ không trải ra khắp ảnh. Như vậy, điểm sáng được chuyển dịch theo quy luật phân tích ảnh trên vật cần truyền đi. Phương pháp này trong thực tế được thực hiện ở các hệ thống dùng điểm sáng chạy. Theo phương pháp này, số lượng ánh sáng được sử dụng để tạo ra dòng điện tín hiệu của một phần tử ảnh bằng:

$$(W_0') = F_q t_{pt} = N_a F_{qn} t_{pt} \quad (2-17)$$

So sánh hai biểu thức (2-11) và (2-17) ta thấy số lượng ánh sáng ở đây lớn hơn N_a lần, do đó hiệu suất sử dụng ánh sáng cũng lớn hơn N_a lần.

- Quang thông F_q được rọi lên khắp ảnh nhưng quá trình chuyển đổi ánh quang thành dòng điện tín hiệu được thực hiện trong suốt khoảng thời gian truyền một ảnh T_a ; chứ không phải chỉ trong thời gian truyền một phần tử ảnh t_p .

Phương pháp chuyển đổi này được áp dụng vào thực tế trong các hệ thống dùng nguyên tắc tích lũy điện tích. Nguyên lý tích lũy điện tích được giải thích bằng hình 2-5. Ở đây, mỗi tế bào quang điện được nối liên tiếp với một tụ điện làm thành một phần tử của bộ chuyển đổi ánh quang - tín hiệu điện. Dùng nhiều phần tử như thế ghép lại với nhau để tạo thành bộ chuyển đổi.

Dùng một tấm bảng cách điện kẻ ô vuông, trên mỗi ô vuông gắn một tế bào quang điện và một tụ điện (mỗi tế bào quang điện đều hướng theo chiều vuông góc với mặt bảng). Bảng đó được gọi là bìa tích lũy.

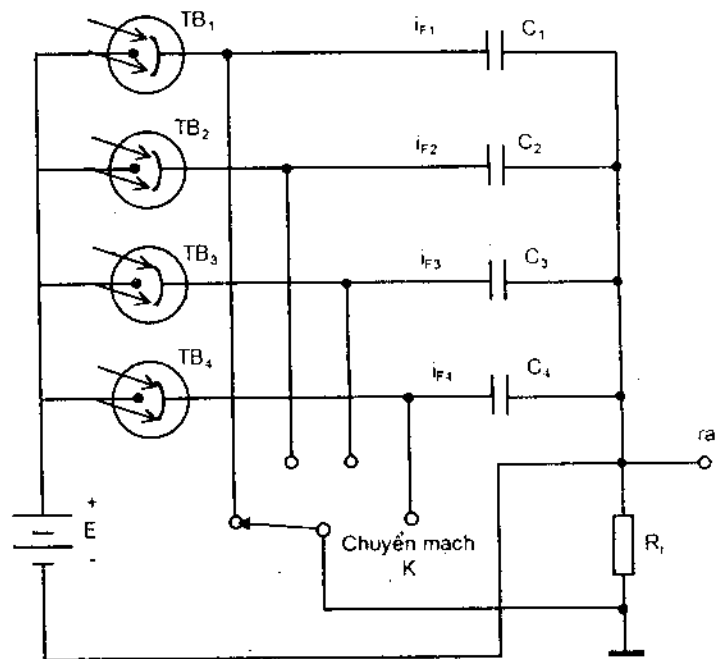
Khi chiếu ánh của vật cần truyền đi lên bìa tích lũy, mỗi tế bào quang điện được rọi sáng bởi quang thông F_{qn} tỉ lệ với độ chói của phần tử ảnh tương ứng. Quang thông F_{qn} tạo ra dòng quang điện tử i_F tỉ lệ với nó. Nhờ đó nguồn E nạp điện cho tụ điện nối liên tiếp với tế bào quang điện.

Nếu đảm bảo điều kiện: trong khoảng thời gian T_a để truyền xong một ảnh, tụ C chưa thể nạp đầy đến điện áp E , tức là hằng số thời gian nạp của tụ C phải lớn hơn T_a ; và coi dòng điện i_F không thay đổi trong khoảng thời gian T_a ,

thì điện tích tụ điện C tích lũy được trong khoảng thời gian T_a sẽ bằng:

$$q_n = i_{Fn} T_a \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (2-18)$$

Như vậy, điện tích tích lũy được trên các tụ điện C_n tỉ lệ với quang thông F_{qn} của phần tử ảnh thứ n rọi lên tế bào quang điện TB_n . Vì các tế bào quang điện cùng loại và các tụ điện cũng hoàn toàn giống nhau, thời gian tích lũy bằng nhau, nên trên bìa hình thành một ảnh điện tích (hoặc ảnh điện thế).



Hình 2-5. Nguyên lý tích lũy điện tích.

+ Quá trình tạo dòng điện tín hiệu như sau: Khi chuyển mạch K quay đều và chu kỳ quay bằng T_a ; các tụ điện C_n lần lượt phóng điện qua điện trở R_i . Nếu bìa tích lũy có N phần tử, thì thời gian chuyển mạch K tiếp xúc với mỗi tụ bằng:

$$t_{pt} = \frac{T_a}{N} \quad (2-19)$$

Thời gian phóng điện của mỗi tụ C_n bằng t_{pt} . Dòng điện phóng chảy qua R_i chính là dòng tín hiệu của phần tử ảnh tương ứng.

Nếu đảm bảo điều kiện: trong thời gian t_{pt} tụ C phải phóng hết điện tích, tức là:

$$t_{pt} \geq C_n R_i \quad (2-20)$$

Điện tích phóng q_p bằng điện tích nạp (q_n) và do đó, chú ý đến biểu thức (1-17) sẽ tính được dòng tín hiệu bằng:

$$i_{th} = \frac{q_n}{t_{pt}} = i_{pn} \frac{T_a}{t_{pt}} = i_{pn} N \quad (2-21)$$

Bởi vì $i_{pn} = eF_{qn}$ nên:

$$i_{th} = eF_{qn} N = eF_q \quad (2-22)$$

Lượng ánh sáng được sử dụng để tạo ra dòng tín hiệu của một phần tử ảnh bằng:

$$(W_0') = \frac{q_n}{e} = \frac{eF_{qn} T_a}{e} = F_{qn} T_a \quad (2-19)$$

So sánh (2-23) với (2-18) ta thấy rằng hai phương án cùng độ nhạy của hệ thống (dùng tia chạy và dùng nguyên tắc tích lũy điện tích) dẫn đến cùng một kết quả về số lượng ánh sáng được sử dụng để tạo ra dòng tín hiệu.

Muốn tăng độ rõ của ảnh phải tăng số phần tử ảnh, tức là phải tăng số phần tử chuyển đổi (tế bào quang điện và tụ điện). Khi số phần tử chuyển đổi tăng đến hàng vạn hoặc hàng chục vạn, chuyển mạch cơ khí K không còn có tác dụng nữa, phải thay bằng chuyển mạch điện tử.

3. Nguyên lý khôi phục ảnh quang

Phân phân tích ảnh và chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện ta đã chia ảnh quang thành các phần tử và chuyển đổi độ chói của từng phần tử thứ tự theo thời gian thành tín hiệu điện, thì ở đây, khôi phục ảnh quang là quá trình ngược lại, tức là phải khôi phục độ chói của từng phần tử ảnh và sắp xếp các phần tử ảnh lại đúng vị trí của nó, khi đó ta sẽ nhận được ảnh quang cần truyền đi.

Để thực hiện điều đó, có thể dùng ống tia điện tử có màn huỳnh quang. Đặc điểm của màn huỳnh quang là, ở môi trường chân không, khi có tia điện tử đập vào nó, nó sẽ

sáng lên. Cường độ sáng tỉ lệ với công suất của tia điện tử ở thời điểm nó đập tại mỗi điểm vào màn.

Nếu dùng tín hiệu hình để điều chế tia điện tử của ống tia, sao cho ở thời điểm ứng với phần tử trắng của hình ảnh tia có công suất lớn và ứng với phần tử đen tia có công suất bé.

Dùng hệ thống lái tia làm cho tia quét khắp màn huỳnh quang theo quy luật đã định trước (giống như ở phía phát). Tia điện tử đã được khống chế quét liên tục lên màn huỳnh quang phải đồng bộ và đồng pha với tia điện tử trong ống phát. Nó sẽ kích thích các phần tử của màn huỳnh quang bức xạ sáng. Mức độ sáng của các phần tử trên màn tỉ lệ công suất tia; tức là tỉ lệ với mức tín hiệu hình điều chế tia. Do đó độ chói các phần tử của màn bức xạ sáng tương ứng với độ chói các phần tử ảnh đã truyền đi. Nói cách khác, độ chói và toạ độ của các phần tử ảnh đã được khôi phục.

2-3. DỤNG CỤ BIẾN ĐỔI QUANG - ĐIỆN

1. Giới thiệu

Những dụng cụ biến đổi quang - điện đầu tiên được chế tạo là các máy quét (scanner). Đĩa Nipkow sử dụng phương pháp quét cơ khí để hình thành nên chuỗi các điểm ảnh thuộc một khung hình lần lượt được quét qua. Tất cả các máy quét cơ khí có nhược điểm là độ nhạy cảm nhận thấp. Sau đó, các camera sử dụng hiệu ứng quang điện ra đời. Có nhiều thể hệ camera loại này, bắt đầu iconoscope, superocticon là các thiết bị sử dụng hiệu ứng quang điện ngoài đến các dụng cụ vidicon, plumbicon, saticon v.v.. sử dụng hiệu ứng quang điện trong. Mặc dù cấu tạo khá cồng kềnh và phức tạp song các thiết bị loại này đã được sử dụng rộng rãi cho tất cả các hệ thống truyền hình trong gần một nửa thế kỷ qua. Cho đến nay, loại thiết bị này vẫn được sử dụng hầu hết ở các camera truyền hình đại chúng.

Việc chế tạo ra các thiết bị bán dẫn đã cho phép ứng dụng vào việc tạo ra dụng cụ biến đổi quang - điện bán dẫn. Đó là thiết bị ghép nối điện tích CCD. CCD là một bước tiến dài trong việc thay thế các ống chân không bởi các thiết bị bán dẫn trong ngành công nghiệp điện tử và nó là một phần không thể thiếu trong quá trình số hoá tín hiệu truyền hình.

Thiết bị ghép nối điện tích - CCD - bao gồm mảng các hàng và cột các phần tử bán dẫn cảm quang có kích thước điểm ảnh. Khi các phần tử cảm quang bị chiếu sáng, điện tích của chúng sẽ tăng lên tương ứng với năng lượng ánh sáng chiếu vào. Thông tin này sẽ được chuyển dịch qua các phần tử liên tiếp tới đầu ra. Chức năng chuyển dịch điện tích được thực hiện tương tự với chức năng của chùm tia quét trong thiết bị sử dụng hiệu ứng quang điện. Và như vậy, ở đầu ra ta có dòng tín hiệu tương ứng với các điểm ảnh đã thu được.

2. Những yêu cầu cơ bản của dụng cụ biến đổi quang - điện

Ta thường xét chất lượng dụng cụ biến đổi quang - điện theo các chỉ tiêu sau:

- Độ nhạy cao, nghĩa là khi vật được chiếu sáng với độ rọi yếu mà tín hiệu lấy ra vẫn tốt.

- Làm việc được trong dải sáng rộng.

- Có khả năng truyền đạt các bậc sáng của ảnh một cách trung thực.

- Có khả năng tạo được tín hiệu điện tương ứng với những chi tiết nhỏ của ảnh cần truyền đi. Nếu tạo được tín hiệu tương ứng với chi tiết nhỏ, thì ta nói khả năng phân biệt của dụng cụ biến đổi quang - điện cao.

- Tỷ số tín hiệu trên nhiễu cũng là một chỉ tiêu chất lượng của dụng cụ biến đổi quang - điện. Không thể đánh giá chỉ tiêu này của dụng cụ biến đổi quang - điện bằng nhiều xuất hiện trên màn ảnh máy thu hình, vì trong cả hệ thống truyền hình nguồn nhiễu phát sinh ở nhiều khâu.

- Quán tính phải nhỏ.

- Ngoài ra trong sử dụng, đòi hỏi dụng cụ biến đổi quang - điện phải bền, làm việc với độ tin cậy cao, gọn nhẹ, sử dụng đơn giản, đặc tuyến phổ của catốt quang điện phải ổn định.

3. Ống vidicon

a) Cấu tạo

Kết cấu ống vidicon chỉ ra trong hình 2-6. Trong ống thủy tinh hình trụ đường kính khoảng $13 \div 38$ mm, có các linh kiện sau:

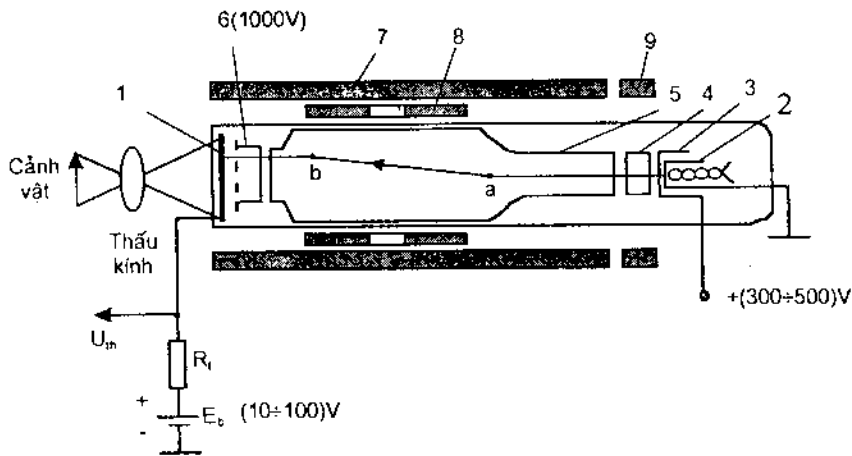
- *Bia (1)*: Gồm một màng kim loại rất mỏng, ánh sáng có thể xuyên qua và được phủ lên mặt trong của thành trước ống. Trên lớp kim loại này bị phủ một lớp quang dẫn điện mỏng $2 \div 3 \mu\text{m}$. Từ lớp kim loại này có lối ra để lấy tín hiệu U_m trên tải R_r .

- *Súng điện tử*: Gồm catốt (2), cực khống chế (3), anốt thứ nhất (4), cực anốt thứ hai (5). Cực hình trụ (6), ở bên trái cực này có một lưới có mắt rất nhỏ, dùng để tạo điện trường đều ở gần bia. Ở trong một vài loại ống, cực (5) và cực (6) liền làm một.

- Cuộn cảm dài (7) dùng để tiêu tụ và cuộn lệch (8) để làm lệch tia điện tử quét. Nếu do lắp ráp súng điện tử không chính xác, tia có bị hơi lệch khỏi trục ống thì có thể chỉnh lại bằng cuộn sửa (9).

- Điện thế màng kim loại của bia vào khoảng $+(10 \div 100)$ V. Điện thế của lưới khá cao, khoảng $+1000$ V. Điện thế anốt thứ hai khoảng $+(300 \div 500)$ V so với catốt. Anốt thứ hai tạo trường đẳng thế, và ở khu vực đó cuộn lệch sẽ làm lệch tia điện tử anốt này và thu các điện tử thứ cấp từ bia bật ra. Điện thế anốt thứ nhất thường xấp xỉ điện thế

anốt thứ hai. Trên anốt thứ nhất có lỗ nhỏ ở giữa với đường kính $(50 \div 60) \mu\text{m}$ để hạn chế đường kính tia quét.



Hình 2-6. Kết cấu ống vidicon.

b) Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của ống vidicon là dựa trên hiệu ứng quang điện trong của bìa, nghĩa là độ dẫn điện theo chiều ngang của bìa thay đổi theo cường độ tia sáng rơi lên nó. Tia này có thể là ánh sáng nhìn thấy hoặc không nhìn thấy được, như tia hồng ngoại hoặc tia tử ngoại.

+ Tạo ảnh nổi điện thế:

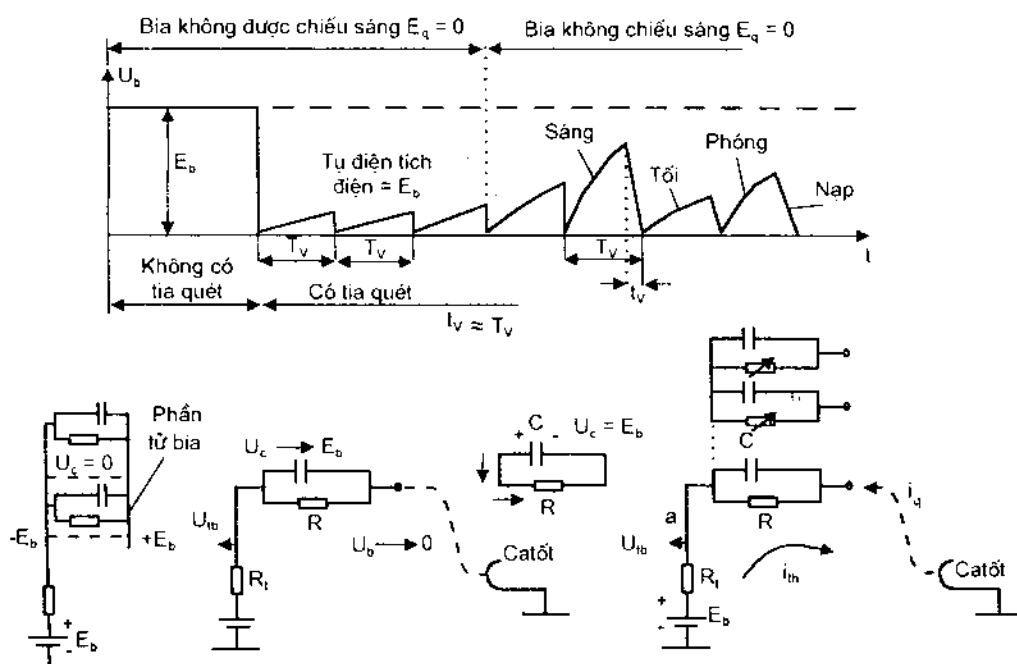
Quá trình hình thành điện thế trên bìa trong ống vidicon chỉ ra trên hình 2-7. Mỗi phần tử của bìa có thể tương đương với một tụ điện C và điện trở R mắc song song với nó. R là điện trở theo chiều ngang của mỗi phần tử. Má trái tụ C là màng kim loại của cực tín hiệu, má phải tụ là mặt bên phải của mỗi phần tử kia.

Điện trở R càng nhỏ khi độ rọi trên phần tử đó càng lớn, nghĩa là khi rọi một ảnh lên bìa, thì nói chung điện trở R của các phần tử của bìa sẽ khác nhau.

+ Khi bìa không rọi sáng, tức $E_q = 0$, và chưa có tia quét. Vì có R nên má phải của tụ C cũng có điện thế $U_b = +E_b$ như má trái tụ C ; nghĩa là tụ C không được nạp; điện áp trên tụ C bằng không ($U_c = 0$).

+ Khi không chiếu sáng bìa ($E_q = 0$) và có tia quét làm việc ở chế độ điện tử chậm. Điện tử của tia quét được tăng tốc khi qua khu vực của anốt. Sau đó trong quá trình tiến tới bìa, vận tốc tia điện tử chậm dần vì cực tín hiệu (màng kim loại) có điện thế E_b thấp hơn điện thế anốt rất nhiều ($E_b \ll U_a$). Lúc đó, điện tử làm việc ở chế độ điện tử chậm, và tia quét giảm điện thế phía phải bìa xuống bằng điện thế catốt. Như vậy, sau mỗi lần quét, các tụ C đều tích điện đến điện áp như nhau, bằng E_b . Giữa hai lần được tia quét tới (thời gian gần bằng T_V), tụ C sẽ phóng điện qua R , nên điện thế má phải tụ C tăng dần.

Nhưng vì không được rọi sáng ($E_q = 0$), R rất lớn, nên qua chu kỳ quét màn hình T_V điện thế U_b chỉ tăng một lượng không đáng kể.



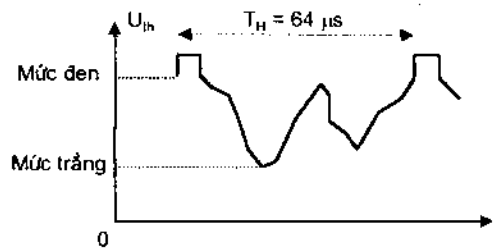
Hình 2-7. Quá trình hình thành điện thế trên bia trong vidicon.

+ Khi rọi ảnh lên bia ($E_q \neq 0$) và có tia quét. Vì điện trở R của mỗi phần tử là hàm của E ($R = f(E_q)$) nên hằng số thời gian phóng $\varepsilon = RC$ của các phần tử được xác định bởi độ rọi lên nó. Phần tử nào có độ rọi càng lớn, R của nó càng nhỏ, tụ C càng phóng điện nhanh; nghĩa là sau một chu kỳ quét màn hình, má phải tụ C càng dương. Như vậy, mặt bên phải của bia đã có một ảnh nổi điện thế. Ứng với điểm sáng của ảnh, điện thế càng dương; còn ứng với điểm tối, điện thế gần bằng không.

Tóm lại, quá trình tạo ảnh nổi điện thế xảy ra trong các khoảng thời gian dài bằng εT_V , khi các tụ phóng điện qua các điện trở ngang của mỗi phần tử của bia.

+ Lấy tín hiệu ra:

Khi quét qua má phải các tụ, tia quét đã hạ điện thế của chúng tới mặt điện thế catốt; tức đã nạp cho các tụ tới mức như nhau vì điện áp U_c của chúng đều tiến tới bằng E_b .



Hình 2-8. Dạng điện áp tín hiệu trên tải vidicon.

Sau khi bị tia điện tử quét qua, điện tích trên mỗi tụ C từ mức đã được nạp như nhau (điện áp trên đó đều bằng E_p) sẽ phóng đi trong khoảng thời gian $t_p = T_V$ một lượng điện khác nhau (ứng với điểm càng sáng, lượng điện tích phóng càng nhiều). Đến khi bị quét lần tiếp theo, mỗi tụ lại được "nạp bù" với lượng điện tích nạp lại bằng lượng điện tích đã phóng đi. Bởi vì mỗi khi bị quét các tụ lại được nạp đến mức như cũ, tức là $U_c = E_p$. Thời gian nạp t_p (hình 2-5) của các tụ như nhau, nên dòng nạp của chúng khác nhau (ứng với điểm càng sáng, dòng nạp càng lớn). Các dòng "nạp bù" này chảy qua tải R_i tạo nên điện áp tín hiệu cần lấy ra. Dòng điện tử nạp cho các tụ C sẽ đi theo mạch sau: tia quét - má phải tụ - má trái tụ - tải R_i - nguồn E_p - điểm chung (catốt). Như vậy dòng điện nạp, tức dòng tín hiệu sẽ đi từ dưới lên (như hình 2-7) và sẽ cho tín hiệu cực tính âm như hình 2-8.

Tóm lại, quá trình tạo tín hiệu xảy ra khi tia quét lướt qua các phần tử của bia và tích điện vào các tụ.

Như đã nhận xét ở phần trên, tạo ảnh nổi điện thế xảy ra trong thời gian dài $t_p = T_V$ - $t \approx T_V$ khi mà các tụ điện phóng qua điện trở R của các phần tử. T_V là chu kỳ quét màn hình, t_n là thời gian rất ngắn để tia quét xong một phần tử. Trong thời gian ngắn t_n , tụ nạp rất nhanh. Như vậy có thể coi dòng nạp (dòng tín hiệu) lớn hơn dòng phóng $k_{\mu z^2}$ lần ($k_{\mu z^2}$ là số phần tử của mặt quét). Ý nghĩa tích lũy điện tích ở vidicon là như vậy.

Nguyên lý tiêu tụ và làm lệch tia quét nhờ cuộn cảm dài (7), và cuộn lệch (8) (hình 2-4). Ngoài khu vực tác động của cuộn lệch, tia quét chỉ chịu tác động của từ trường song song với trục ống do cuộn tiêu tụ tạo ra, nên tia quét tới thẳng góc với mặt bia, chất lượng tín hiệu lấy ra phụ thuộc vào góc tới của tia quét.

c) Quán tính của vidicon

Khác với các loại dụng cụ biến đổi quang - điện khác là vidicon có quán tính. Có hai nguyên nhân gây lên quán tính là: hiệu ứng quang dẫn điện và quán tính khi lấy tín hiệu.

Khi chiếu sáng bia, độ dẫn điện tăng và ngược lại, khi che tối độ dẫn điện giảm. Sự thay đổi độ dẫn điện không theo kịp sự thay đổi của độ chiếu sáng. Mức độ quán tính này phụ thuộc vào vật liệu chế tạo bia, tỉ lệ giữa các thành phần trong vật liệu, công nghệ chế tạo và mức độ chiếu sáng. Chiếu sáng càng sáng, quán tính càng nhỏ.

Quán tính gây ra khi lấy tín hiệu là do dòng điện tử quét nhỏ, không đủ lớn. Như đã biết ở mục lấy tín hiệu ra của vidicon, khi quét để đưa điện thế các phần tử của bia xuống bằng điện thế catốt, tia quét đã "để lại" ở phần sáng của bia nhiều điện tử hơn là để lại ở phần tối. Nói cách khác, ứng với điểm rất sáng, tức ở đó có điện thế dương cao, thì phần lớn điện tử của tia quét khi gần đến bia sẽ quay ngược trở lại. Trong khi nạp điện cho tụ C như vậy ta đã được dòng tín hiệu cần thiết. Vì vậy đòi hỏi dòng điện tia quét phải đủ lớn để nạp đầy điện tích cho các tụ tới mức điện áp $U_c \rightarrow E_p$. Nếu không

đủ lớn, thì sau mỗi lần quét để lấy tín hiệu sẽ lấy không hết, có thể còn sót lại khoảng 25÷30%. Tín hiệu còn sót lại của một số ảnh trước khi quét, làm cho các chi tiết chuyển động của ảnh bị nhoè đi, độ sắc nét và độ rõ của ảnh truyền hình kém đi.

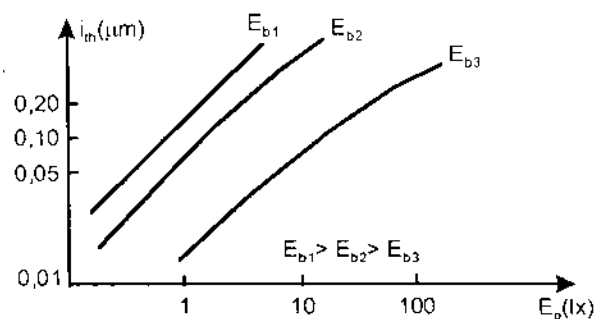
Muốn cải thiện loại quán tính này, có thể tăng dòng quét hoặc giảm điện áp cực tín hiệu E_b , mà vẫn giữ dòng quét như cũ. Giảm E_b tức là đòi hỏi dòng nạp cho các tụ C không lớn, nên dùng dòng tia quét không lớn lắm vẫn đảm bảo yêu cầu trên. Nếu tăng dòng quét thực tế có khó khăn, vì đường kính tia quét ở trên mặt bia tăng lên, làm giảm độ rõ của ảnh truyền hình. Để nâng cao khả năng phân biệt của vidicon, phải tiêu tụ rất cẩn thận để đảm bảo cho đường kính tia quét chỉ còn khoảng vài chục micron (vì diện tích bia của vidicon thường khá nhỏ, cỡ 1,2 cm²).

Tuy có hai loại quán tính kể trên, nhưng quán tính của vidicon phần lớn phụ thuộc vào độ rọi trên bia. Độ rọi càng lớn, quán tính của vidicon càng nhỏ. Do vidicon có quán tính nên khi phát ảnh của vật chuyển động, ảnh truyền hình sẽ không sắc nét, thậm chí nhoè hẳn đi và có đuôi dài khi vật chuyển động quá nhanh.

d) Các đặc tuyến của vidicon

+ Đặc tuyến ánh sáng:

Đặc tuyến ánh sáng không chỉ phụ thuộc thông số của bia, mà còn phụ thuộc cả vào chế độ cung cấp điện. Ở hình 2-9, vẽ các đặc tuyến ánh sáng cùng với các điện áp cực tín hiệu E_b khác nhau. Các trục khắc độ theo logarit. Trong phạm vi độ rọi thường dùng, giá trị γ không đổi và có trị số $\gamma = 0,7$.

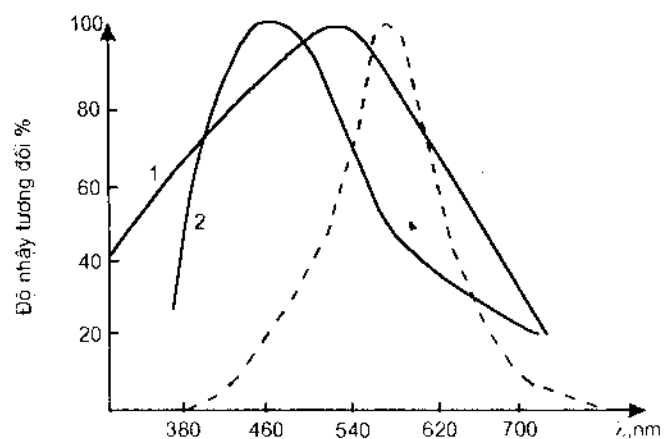


Hình 2-9. Đặc tuyến ánh sáng của vidicon.

+ Đặc tuyến phổ:

Tùy thuộc vật liệu dùng để chế tạo bia, vidicon có thể nhạy cảm với các ánh sáng trông thấy được như tia X, tia tử ngoại hoặc tia hồng ngoại v.v... Hình 2-10 là đặc tuyến phổ của hai loại vidicon.

Trên hình này cũng vẽ đặc tuyến phổ tương đối của mắt để so sánh (đường đứt nét). Nếu dùng các ống loại này thì ảnh



Hình 2-10. Đặc tuyến phổ của vidicon.

truyền hình sẽ mất trung thực vì đặc tuyến lệch sang phía màu xanh và tím. Trong truyền hình trắng đen, đối với các chi tiết màu xanh và tím của vật thì trên màn truyền hình, độ chói của các chi tiết đó không trung thực nữa.

+ Đặc tuyến aperture:

Ta có thể xét khả năng phân biệt của một dụng cụ biến đổi quang - điện bằng đặc tuyến aperture của nó. Khả năng phân biệt của ống chủ yếu là phụ thuộc vào chất lượng tiêu tụ tia quét và tia quang điện tử để dịch chuyển ảnh từ catốt quang điện sang bìa.

e) Đặc tính và sử dụng

So với các loại dụng cụ biến đổi quang - điện như xupeocticôn thì vidicon có ưu điểm hơn: sử dụng dễ dàng, kết cấu gọn, nhẹ, đơn giản vì trong ống ít linh kiện hơn nhiều. Đường kính của các loại vidicon trong khoảng 13÷38 mm, nghĩa là khá gọn. Tuy đơn giản như vậy, nhưng một vài bộ phận của nó đòi hỏi gia công rất phức tạp, trong công nghệ việc chế tạo cuộn lệch và súng điện tử phải khá chính xác. Đối với súng điện tử, Nếu cần điều chỉnh sai lệch do lắp ráp, dùng hai cặp cuộn điều chỉnh 9 (hình 2-6).

Trong chiếu phim truyền hình độ rọi lên phim có điện tích nhỏ, để đạt giá trị lớn, quán tính của nó giảm nhiều. Vì lúc chiếu phim truyền hình độ rọi lớn lên (theo hình 2-9), ống có thể làm việc với E_b nhỏ.

Như ta đã biết (phân quán tính), khi E_b nhỏ, có thể giảm phân quán tính khi lấy tín hiệu ra. Trong trường hợp này, độ nhạy của vidicon kém, song không phải là điều cần quan tâm, vì trong chiếu phim truyền hình không khó khăn gì trong việc tạo ra độ rọi lớn. Trong truyền hình công nghiệp khi phát hình các vật chuyển động chậm thì quán tính của vidicon không ảnh hưởng lắm tới chất lượng của ảnh truyền hình. Theo hình 2-9 ta có thể tăng độ nhạy bằng cách tăng E_b .

2-4. SỰ CẢM THỤ CỦA MẮT VÀ CÁC THAM SỐ CỦA ẢNH TRUYỀN HÌNH

1. Độ tương phản và số bậc sáng trong ảnh truyền hình

Khi quan sát một vật hoặc một ảnh thì độ tương phản (contrast) là một chỉ tiêu chất lượng quan trọng. Độ tương phản được tính bằng tỉ số độ chói chỗ sáng nhất trên độ chói chỗ tối nhất của vật hoặc ảnh.

$$K_{tp} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}}; \quad (2-24)$$

trong đó: $I_{\max}$ - độ chói ở điểm sáng (trắng) nhất của ảnh;

$I_{\min}$ - độ chói ở điểm tối (đen) nhất của ảnh.

Sự thay đổi độ chói trên một vật hoặc trên một ảnh từ chi tiết này sang chi tiết khác có thể từ từ hoặc đột biến. Tuy nhiên, mắt ta không phân biệt được sự chênh lệch quá bé giữa hai mức chói.

Độ chênh lệch tối thiểu giữa hai mức chói mà mắt ta có thể phân biệt được, gọi là độ nhạy sáng của mắt và được xác định bằng:

$$\Delta L = L_0 - L_n; \quad (2-25)$$

trong đó: L_n - độ chói của nền; L_0 - độ chói của điểm sáng trên nền đó;

ΔL - độ chênh lệch tối thiểu mà mắt còn phân biệt được hai mức chói.

ΔL không phải là hằng số, mà thay đổi tùy thuộc vào độ chói của nền. Do đó dùng ΔL không thuận tiện, trong thực tế người ta dùng tỉ số:

$$\delta_{tp} = \frac{\Delta L}{L_n} \quad (2-26)$$

và gọi là độ nhạy contrast của mắt.

Theo định luật Vebe-Fecne, thì tỉ số $\frac{\Delta L}{L_n}$ có trị số không đổi trong phạm vi khá rộng của dải chói. Trong dải chói từ 10 ÷ 1000 nít, độ nhạy contrast của mắt bằng:

$$\frac{\Delta L}{L_n} = 0,02 \div 0,03$$

Để đánh giá độ nhạy contrast của mắt, còn một đại lượng nữa thường được dùng là số bậc chói cực đại trong một dải chói đã cho, tức là trong dải chói từ L_{min} đến L_{max} , có thể chia ra làm bao nhiêu bậc chói mà mắt ta còn khả năng phân biệt được các bậc chói đó.

Bậc chói thấp nhất mà mắt ta có khả năng phân biệt là:

$$L_1 = L_{min} \div \delta_{tp} L_{min} = (1 + \delta_{tp}) L_{min} \quad (2-27)$$

Bậc thứ hai sẽ là:

$$L_2 = L_1 \div \delta_{tp} L_1 = (1 + \delta_{tp}) L_{min} + \delta_{tp} (1 + \delta_{tp}) L_{min} = (1 + \delta_{tp})^2 L_{min}. \quad (2-28)$$

Bằng phương pháp như vậy, bậc thứ ba sẽ là:

$$L_3 = (1 + \delta_{tp})^3 L_{min} \quad (2-29)$$

Và bậc cuối cùng (thứ n) sẽ là:

$$L_{max} = (1 + \delta_{tp})^n L_{min} \quad (2-30)$$

Số bậc chói mà mắt ta có thể phân biệt được sẽ được xác định bằng:

$$n = \frac{\ln \frac{I_{\max}}{I_{\min}}}{\ln(1 + \delta_{tp})} \quad (2-31)$$

Nhưng $\ln(1 + \delta_{tp}) \approx \delta_{tp}$ khi $\delta_{tp} \ll 1$, do đó:

$$n = \frac{\ln \frac{I_{\max}}{I_{\min}}}{\delta_{tp}} = \frac{2,3}{\delta_{tp}} \lg \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{2,3}{\delta_{tp}} \lg K_{tp} \quad (2-32)$$

Như vậy, số bậc chói tỉ lệ với lôgarit của độ tương phản. Contrast càng lớn số bậc chói n càng nhiều.

Contrast của các vật trong thiên nhiên rất lớn, có thể đạt tới 10^8 , nhưng mắt ta không có khả năng đồng thời tiếp nhận được contrast lớn như vậy. Sự thu hẹp contrast trên võng mạc là nhờ khả năng thích nghi của mắt, tức là nhờ sự thay đổi kích thước của con ngươi (gọi là thích nghi nhanh) và nhờ sự hấp thụ của lớp sắc tố trên võng mạc (thích nghi chậm).

Contrast của ảnh càng lớn, thì nhìn càng rõ. Đối với một tấm ảnh, chỗ trắng nhất phản xạ 100%, còn chỗ đen nhất phản xạ khoảng 1% ánh sáng tới. Do đó, contrast của tấm ảnh bằng 100. Đối với ảnh truyền hình thì contrast có thể lớn hơn nhiều, bởi vì màn hình bức xạ sáng. Tuy nhiên, khi xem truyền hình, contrast của màn máy thu hình bị giảm xuống do ánh sáng từ bên ngoài chiếu lên màn hình làm tăng độ sáng ở phần đen của ảnh. Khi không có ánh sáng bên ngoài thì contrast của ảnh là:

$$K_{tp} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} \quad (2-33)$$

Khi có ánh sáng bên ngoài, thì:

$$K'_{tp} = \frac{I_{\max} + I_{ng}}{I_{\min} + I_{ng}} = \frac{1 + \frac{I_{ng}}{I_{\max}}}{1 + \frac{I_{ng}}{I_{\min}}} K_{tp}; \quad (2-34)$$

trong đó: I_{ng} - độ chói do ánh sáng bên ngoài gây ra.

$$\text{Vì } \frac{I_{ng}}{I_{\max}} < \frac{I_{ng}}{I_{\min}} \text{ nên } K'_{tp} < K_{tp}.$$

Đối với ảnh truyền hình, khi $K_{tp} = 100$ được coi như chất lượng tốt; $K_{tp} = 30 \div 40$ được coi như chất lượng ảnh trung bình và $K_{tp} = 10$ thì ảnh đã có thể xem được.

Ứng với các độ contrast trên, theo biểu thức (2-24) tính được số bậc chói tương ứng (khi $\delta = 0,02$).

$$K_{tp} = 100 \rightarrow n = 230.$$

$$K_{tp} = 10 \rightarrow n = 115.$$

Số bậc chói trên ảnh truyền hình thường khác với số bậc chói của vật truyền đi; bởi vì contrast của vật và của ảnh không giống nhau. Nhưng muốn cho ảnh giống với vật, vấn đề có ý nghĩa quan trọng là sự phân bố bậc chói trên ảnh phải tỉ lệ với sự phân bố bậc chói trên vật. Ví dụ, cứ hai bậc chói trên vật thì nhận được một bậc chói trên ảnh và tỉ lệ đó phải không đổi đối với mọi mức chói. Lúc đó có thể viết:

$$n_a = mn_v; \quad (2-35)$$

trong đó: n_a và n_v - số bậc chói của ảnh và của vật; m - hệ số tỉ lệ.

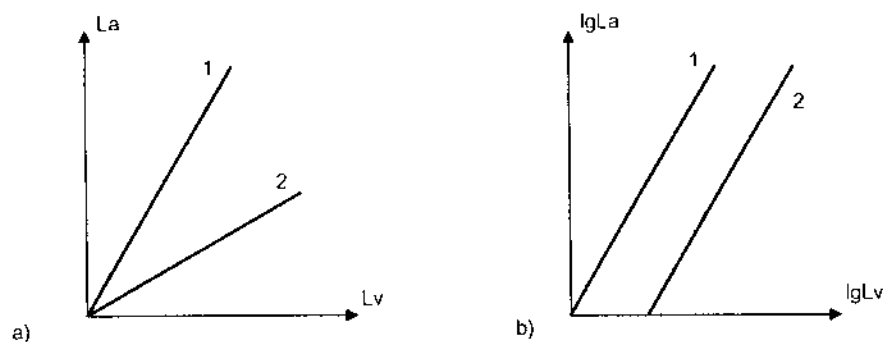
Nếu thay đổi n bằng trị số của nó ở biểu thức (2-32) thì ta có:

$$\lg K_{tpa} = m \lg K_{tpv}; \quad (2-36)$$

trong đó: K_{tpa} - contrast của ảnh; K_{tpv} - contrast của vật.

Hay:
$$K_{tpa} = K_{tpv}^m \quad (2-37)$$

Như vậy, Nếu số bậc chói của ảnh tỉ lệ đường thẳng với số bậc chói của vật, thì contrast của ảnh là hàm số mũ của contrast của vật, trong đó hệ số mũ bằng hệ số tỉ lệ m .



Hình 2-11. Quan hệ độ chói của ảnh và của vật.

Để đánh giá quan hệ giữa contrast của ảnh và của vật, hoặc quan hệ số bậc chói giữa ảnh và vật có thể so sánh quan hệ độ chói của chúng, hoặc qua so sánh quan hệ lôgarit giữa các độ chói của chúng. Nếu trị số độ chói giữa ảnh và vật bằng nhau, thì quan hệ giữa chúng là một đường thẳng đi qua gốc tọa độ và làm thành với trục tọa độ một góc 45° (đường 1 - hình 2-11).

Nếu trị số độ chói của ảnh khác với trị số độ chói của vật nhưng tỉ lệ đường thẳng với nhau, thì quan hệ giữa chúng được diễn đạt bằng đường thẳng 2 trên hình 2-11. Khi độ chói bằng nhau hoặc tỉ lệ đường thẳng với nhau thì contrast không thay đổi.

Thông thường, trong thực tế độ chói của ảnh tỉ lệ không đường thẳng với độ chói của vật. Bởi vì các bộ chuyển đổi ánh sáng - tín hiệu (ống phát) và tín hiệu - ánh sáng (ống thu) là những dụng cụ không đường thẳng.

Nếu ta ký hiệu : L_v - độ chói của ảnh trên ống phát;

L_a - độ chói của ảnh trên ống thu;

U_1 - tín hiệu ở lối ra ống phát;

U_2 - tín hiệu ở lối ra ống thu;

k - hệ số tỉ lệ;

khi đó:

$$U_1 = k_1 L_v^{\gamma_1} \quad (2-38)$$

Tín hiệu U_1 được khuếch đại lên và truyền đi qua đường truyền tin, ở lối vào ống thu sẽ nhận được U_2 trong đó:

$$U_2 = k_2 U_1^{\gamma_2} = k_1^{\gamma_2} k_2 L_v^{\gamma_1 \gamma_2} \quad (2-39)$$

Tín hiệu U_2 kích thích lên cực điều chế của ống thu, trên màn máy thu hình nhận được độ chói L_a :

$$L_a = k_3 U_2^{\gamma_3} = k_1^{\gamma_2 \gamma_3} k_2^{\gamma_3} L_v^{\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3} = k L_v^{\gamma} ; \quad (2-40)$$

trong đó: $k = k_3 k_2^{\gamma_3} k_1^{\gamma_2 \gamma_3}$; $\gamma = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3$

γ_1 - độ méo không đường thẳng của ống phát;

γ_2 - độ méo không đường thẳng của đường truyền;

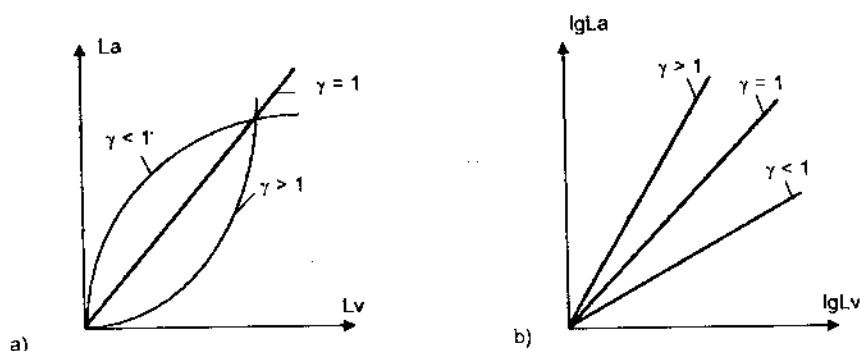
γ_3 - độ méo không đường thẳng của ống thu.

Muốn cho quan hệ giữa L_a và L_v là đường thẳng, γ phải bằng 1. Các trị số γ_1 , γ_2 , γ_3 có thể khác 1, nhưng Nếu điều chỉnh sao cho tích của chúng bằng 1 thì độ chói của ảnh sẽ tỉ lệ đường thẳng với độ chói của vật. Muốn vậy, trong thực tế γ_2 được chọn sao cho:

$$\gamma_2 = \frac{1}{\gamma_1 \cdot \gamma_3} \quad (2-41)$$

Nếu $\gamma \neq 1$ ảnh sẽ bị méo. Dạng méo đó được gọi là méo gamma. Mạch điện để thực hiện γ_2 sao cho $\gamma = 1$, được gọi là mạch sửa méo γ .

Quan hệ giữa độ chói của ảnh và của vật ứng với các trị số γ khác nhau được biểu diễn trên hình 2-12. Trong đó, trên hình 2-12a là quan hệ thẳng, trên hình 2-12b là quan hệ lôgarit.



Hình 2-12. Quan giữa hệ độ chói của ảnh và của vật.

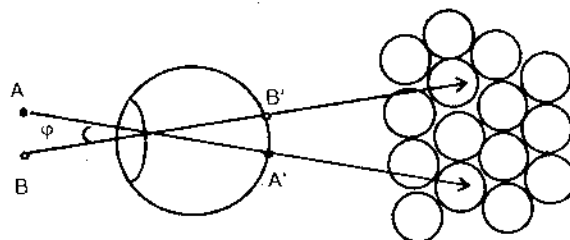
Khi $\gamma \neq 1$ thì sự phân bố số bậc chói giữa ảnh và vật không còn tỉ lệ với nhau nữa. Khi $\gamma > 1$, ở vùng tối, một bậc chói trên ảnh ứng với vài bậc chói trên vật; còn ở vùng sáng, vài bậc chói trên ảnh ứng với một bậc chói trên vật. Khi $\gamma < 1$, quan hệ đó sẽ ngược lại.

Để điều chỉnh contrast của ảnh truyền hình, dùng thang chói chuẩn gồm 10 bậc chói là ảnh tốt. Điều đó có nghĩa là quan hệ giữa độ chói của ảnh và độ chói của vật là đường thẳng, contrast không đổi.

2. Khả năng phân biệt của mắt và độ phân giải của ảnh truyền hình

Khả năng phân biệt của mắt phụ thuộc vào cấu trúc của võng mạc. Ở đây, thảo luận đối với con mắt bình thường, nghĩa là đối với số đông người quan sát.

Khả năng phân biệt của mắt được đặc trưng bằng khoảng cách bé nhất giữa hai điểm mà mắt còn nhận thấy hai điểm đó là phân biệt. Nếu dịch hai điểm đó lại gần nhau hơn nữa thì mắt không phân biệt được hai điểm đó nữa mà thấy chúng chập làm một. Tất nhiên, điều nêu ra trên đây còn phụ thuộc vào khoảng cách từ các điểm quan sát đến mắt người quan sát. Để thuận tiện cho việc khảo sát, không phải xác định bằng khoảng cách giữa điểm quan sát và mắt, người ta thường dùng góc nhìn cho phép. Hai tia sáng từ hai điểm quan sát rơi vào mắt làm thành một góc, gọi là góc nhìn. Góc nhìn bé nhất mà mắt còn phân biệt được hai điểm là riêng biệt gọi là góc nhìn cho phép φ . Trị số nghịch đảo của góc nhìn cho phép $1/\varphi$ được gọi là khả năng phân biệt của mắt.



Hình 2-13. Góc nhìn bé nhất.

Khi quan sát hai điểm, Nếu ảnh của mỗi điểm được chiếu lên một phần tử hình chóp khác nhau trên võng mạc ta sẽ nhận thấy đó là hai điểm (hình 2-13). Nếu dịch hai điểm lại gần nhau đến một mức nào đó,

ảnh của chúng chiếu lên cùng một phần tử hình chóp, mắt ta thấy hai điểm đó chập làm một, vì lúc đó não chỉ nhận được một xung điện kích thích.

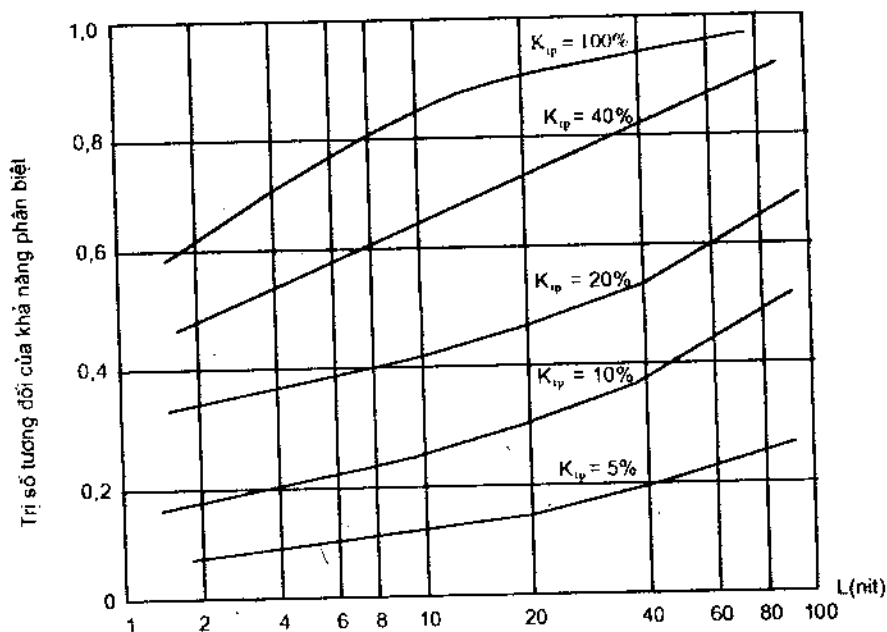
Như vậy, khả năng phân biệt của mắt phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai phần tử hình chóp kề nhau ở vùng trung tâm võng mạc và khả năng điều tiết của mắt.

Tuy nhiên, thực nghiệm chứng minh rằng, ta chỉ phân biệt được hai điểm khi ảnh của chúng được chiếu lên hai phần tử hình chóp cách nhau ít nhất bởi một phần tử hình chóp khác (hình 2-13, trong đó võng mạc được vẽ phóng đại lên).

Góc nhìn cho phép φ của mắt có trị số khoảng $1 \div 1,5$ phút. Khả năng phân biệt của mắt đối với vùng trung tâm của võng mạc là lớn nhất. Càng xa vùng trung tâm, khả năng phân biệt giảm dần, bởi vì mật độ phần tử hình chóp thưa dần.

Khả năng phân biệt của mắt phụ thuộc vào độ chói và contrast của vật quan sát (hình 2-14). Độ chói và contrast càng lớn, khả năng phân biệt càng lớn. Trong kỹ thuật, khi tính toán, trị số góc nhìn cho phép thường dùng bằng 1,0 phút.

Trong kỹ thuật truyền hình, xuất phát từ khả năng phân biệt của mắt để xác định số dòng quét cần thiết của ảnh truyền hình. Muốn nhận được một ảnh nghệ thuật đẹp trên màn truyền hình, phải làm cho người xem truyền hình không thấy được cấu trúc của các dòng quét. Điều đó có nghĩa là phải chọn số dòng quét đủ lớn, để cho lúc nhìn hai dòng quét kề nhau dưới góc nhìn bé hơn góc nhìn cho phép.



Hình 2-14. Khả năng phân biệt của mắt phụ thuộc theo độ chói và độ contrast của ảnh.

Khoảng nhìn rõ nhất của mắt theo chiều dọc giới hạn trong góc 12° . Như vậy, Nếu màn máy thu hình có độ cao là h , mắt người xem phải cách màn ảnh một khoảng $l = 5h$ sẽ thấy ảnh rõ nhất.

Xuất phát từ đó, Nếu ký hiệu góc nhìn khi xem truyền hình là:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{h}{2l} \quad (2-42)$$

thì số dòng quét sẽ là:

$$z = \frac{\alpha}{\varphi} = \frac{12}{1} = \frac{12 \cdot 60}{1} = 720 \quad (2-43)$$

Số dòng càng lớn, ảnh càng rõ. Tuy nhiên, khi số dòng quét tăng, lúc đầu độ rõ tăng nhanh sau đó chậm dần (hình 2-15). Chọn chỉ tiêu cho hệ thống truyền hình phải phối hợp nhiều mặt, vì khi tăng số dòng quét thì tăng độ rõ của ảnh, đồng thời lại gây ra nhiều khó khăn về kỹ thuật. Do đó khi chọn số dòng quét cho hệ thống truyền hình phải xuất phát từ các chỉ tiêu kỹ thuật nói chung, chứ không phải chỉ căn cứ vào độ rõ của ảnh. Số dòng quét thường dùng như sau:

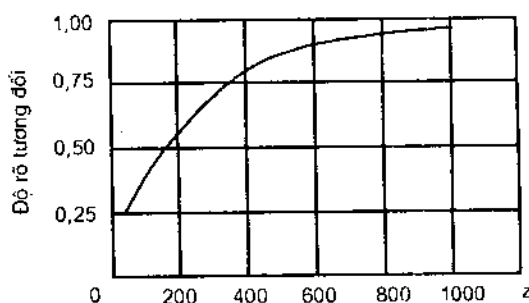
- Hệ thống OIRT và CCIR: $z = 625$.
- Hệ thống cũ của Pháp: $z = 819$.
- Hệ thống I'CC của Mỹ: $z = 525$.
- Hệ thống cũ của Anh: $z = 405$.

Khả năng phân biệt của mắt với góc nhìn cho phép bằng $1 \div 1,5$ phút là đối với ảnh đen trắng, tức là khả năng phân biệt các điểm đen trên nền trắng hoặc điểm trắng trên nền đen. Nếu quan sát các điểm màu đen trên nền màu, khả năng phân biệt của mắt thấp hơn nhiều. Khả năng phân biệt các chi tiết màu của ảnh so với khả năng phân biệt độ chói (đen - trắng) được dẫn ra ở bảng 2-1.

Như vậy có nghĩa là, Nếu lấy khả năng phân biệt các điểm đen trên nền trắng (hoặc điểm trắng trên nền đen) làm mốc để so sánh, thì khả năng phân biệt của điểm đen trên nền đỏ chỉ bằng 0,5 và các điểm đen trên nền lam thấp hơn nữa, chỉ bằng 0,26.

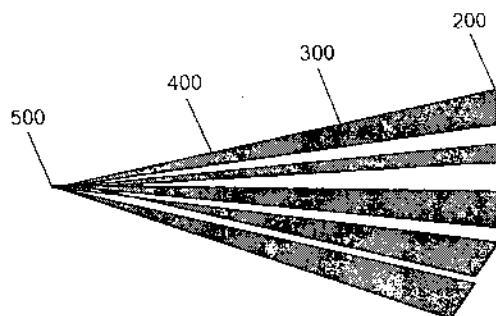
Bảng 2-1. Khả năng phân biệt các chi tiết màu của ảnh so với khả năng phân biệt độ chói

Màu của vật (ảnh) quan sát	Khả năng phân biệt	Màu của vật (ảnh) quan sát	Khả năng phân biệt
Đen - Trắng	1,00	Lục - Đỏ	0,40
Đen - Lục	0,94	Đỏ - Lam	0,23
Đen - Đỏ	0,90	Lục - Lam	0,19
Đen - Lam	0,26		



Hình 2-15. Độ rõ của ảnh phụ thuộc theo dòng.

Để đánh giá độ rõ của ảnh truyền hình, người ta thường dùng hình chuẩn là các dải sọc đen-trắng song song, thẳng đứng hoặc nằm ngang. Độ rộng của các sọc đã biết trước, thí dụ bằng 1/100, 1/200, 1/400 v.v... chiều cao màn ảnh, bên cạnh các dải sọc có đề chữ 100, 200, 400, 600. Nếu chỉ xem ảnh ta phân biệt rõ được dải sọc đen trắng ở chỗ có ghi 600, có nghĩa là ảnh có độ rõ 600 dòng (300 dòng trắng, 300 dòng đen xen kẽ nhau). Trên các bảng thử chuẩn còn có thể dùng hình nan quạt thẳng đứng hoặc nằm ngang (hình 2-16) để xác định độ rõ của ảnh. Hình nan quạt thẳng đứng dùng để đánh giá độ rõ theo chiều ngang, còn hình nan quạt nằm ngang để xác định độ rõ theo chiều thẳng đứng.



Hình 2-16. Hình nan quạt.

Bên cạnh hình nan quạt có đề các con số 200, 400, 600, có nghĩa là độ rộng của các nan quạt ở các vị trí tương ứng bằng 1/200, 1/400, 1/600 chiều cao của màn ảnh. Nếu khi xem truyền hình ta thấy rõ được hình nan quạt đến chỗ có ghi con số 400 chẳng hạn, còn khoảng từ 400÷600 bị nhòe không thấy rõ từng nan quạt, có nghĩa là ảnh rõ đến 400 dòng.

3. Quán tính của thị giác và tần số nhấp nháy của ảnh truyền hình

Ánh sáng tác dụng lên võng mạc, gây ra phản ứng quang hoá ở các phân tử nhạy cảm ánh sáng. Khi ánh sáng biến đổi đột ngột, phản ứng quang hoá không thể xảy ra hoặc mất đi một cách tức thời được, mà phải từ từ, nghĩa là thị giác có quán tính.

Nếu một chuỗi xung chói dạng chữ nhật (hình 2-17a) tác dụng nên mắt, ta cảm thấy các xung đó xuất hiện và mất đi một cách từ từ (hình 2-17b). Độ chói cảm thấy đó tăng lên và giảm xuống theo quy luật hàm mũ:

$$\left. \begin{aligned} L_c(t) &= L_m (1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}) & \text{khí: } t_1 < t < t_2 \\ L_c(t) &= L_m e^{-\frac{t}{\tau_2}} & \text{khí: } t_2 < t < t_3 \end{aligned} \right\}; \quad (2-44)$$

trong đó: L_m - biên độ của xung chói; $L_c(t)$ - độ chói cảm thấy;

τ_1 và τ_2 - các hằng số thời gian xác định quán tính của thị giác, trong đó τ_1 xác định tốc độ tăng và τ_2 xác định tốc độ giảm của độ chói, ở đây $\tau_2 > \tau_1$.

Theo hình 2-17, khi tần số lặp lại của xung chói thấp, mắt ta thấy các xung chói là riêng biệt. Khi tăng dần tần số lặp lại của xung chói do có quán tính, mắt không có khả năng phân biệt được từng xung nữa, mà chỉ cảm thấy nguồn sáng bị nhấp nháy. Nếu tiếp tục tăng tần số của xung chói đến một mức độ nào đó, thì mắt cảm thấy nguồn sáng đó là nguồn bức xạ liên tục. Tần số lặp lại tối thiểu của xung chói để thị giác cảm thấy nguồn sáng bức xạ xung như là một nguồn bức xạ liên tục gọi là tần số nhấp nháy tới hạn.

Tần số nhấp nháy tới hạn phụ thuộc vào độ chói; vì hằng số thời gian τ_1 và τ_2 phụ thuộc vào độ chói. Khi độ chói tăng, τ_1 và τ_2 giảm, do đó tần số nhấp nháy tới hạn tăng.

Tần số nhấp nháy tới hạn còn phụ thuộc vào điều kiện quan sát, như kích thước của vật sáng và mức chói của nền. Đối với màn ảnh truyền hình, tần số nhấp nháy tới hạn vào khoảng $48 \div 50$ Hz.

Khi tần số lặp lại bằng tần số nhấp nháy tới hạn, thì độ chói cảm thấy của màn truyền hình được xác định theo định luật Tan-bốt, bằng:

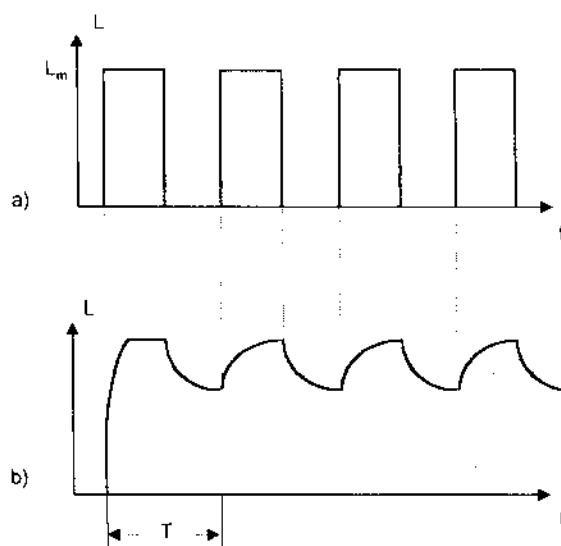
$$L_c = \frac{1}{T} \int_0^T L(t) dt; \quad (2-45)$$

trong đó: $L(t)$ - độ chói của màn bức xạ không liên tục;

T - chu kỳ lặp lại của xung.

Theo định luật Tan-bốt, Nếu biết tần số lặp lại và biết độ chói, độ dư huy của màn huỳnh quang máy thu hình, có thể xác định độ chói cảm thấy.

Trong các hệ truyền hình OIRT và CCIR, người ta chọn tần số lặp lại của màn chói bằng 50 Hz, có nghĩa là màn chói phải chớp 50 lần trong 1 giây. Còn trong các hệ truyền hình dân dụng của Mỹ, Nhật chọn 60 Hz. Tần số đó gọi là tần số màn. Tần số màn được xác định bởi bộ quét màn. Ta thấy trong các hệ truyền hình, chọn tần số màn bằng tần số của mạng điện lực. Điều đó rất quan trọng để loại trừ các dạng méo động như méo hình học động, méo chói động.



Hình 2-17. a) Xung chói hình chữ nhật;
b) Dạng xung xuất hiện trên mắt

Ở tần số 60 Hz, mắt ta dễ phát hiện các dạng méo động hơn là méo tĩnh. Thí dụ, méo hình học tĩnh có thể đạt đến 10% mà mắt ta vẫn chưa phát hiện, nhưng méo hình học động, ví dụ màn bị lắc lư, thì chỉ cần đạt 1% là đã thấy rõ.

Nếu tần số màn khác với tần số của mạng điện lực, thì khi hệ thống truyền hình làm việc với nguồn điện lấy từ mạng điện, tần số của mạng điện sẽ ảnh hưởng đến màn ảnh, làm cho màn ảnh bị lắc lư hoặc độ chói trên màn phân bố không đồng đều; và sự phân bố độ chói không đều đó di động theo chiều thẳng đứng. Hiện tượng đó làm chất lượng ảnh giảm và người xem cảm thấy rất khó chịu.

4. Kích thước của màn ảnh truyền hình và méo hình học

Kích thước của ảnh truyền hình được chọn sao cho thoả mãn điều kiện quan sát tối ưu. Kinh nghiệm cho thấy rằng, khi quan sát một tấm ảnh phẳng có chiều cao là h , phải để tấm ảnh cách xa mắt một khoảng l bằng $(5 \div 6)h$ thì cảm thấy ảnh rõ nhất. Điều đó có nghĩa là góc nhìn rõ nhất của mắt theo chiều thẳng đứng vào khoảng 12° . Còn góc nhìn rõ nhất của mắt theo chiều nằm ngang vào khoảng $15^\circ \div 16^\circ$. Xuất phát từ các góc nhìn rõ nhất đó, người ta chọn kích thước của màn ảnh. Tỷ số chiều ngang b trên chiều cao h của màn ảnh được gọi là phổ ảnh, thường chọn bằng:

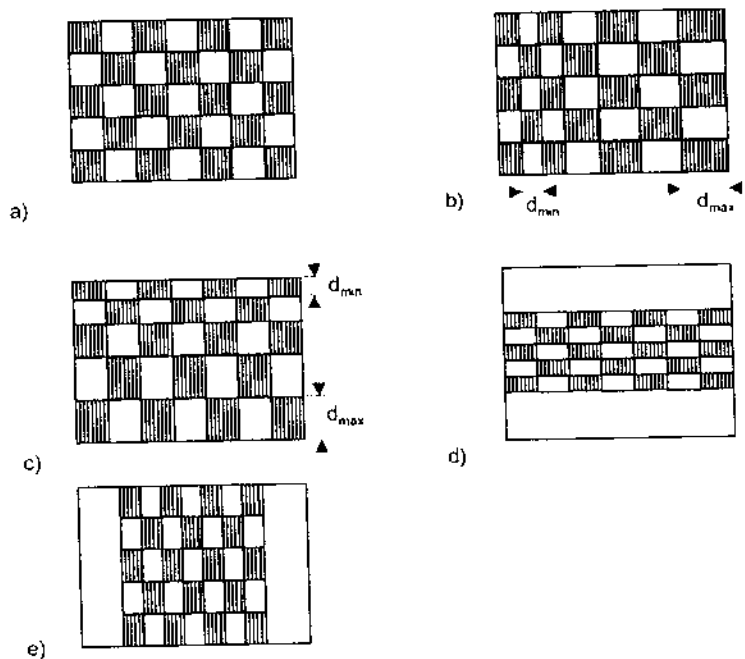
$$\frac{b}{h} = \frac{4}{3} \text{ hoặc } \frac{b}{h} = \frac{5}{4} \quad (2-46)$$

Vì kích thước chiều rộng và chiều cao không giống nhau, nên kích thước màn ảnh máy thu hình được đặc trưng bằng đường chéo góc. Ví dụ nói màn ảnh (máy thu hình) 47 cm hoặc 59 cm có nghĩa là đường chéo góc của màn ảnh bằng 47 cm hoặc 59 cm. Ở một số nước tư bản thường dùng đơn vị inch để chỉ chiều dài đường chéo của màn ảnh máy thu hình (1 inch bằng 2,54 cm).

Khi khôi phục ảnh, ảnh nhận được trên màn máy thu hình phải hoàn toàn đồng dạng với ảnh phát đi. Nếu không đồng dạng tức là ảnh bị méo loại, loại méo này gọi là méo hình học.

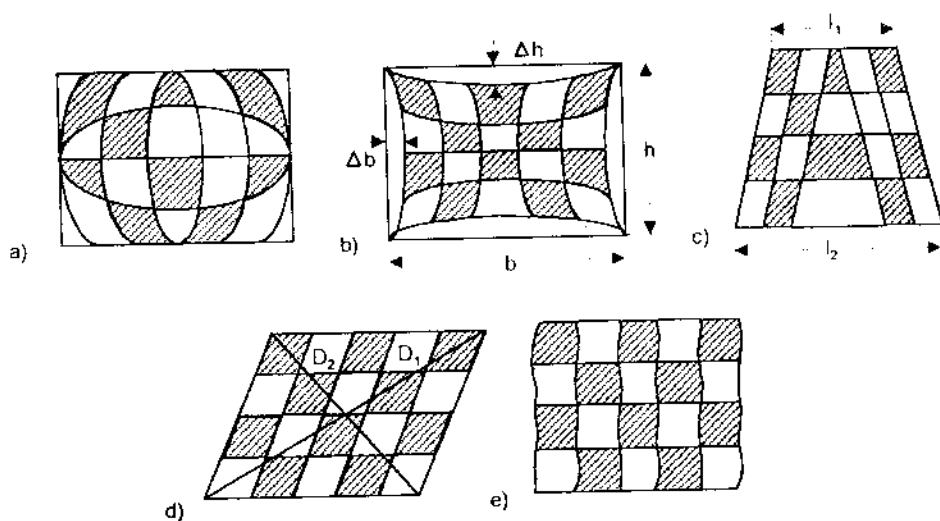
Để điều chỉnh máy thu hình khỏi bị méo hình học, người ta phát đi băng chuẩn hình ô vuông. Nếu ảnh nhận được là những ô vuông bằng nhau thì ảnh không bị méo (hình 2-18a). Còn ảnh là những ô vuông không bằng nhau là ảnh bị méo hình học (hình 2-18b, c, d, e).

Trong đó, dạng méo ở hình 2-18b là do từ trường làm lệch tia điện tử theo chiều ngang trong ống thu và ống phát không tuyến tính gây ra. Dạng méo ở hình 2-18c là do từ trường làm lệch tia điện tử theo chiều dọc không tuyến tính gây ra. Còn dạng méo ở hình 2-18d và 2-18e là do cường độ từ trường làm lệch tia điện tử theo chiều dọc và chiều ngang không đủ lớn gây ra.



Hình 2-18. Các loại méo hình học.

Méo hình học còn có thể làm cho khổ ảnh bị thay đổi (hình 2-19). Trong đó dạng méo ở hình 2-19a gọi là méo hình thùng, còn dạng méo ở hình 2-19b gọi là méo hình gối. Méo hình thùng và méo hình gối do sự phân bố từ trường làm lệch tia điện tử không đồng đều gây ra. Méo hình thang (hình 2-19c) là do trục của hệ thống quang học không vuông góc với catốt quang điện của ống phát hoặc trục súng điện tử không vuông góc với màn ảnh ở ống thu gây ra.



Hình 2-19. Các loại méo hình học.

Méo hình bình hành (hình 2-19d) do các từ trường làm lệch theo chiều dọc và chiều ngang không vuông góc gây ra (cuộn dây làm lệch dọc và ngang đặt không vuông góc). Méo ở hình 2-19c là do nhiễu tần số thấp tác động lên từ trường làm lệch gây ra.

Nói chung, méo hình học là do các bộ quét gây ra. Muốn loại trừ các loại méo này phải điều chỉnh các bộ quét hoặc dùng các mạch hiệu chỉnh vào các bộ quét.

Méo hình học được tính theo phần trăm. Thí dụ méo hình học ở hình 2-18b và c được tính theo công thức:

$$K_{hh} = 2 \frac{d_{\max} - d_{\min}}{d_{\max} + d_{\min}} 100\% \quad (2-47)$$

Méo hình học ở hình 2-19 được tính theo các biểu thức :

- Méo hình thùng và hình gối:

$$K_{hh} = \frac{\Delta h}{b} 100\% \text{ và } K_{hh} = \frac{\Delta b}{h} 100\% \quad (2-48)$$

- Méo hình thang:

$$K_{hh} = 2 \frac{l_2 - l_1}{l_2 + l_1} 100\% \quad (2-49)$$

- Méo hình bình hành:

$$K_{hh} = 2 \frac{D_1 - D_2}{D_1 + D_2} 100\% \quad (2-50)$$

Méo hình học có thể cho phép đến trị số $10 \div 15\%$. Mắt chỉ có thể phát hiện được méo lớn hơn 5% .

2-5. ĐẶC ĐIỂM CỦA TÍN HIỆU HÌNH

1. Hình dạng tín hiệu hình

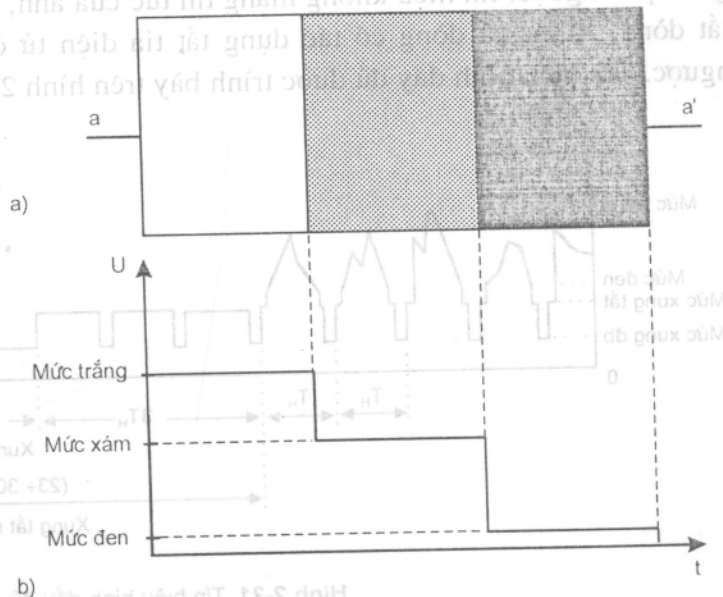
Như đã nói ở phần trên, nguyên tắc chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện là chuyển đổi độ chói của từng phần tử ảnh thành dòng điện (hoặc điện áp tín hiệu).

Giả thiết quá trình chuyển đổi được thực hiện theo quy luật thông dụng là lần lượt chuyển đổi các phần tử ảnh của từng dòng, hết dòng này sang dòng khác, từ trên xuống dưới.

Ví dụ: Sự phân bố độ rọi trên catốt quang điện của bộ chuyển đổi (ảnh quang chiếu lên catốt quang điện) như hình 2-20a. Ta hãy lấy tín hiệu của các phần tử ảnh làm thành dòng aa để khảo sát. Nếu kích thước của phần tử ảnh (tia điện tử) rất nhỏ so với chi tiết ảnh, thì trị tức thời của tín hiệu hình hoàn toàn tỉ lệ với mức chói ở từng thời điểm của ảnh dọc theo dòng aa' (hình 2-20b).

Từ hình 2-20b rút ra những nhận xét sau:

- Tín hiệu hình là tín hiệu đơn cực tính, bởi vì độ chói của ảnh có trị số dương, biến đổi từ không đến trị số dương cực đại. Do đó tín hiệu hình tương ứng cũng chỉ có một cực tính, hoặc là dương, hoặc là âm. Nếu ứng với điểm trắng của ảnh, tín hiệu có trị số điện áp lớn nhất; ứng với các điểm đen, tín hiệu có điện áp nhỏ nhất (trị số đại số) thì gọi là tín hiệu cực tính dương.



Hình 2-20. Ví dụ chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện.

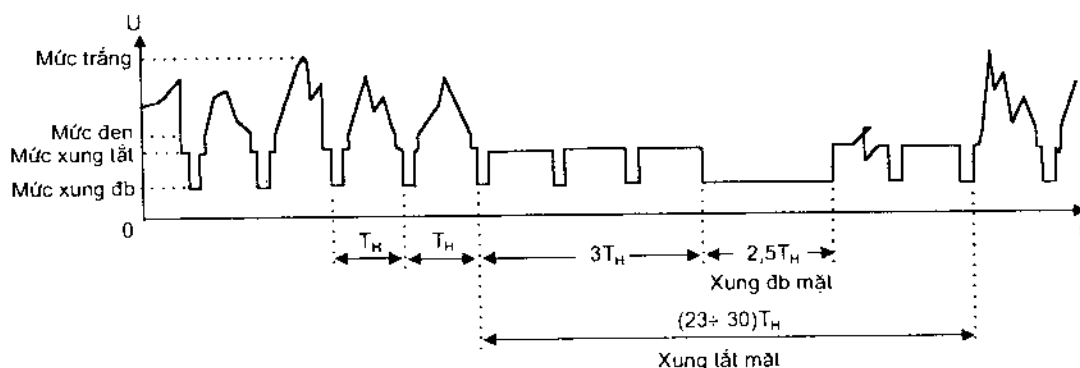
Nếu ngược lại, thì gọi là tín hiệu cực tính âm. Nói cách khác tín hiệu hình có chứa thành phần một chiều (trị trung bình). Trị trung bình của tín hiệu đối với mỗi dòng tỉ lệ với độ chói trung bình của dòng đó. Trị trung bình của tín hiệu đối với mỗi ảnh tỉ lệ với độ chói trung bình của ảnh đó. Đối với ảnh đứng im, độ chói trung bình không thay đổi, do đó trị trung bình (thành phần một chiều) của tín hiệu cũng không thay đổi. Đối với ảnh động hoặc chuyển từ cảnh này sang cảnh khác, độ chói trung bình của ảnh luôn thay đổi, nhưng tốc độ biến đổi rất chậm, do đó thành phần trung bình thay đổi rất chậm, với tần số khoảng từ 0 đến 2; 3 Hz.

Do tín hiệu hình là tín hiệu đơn cực tính, có tính chất như tín hiệu xung, nên khi đo lường không đo theo trị số hiệu dụng, mà đo theo trị số giữa đỉnh với đỉnh (hiệu số giữa mức cực đại và mức cực tiểu của tín hiệu).

- Tín hiệu hình, nói chung, là tín hiệu không chu kỳ. Chỉ trong trường hợp truyền ảnh không di động thì tín hiệu có chu kỳ, bằng chu kỳ tần số ảnh. Trường hợp đặc biệt khi truyền những dải sọc thẳng bất động, thì chu kỳ lặp lại của ảnh bằng chu kỳ dòng.

Trong quá trình chuyển đổi, tín hiệu hình bị ngắt quãng qua mỗi dòng. Tia điện tử làm nhiệm vụ chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện quét lên bia thành từng dòng, khi hết một dòng tia được trở lại đầu dòng để quét dòng tiếp theo. Do đó, mỗi chu kỳ quét được chia làm hai phần: Phần quét thuận - tia điện tử có tác dụng chuyển đổi ảnh thành tín hiệu điện, chiếm khoảng 82÷84% của một chu kỳ quét dòng. Phần quét ngược là phần thời gian tia điện tử từ cuối dòng quay về đầu dòng để chuẩn bị quét tiếp dòng sau, chiếm khoảng 16 ÷ 18% của một chu kỳ quét dòng. Trong khoảng thời

gian quét ngược, tín hiệu không mang tin tức của ảnh, nên được dùng để truyền xung tắt dòng. Xung tắt dòng có tác dụng tắt tia điện tử ở ống tia trong thời gian quét ngược. Tín hiệu hình đầy đủ được trình bày trên hình 2-21.



Hình 2-21. Tín hiệu hình đầy đủ.

Cũng tương tự như vậy đối với ảnh, khi tia điện tử quét hết một ảnh, tức là quét một lượt qua tất cả các dòng của ảnh từ trên xuống dưới, tia phải chuyển động ngược lại từ dưới lên trên được gọi là thời gian quét ngược của ảnh. Trong khoảng thời gian này, tín hiệu không mang tin tức của ảnh nên được dùng để truyền xung tắt mật. Xung tắt mật có tác dụng tắt tia điện tử của ống thu trong thời gian quét ngược của ảnh. Thời gian quét ngược của ảnh thường dài bằng 23 ± 30 chu kỳ của dòng.

Như vậy xung tắt dòng xuất hiện sau mỗi dòng và xung tắt màn xuất hiện sau mỗi màn. Mức đỉnh của xung tắt được chọn vượt quá mức đen một ít để đảm bảo tắt hoàn toàn tia điện tử ở ống thu trong thời gian quét ngược, nên còn gọi là mức quá đen (xem hình 2-21). Mức đen là mức tín hiệu ứng với điểm đen của ảnh. Mức trắng là mức tín hiệu ứng với điểm trắng của ảnh.

Trong thời gian quét ngược còn truyền xung đồng bộ. Quá trình quét ảnh, xử lý tín hiệu tại phía phát, truyền qua kênh thông tin, thu nhận, xử lý và hiển thị thông tin tại phía thu cần phải được đồng bộ. Tín hiệu đồng bộ được dùng để khống chế bộ quét trong máy thu hình điều khiển tia điện tử trong ống thu làm việc đồng bộ và đồng pha với tia điện tử quét trong ống phát. Tín hiệu đồng bộ được tạo ra và truyền đi trên kênh thông tin cùng với tín hiệu hình. Tổng hợp của tín hiệu hình và tín hiệu đồng bộ cho ta tín hiệu truyền hình.

Tín hiệu đồng bộ dòng được đặt trên đỉnh của xung xoá dòng, và tín hiệu đồng bộ màn được đặt trên đỉnh của xung xoá màn. Tín hiệu đồng bộ cũng là các xung có biên độ và thời gian xác định nên còn được gọi là xung đồng bộ dòng và xung đồng bộ màn.

Trong khoảng thời gian xoá màn, thường khá lớn khi so với thời gian của một dòng quét - xung đồng bộ màn hình có độ rộng bằng 2,5 hoặc 3 chu kỳ quét dòng, nhằm để tạo được quá trình đồng bộ chính xác sau các khoảng thời gian dài như vậy, tín hiệu đồng bộ màn hình còn mang theo các xung cân bằng. Đó là chuỗi các xung nằm trước và sau xung đồng bộ màn hình trong khoảng thời gian xoá màn hình. Khoảng cách và thời gian giữa các xung cân bằng được xác định khác nhau tuỳ theo các hệ truyền hình. Tín hiệu hình đã được cộng cả xung tắt và xung đồng bộ được gọi là tín hiệu truyền hình đầy đủ.

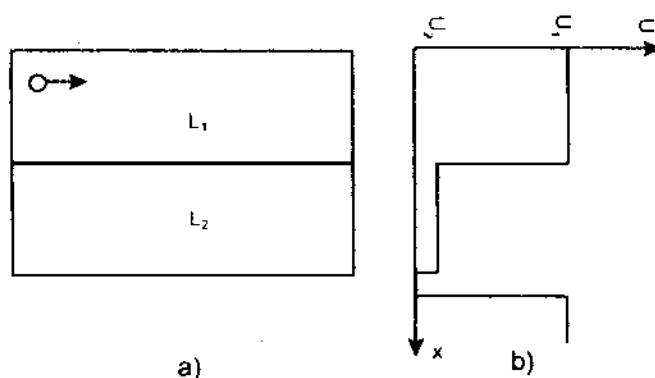
2. Phổ tín hiệu hình

a) Xác định phổ

Xác định tần phổ của tín hiệu hình là xác định các thành phần xoay chiều của tín hiệu. Ứng với các chi tiết lớn của ảnh là các thành phần tần số thấp và ứng với các chi tiết nhỏ của ảnh là các thành phần tần số cao của tần phổ tín hiệu hình.

Để xác định dải tần phổ của tín hiệu hình, trước hết ta xác định giới hạn dưới và giới hạn trên của phổ, tức là thành phần thấp nhất và thành phần cao nhất của tần phổ, sau đó sẽ khảo sát sự phân bố phổ trong giới hạn đã xác định.

Thành phần thấp nhất của tần phổ được xác định bằng tần số quét màn hình (quét dọc). Chúng ta dễ dàng thấy rằng ảnh có dạng như ở hình 2-22a (gồm hai phần: phần trắng có độ chói L_1 và phần đen có độ chói L_2). Đường ranh giới trắng đen song song với dòng quét.



Hình 2-22. Xác định thành phần thấp nhất của tần phổ tín hiệu hình.

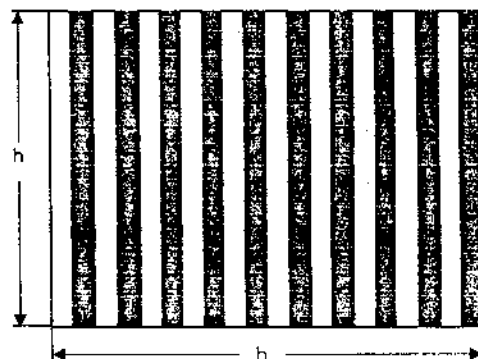
Tín hiệu điện tương ứng như hình 2-22b (xung chữ nhật có tần số bằng tần số quét màn hình). Đó là thành phần thấp nhất của tần phổ tín hiệu hình, không có dạng ảnh nào khác cho thành phần tần phổ thấp hơn. Thấp hơn nữa (khi ảnh chỉ có một mức chói đồng đều) là thành phần một chiều.

Như vậy, thành phần xoay chiều thấp nhất của tín hiệu hình bằng tần số quét màn hình. Kết luận này đúng với bất kỳ một dạng ảnh phức tạp nào. Việc xác định giới hạn trên của tần phổ phức tạp hơn nhiều. Muốn tăng độ rõ của ảnh truyền hình, phải

khôi phục lại được các chi tiết nhỏ của ảnh truyền đi, tức là phải truyền đi các thành phần tần số cao của tín hiệu hình tương ứng với các chi tiết nhỏ đó.

Ta biết rằng hệ thống truyền hình chỉ có thể khôi phục lại được ảnh với các chi tiết có kích thước xấp xỉ phần tử ảnh. Kích thước của phần tử ảnh được xác định bằng ô vuông mà mỗi cạnh bằng chiều rộng của một dòng quét. Vì vậy, số dòng quét càng lớn, kích thước của phần tử ảnh càng nhỏ, ảnh càng rõ.

Độ rộng tần phổ của tín hiệu hình còn phụ thuộc vào vận tốc của tia quét, tức là phụ thuộc vào thời gian truyền đi được các chi tiết ảnh có kích thước xấp xỉ phần tử ảnh. Ta hãy phân tích ảnh có dạng gồm các dải sọc đen - trắng xen kẽ thẳng đứng (hình 2-23) và độ rộng của mỗi dải sọc bằng độ rộng của dòng quét.



Hình 2-23. Ảnh dải sọc đen - trắng.

Nếu chiều cao của màn ảnh ký hiệu là h , chiều rộng của màn ảnh ký hiệu là b , và $b/h = K_a$, số dòng quét là z , thì ảnh gồm $K_a z/2$ cặp dải sọc đen - trắng thẳng đứng. Thời gian truyền hai phần tử ảnh kế nhau (tia điện tử quét qua một cặp dải sọc đen - trắng) làm thành một chu kỳ tín hiệu. Đó là thành phần cao nhất của tín hiệu hình cần phải truyền đi.

Hãy tính thời gian truyền một phần tử ảnh (t_{pu}), sau đó tính thành phần cao nhất của tín hiệu hình. Để xác định được thời gian truyền một phần tử ảnh, trước hết phải xác định số phần tử ảnh trên một ảnh và số ảnh truyền đi trong một giây, từ đó tính ra thời gian t_{pu} .

Số phần tử ảnh trên một ảnh bằng:

$$N_a = K_a z^2 \quad (2-51)$$

Nếu số ảnh truyền đi trong một giây là n_a , thì số phần tử ảnh truyền đi trong một giây bằng:

$$N = n_a N_a = n_a K_a z^2 \quad (2-52)$$

Thời gian truyền một phần tử ảnh bằng:

$$t_{pu} = \frac{1}{N} = \frac{1}{n_a K_a z^2} \quad (2-53)$$

Thành phần tần số cao nhất của tín hiệu hình bằng:

$$f_c = \frac{1}{2t_{pu}} = \frac{n_a K_a z^2}{2} \quad (2-54)$$

Trong thực tế không phải toàn bộ thời gian quét đều là hữu ích, mà chỉ có trong thời gian quét thuận tín hiệu hình mới mang tin tức của ảnh; còn thời gian quét ngược không truyền đi tin tức. Nếu chu kỳ quét dòng ký hiệu là T_H , thì thời gian quét ngược bằng:

$$T_{Hng} = \alpha T_H; \quad (2-55)$$

trong đó: α - hệ số tính bằng phần trăm thời gian của một chu kỳ T_H .

Thời gian quét dòng thuận bằng $T_{Hth} = (1 - \alpha)T_H$. Lúc đó thời gian truyền một phần tử ảnh giảm $1/(1 - \alpha)$ lần, và thành phần tần số cao nhất của tần phổ tăng $1/(1 - \alpha)$ lần:

$$f_c = \frac{n_a K_a z^2}{2(1 - \alpha)} \quad (2-56)$$

Thực nghiệm đã chứng minh rằng, để đảm bảo cho hệ thống có khả năng phân tích đến mức thấy được các chi tiết ảnh có kích thước bằng phần tử ảnh, thì có thể giảm dải tần số xuống bằng hệ số $P = 0,75 \div 0,85$ lần. Do đó, giới hạn trên của tần phổ có thể xác định bằng:

$$f_c = P \frac{n_a K_a z^2}{2(1 - \alpha)} \quad (2-57)$$

Thời gian quét ngược của mặt không ảnh hưởng đến thời gian truyền một phần tử ảnh, mà chỉ làm giảm số dòng hữu ích do đó làm giảm độ rõ theo chiều dọc. Nếu ký hiệu hệ số thời gian quét ngược của mặt là:

$$\beta = T_{Hng}/T_H; \quad (2-58)$$

thì chỉ có $(1 - \beta)z$ dòng quét trên màn ảnh có tác dụng truyền tin tức, còn βz dòng xuất hiện trong thời gian quét ngược.

Trong thực tế, để đảm bảo cho ảnh được độ rõ theo chiều ngang bằng độ rõ theo chiều dọc, có thể giảm dải tần số xuống $(1 - \beta)$ lần, tức là có thể xác định giới hạn trên của tần phổ theo biểu thức:

$$f_c = P \frac{n_a K_a z^2}{2} \cdot \frac{(1 - \beta)}{(1 - \alpha)} \quad (2-59)$$

Nếu $p = 0,8$; $n_a = 50$; $k_a = 4/3$; $z = 625$; $\beta = 0,05$; $\alpha = 0,18$ thì:

$$f_c = 0,8 \frac{50 \cdot 4 \cdot 625^2}{2 \cdot 3} \cdot \frac{1 - 0,05}{1 - 0,18} \approx 12 \text{ MHz}$$

Tần phổ của tín hiệu hình như vậy rất rộng gây nhiều khó khăn trong việc truyền tin: trong một khoảng tần số đã cho chứa được rất ít đường thông tin; các thiết bị thông tin phải có dải thông rất rộng (bằng 12 MHz), mức nhiễu lớn làm giảm tỉ số tín hiệu trên

nhiều gây khó khăn cho việc chế tạo các thiết bị dải rộng v.v... Do đó, yêu cầu đề ra là phải giảm dải phổ của tín hiệu hình.

Từ biểu thức (2-50), thấy rằng dải phổ của tín hiệu hình phụ thuộc rất lớn vào số dòng quét z . Muốn giảm dải phổ có thể giảm số dòng quét z , nhưng như vậy lại giảm độ rõ của ảnh. Đó là điều không mong muốn. Cũng có thể thu hẹp dải phổ bằng cách giảm số ảnh n_a truyền trong một giây. Nhưng nếu n_a giảm xuống bé hơn (48+50) thì màn ảnh sẽ nhấp nháy làm cho người xem rất nhức mắt. Do đó, phương pháp quét xen kẽ đã được sử dụng cho hầu hết các hệ truyền hình. Nếu sử dụng quét xen kẽ, thì thực tế đã nâng tần số màn hình lên gấp đôi (50 màn hình). Điều đó có nghĩa là đã giảm tần số tín hiệu hình xuống một nửa:

$$\frac{12 \cdot 10^6 \text{ Hz}}{2} = 6 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 6 \text{ MHz}$$

b) Hình dạng phổ tín hiệu hình

Tần số của tín hiệu hình khi quét cách dòng có thành phần thống nhất bằng tần số mặt, và thành phần cao nhất bằng:

$$f_c = \frac{n_a}{2} \frac{K_a z^2}{2} \cdot \frac{(1-\beta)}{(1-\alpha)} \quad (2-60)$$

Nếu ảnh có nội dung như hình 2-22, phổ tín hiệu hình chỉ gồm thành phần tần số mặt và các hài bậc cao của nó. Nếu ảnh có nội dung như hình 2-23, phổ tín hiệu hình chỉ gồm thành phần f_c và các hài của nó. Hài bậc cao của f_c không cần truyền đi, bởi vì méo sườn xung đối với các chi tiết nhỏ mắt không có khả năng phát hiện.

Trường hợp ảnh có nội dung phức tạp: độ chói biến đổi từ trái sang phải và từ trên xuống dưới, tần phổ tín hiệu hình choán hết khoảng tần số từ tần số thấp nhất (f_v) đến tần số cao nhất (f_r). Ngoài ra còn chứa thành phần biến đổi chậm từ 0 đến 23 Hz.

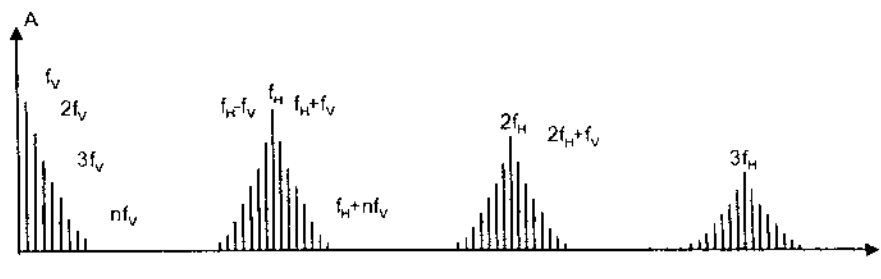
Nói chung, tín hiệu hình là tín hiệu không chu kỳ (đối với ảnh động). Nhưng nếu truyền ảnh bất động, tín hiệu hình có tính chu kỳ. Tính chu kỳ ở đây là do nguyên lý quét quyết định. Lúc quét liên tục, tần số lặp lại của tín hiệu hình bằng tần số ảnh. Lúc quét xen kẽ, có thể tính gần đúng rằng, tần số lặp lại của tín hiệu hình bằng tần số màn hình. Bởi vì nội dung ảnh đối với màn hình chẵn và màn hình lẻ khác nhau rất ít, do đó tần phổ của tín hiệu hình có chứa tần số màn hình và các hài của nó.

Nếu coi thời gian quét màn hình bằng không, xung tất được coi như một bộ phận của tín hiệu hình có mức chói xác định. Đối với ảnh đứng yên và độ chói chỉ biến thiên theo chiều ngang, tín hiệu hình sẽ lặp lại theo chu kỳ tần số dòng. Do đó, phổ của tín hiệu hình là phổ gián đoạn gồm thành phần tần số dòng và các hài bậc cao của nó cho đến hài bằng tần số f_r .

Nếu độ chói biến thiên theo cả chiều dọc và chiều ngang thì ở hai bên của mỗi hài tần số đồng, đều có các biên tần. Các thành phần của biên tần đều cách tần số trung tâm (hài tần số đồng) một khoảng bằng tần số mang hoặc hài của tần số mang.

Các tài liệu phân tích tần phổ của tín hiệu hình đã chỉ ra rằng, tần phổ của tín hiệu hình là phổ gián đoạn, gồm các hài của tần số mang và các nhóm phổ quanh hài của tần số đồng (hình 2-24); trong đó hài càng cao biên độ càng bé.

Đặc điểm của phổ tín hiệu hình là giữa các nhóm phổ hài tần số đồng tồn tại các khoảng trống. Có thể lợi dụng các khoảng trống này để truyền những tín hiệu khác. Trường hợp hai tín hiệu có cấu trúc phổ như nhau, nếu bố trí sao cho các nhóm phổ của tín hiệu thứ hai nằm vào các khoảng trống giữa các nhóm phổ của tín hiệu thứ nhất, thì có thể truyền cả hai tín hiệu ấy trên một kênh thông tin, và sau đó tách chúng ra được.



Hình 2-24. Phổ tín hiệu hình.

Tính chất này được ứng dụng trong truyền hình màu. Phổ của tín hiệu màu được xấp đặt vào các khoảng trống của phổ tín hiệu chói. Trong các hệ thống truyền hình đo lường cũng lợi dụng các khoảng trống này để truyền các tín hiệu kiểm tra.

Đối với ảnh di động (truyền các vật di động), các nhóm phổ của tín hiệu hình không còn là phổ gián đoạn, mà là những nhóm phổ liên tục, vì tần phổ của tín hiệu của ảnh sau không giống tần phổ của tín hiệu của ảnh trước. Trường hợp các vật chuyển động nhanh, các nhóm phổ sẽ xô dịch trong khoảng gần các hài tần số đồng. Do đó, nếu quan sát trên màn máy phân tích phổ, sẽ thấy các nhóm phổ liên tục. Tuy nhiên thị giác không có khả năng theo dõi những chuyển động quá nhanh, nên thực tế trong truyền hình chỉ truyền đi các vật chuyển động chậm (so với tốc độ đổi ảnh). Vì vậy có thể coi rằng, phần năng lượng chủ yếu của tín hiệu hình chỉ tập trung ở gần các hài của tần số đồng. Độ rộng của các nhóm phổ chứa phần năng lượng chủ yếu đó hẹp hơn một nửa khoảng cách giữa hai tần số đồng kế nhau. Khoảng trống còn lại đủ rộng để có thể truyền tín hiệu thứ hai.

2-6. CÁC DẠNG MÉO ẢNH TRUYỀN HÌNH

Trong hệ thống truyền hình, ánh quang được chuyển đổi thành tín hiệu hình, hay nói một cách khác: các tín tức về ảnh được mã hoá thành các mức khác nhau của tín

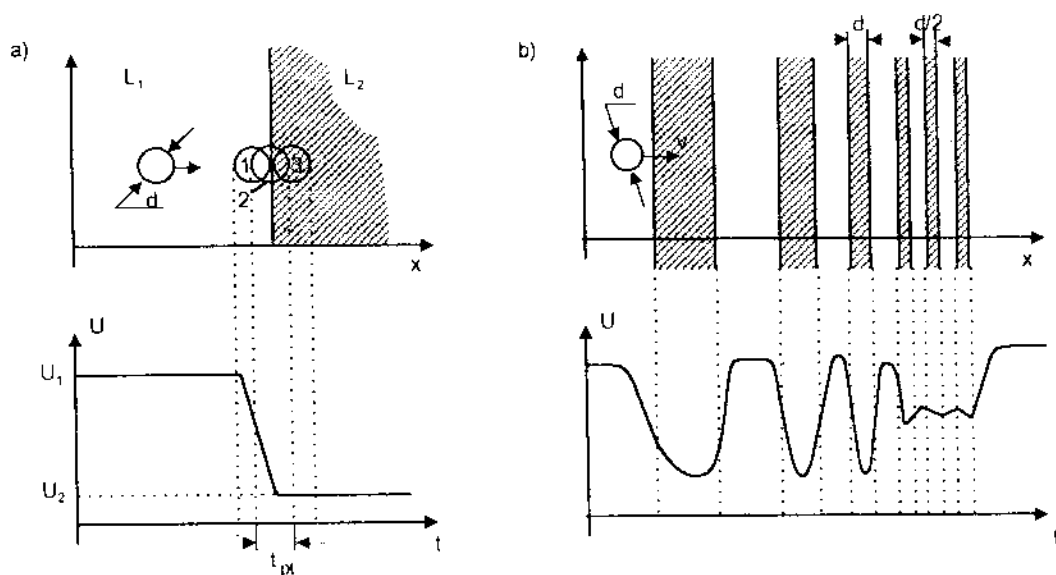
hiệu hình. Độ chính xác của sự mã hoá được xác định bằng các tham số của hệ thống truyền hình. Tín hiệu hình được khuếch đại rồi truyền theo kênh thông tin đến phía thu. Ở phía thu, tín hiệu hình được chuyển đổi lại thành ảnh quang.

Tín hiệu hình chứa đựng mọi tin tức của ảnh. Bất kỳ một dạng méo nào đối với tín hiệu hình cũng đều gây ra méo ảnh ở lối ra hệ thống. Do đó, để đảm bảo tính trung thực của hệ thống truyền hình, các thiết bị truyền tín hiệu phải không gây ra méo hoặc gây ra méo không đáng kể.

1. Sự hình thành tín hiệu hình và méo aperture

Trong quá trình chuyển đổi ảnh quang thành tín hiệu điện trong các ống phát, phần tử ảnh có diện tích bằng tiết diện của tia điện tử quét lên bìa. Bởi vì, ở mỗi thời điểm, tia điện tử tiếp xúc với một phần tử bìa (phần tử ảnh) và chuyển đổi độ chói của phần tử ảnh đó thành tín hiệu điện. Nói một cách khác, kích thước của phần tử ảnh được xác định bằng đường kính của tiết diện tia điện tử quét. Ở phần này sẽ nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước tiết diện tia điện tử quét đến tín hiệu hình.

Giả thiết tiết diện của tia điện tử quét có dạng tròn và mật độ điện tử phân bố đều trên tiết diện đó. Tia có tốc độ quét không đổi và quét lên bìa có chiều ảnh như ở hình 2-25. Hãy lấy ra một dòng để khảo sát.



Hình 2-25. Méo aperture trong truyền hình.

Ở hình 2-25a, tia quét có tiết diện mà đường kính bằng d , quét từ trái sang phải, qua ranh giới giữa hai mức chói L_1 và L_2 . Tín hiệu được tạo ra ở mỗi thời điểm tỉ lệ với độ chói trung bình của phần tử ảnh đang tiếp xúc với tia quét tại thời điểm ấy. Nếu lấy tâm của tiết diện tia quét để xác định vị trí của tia quét, thì khi tia quét đi qua ranh giới biến đổi từ từ giữa hai mức tín hiệu.

Thời gian chuyển biến từ U_1 đến U_2 bằng thời gian quét qua một phần tử ảnh, ký hiệu là t_{pr} . Nếu dùng tín hiệu đó kích thích lên ống thu sẽ nhận được trên màn máy thu hình hai mức chói có ranh giới không rõ nét, mà bị nhoè. Khoảng nhoè có độ rộng bằng hai phần tử ảnh (tính cả hiệu quả của tia điện tử ở cả phía phát và phía thu gây ra).

Từ hình 2-25b, ta thấy rằng khi tia điện tử quét lên bìa có chiếu ảnh gồm những dải dọc có độ rộng khác nhau, thì đối với những dải dọc có độ rộng lớn hơn nhiều so với đường kính của tia quét, tín hiệu hình là những xung có biên độ tỉ lệ với hiệu số giữa hai mức chói và độ rộng sườn bằng t_{pr} . Đối với các dải dọc có độ rộng xấp xỉ bằng d tín hiệu có dạng hình sin. Đối với dải dọc càng hẹp, tín hiệu là những hình sin có biên độ càng bé. Khi các dải dọc có độ rộng bằng hoặc nhỏ hơn nửa đường kính d của tia quét, thì tín hiệu chỉ còn tỉ lệ với các mức chói trung bình giữa các dải dọc. Các chi tiết này không thể khôi phục lại được trên màn máy thu hình.

Từ đó có thể nói rằng: kích thước hữu hạn của tia quét đã làm nhoè các ranh giới rất rõ nét của ảnh, giảm contrast của các chi tiết nhỏ và làm mất các chi tiết rất nhỏ của ảnh. Trên màn máy thu hình chỉ có thể khôi phục lại các chi tiết ảnh có kích thước lớn hơn hoặc xấp xỉ kích thước của tia quét. Các chi tiết nhỏ hơn không thể khôi phục lại được.

Do ảnh hưởng của kích thước tia quét, biên độ của các thành phần tần số cao của tín hiệu hình bị giảm nhỏ, có nghĩa là tín hiệu hình bị méo. Do đó ảnh được khôi phục cũng bị méo. Độ rõ của ảnh giảm, khả năng phân biệt của hệ thống giảm. Hiện tượng đó gọi là méo aperture. Để khắc phục méo aperture, người ta dùng những mạch sửa méo gọi là mạch sửa méo aperture.

2. Méo ảnh truyền hình do tín hiệu hình bị méo gây ra

Một trong những yêu cầu đối với đường truyền (thiết bị đường hình, kênh thông tin) là dải thông phải đủ rộng để cho toàn bộ tần phổ của tín hiệu hình đi qua. Nếu dải thông không đủ rộng, một phần tần phổ của tín hiệu hình bị cắt, hoặc dải thông đủ rộng đối với toàn bộ tần phổ của tín hiệu hình nhưng các thành phần phổ không được khuếch đại như nhau, thì tín hiệu hình sẽ bị méo, ảnh ở lối ra của hệ thống cũng bị méo. Méo đó gọi là méo tần số.

Méo tần số do thiết bị gây ra được đánh giá bằng đặc tuyến tần số hoặc đặc tuyến quá độ của thiết bị. Ở đây dùng đặc tuyến quá độ để khảo sát.

Coi thiết bị được khảo sát như một mạng bốn đầu. Đặc tuyến quá độ của mạng bốn đầu được xác định bằng dạng tín hiệu ở lối ra, khi ở lối vào được kích thích bằng một tín hiệu có dạng hàm đơn vị.

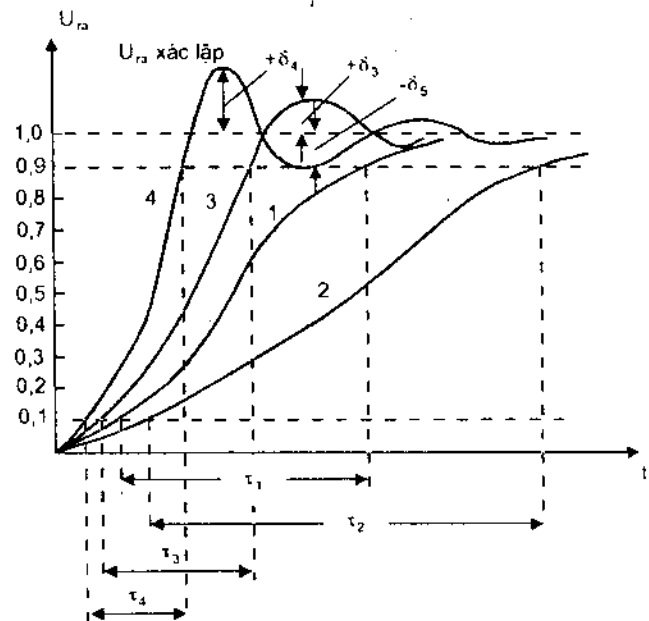
Đặc tuyến quá độ được chia làm hai khoảng để khảo sát: khoảng thời gian ngắn và khoảng thời gian dài. Thời gian có độ dài xấp xỉ bằng thời gian truyền một phần tử ảnh

là thời gian ngắn. Thời gian xấp xỉ hoặc dài hơn thời gian truyền nửa dòng (nửa chu kỳ dòng) là thời gian dài.

a) Ở khoảng thời gian ngắn

Ta sẽ khảo sát dạng sườn xung, tức là khảo sát thời gian thiết lập sườn xung và các dạng méo sườn xung dẫn đến méo ảnh truyền hình.

Giả thiết họ đặc tuyến quá độ ở khoảng thời gian ngắn của mạng bốn đầu được diễn giải trên hình 2-26. Trong đó đường cong 1 là đặc tuyến quá độ ứng với trường hợp tối hạn, có thời gian thiết lập là τ_1 ảnh truyền hình ở lối ra của hệ thống có chất lượng tốt. Nếu vì một lý do nào đó, đặc tuyến quá độ thay đổi từ đường cong 1 sang



Hình 2-26. Đặc tuyến quá độ ở khoảng thời gian ngắn của mạng bốn đầu.

đường cong 2. Thời gian thiết lập tăng từ τ_1 sang τ_2 . Điều đó cũng có nghĩa là dải thông của thiết bị thu hẹp lại, các thành phần tần số cao của phổ tín hiệu hình không được truyền qua. Do đó độ rõ nét của ảnh truyền hình giảm, tức các chi tiết nhỏ của ảnh mờ đi hoặc bị mất hẳn, các ranh giới trắng đen không còn rõ nét nữa mà bị nhòe.

Nếu đặc tuyến quá độ bị biến dạng từ đường cong 1 sang đường cong 3 có thời gian thiết lập $\tau_3 < \tau_1$, và trên đặc tuyến xuất hiện bước δ_3 . Điều đó tương ứng với đặc tuyến tần số bị vồng lên ở miền tần số cao. Các thành phần tần số cao của phổ tín hiệu hình được khuếch đại lớn hơn các thành phần tần số thấp. Độ rõ của ảnh truyền hình được tăng lên nhưng đồng thời gây ra hiện tượng đường viền ở các ranh giới trắng - đen của ảnh.

Ví dụ: Ảnh truyền đi là một đường tròn trắng trên nền xám, thì trên ảnh truyền hình sẽ nhận được ngoài đường tròn trắng trên nền xám ra, còn có thêm đường tròn đen chập pha so với đường tròn trắng, như cái bóng của đường tròn trắng.

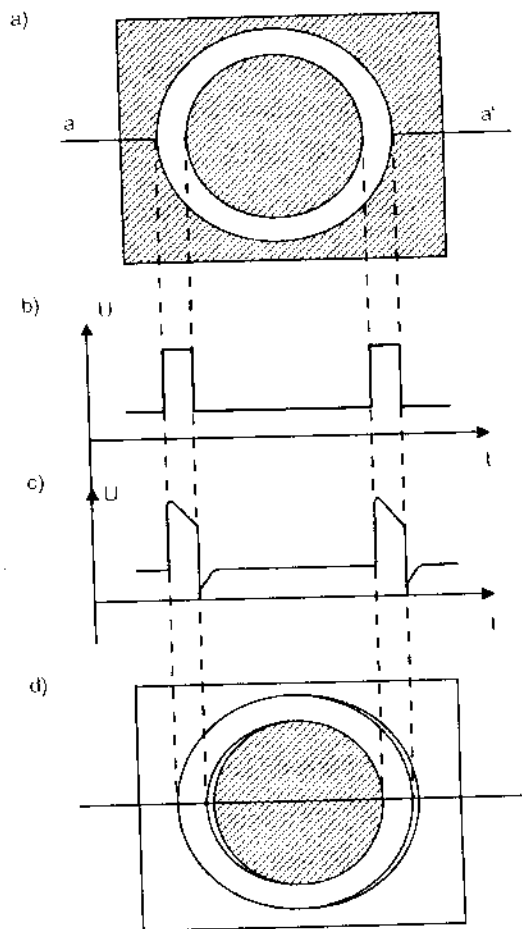
Hiện tượng đó được minh họa ở hình 2-27. Ảnh cần truyền đi khi quét đường aa' (2-27a) được chuyển đổi thành tín hiệu hình (2-27b). Trong quá trình truyền từ phía phát sang phía thu tín hiệu hình bị méo dạng (2-27c). Với tín hiệu đã bị méo đó, sẽ khôi phục lại được ảnh truyền hình như hình (2-27d).

Khi đặc tuyến tần số bị méo hơn nữa, giả thiết đặc tuyến quá độ bị biến dạng thành đường cong 4 trên hình 2-26. Trên đặc tuyến xuất hiện cả bước dương $+\delta_i$ và bước âm $-\delta_i$, tương ứng với đặc tuyến tần số bị vồng lên rất lớn ở miền tần số cao. Trên ảnh truyền hình ngoài hiện tượng bóng ra còn thấy hiện tượng nhiễu ảnh. Chúng bị dịch pha (xê dịch theo chiều ngang) với nhau; trong đó ảnh sau nhạy hơn ảnh trước.

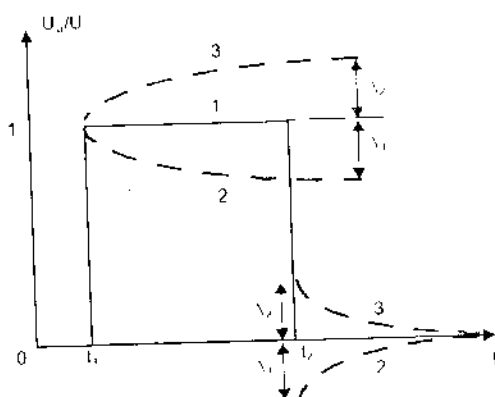
Hiện tượng nhiễu ảnh bị dịch pha trên màn máy thu hình còn có thể sinh ra do các nguyên nhân khác, như tín hiệu hình được truyền lan từ điểm phát đến điểm thu theo nhiều đường khác nhau với thời gian truyền lan khác nhau, hoặc tín hiệu truyền theo cáp mà các đầu cáp không được phối hợp trở kháng.

b) Đặc tuyến quá độ ở khoảng thời gian dài

Khảo sát đối với những xung rộng bằng nửa dòng chẳng hạn (nửa chu kỳ dòng). Nếu đặc tuyến quá độ của kênh thông tin có trị số quy định, thì dạng xung ở lối ra của kênh thông tin không bị nén, đỉnh xung bằng phẳng (đường (1) trên hình 2-28). Khi đặc tuyến quá độ ở khoảng thời gian dài bị biến dạng thành đường (2) (hình 2-28) tương ứng với đặc tuyến tần số bị sụt xuống ở miền tần số thấp, đỉnh xung ở lối ra bị sụt xuống một lượng Δ_1 , sau khi hết xung (thời điểm t_2) tín hiệu lại xuất hiện phản xung ngược dấu có biên độ Δ_1 . Hiện tượng này được thể hiện trên ảnh truyền hình như sau: nếu ảnh truyền đi là một dải đen nằm ngang dài khoảng nửa dòng, trên nền xám, thì trên ảnh ở lối ra của hệ thống sẽ thấy độ tối của dải đen nhạt dần; và khi hết dải đen thấy xuất hiện một dải dài có độ chói lớn hơn độ chói của nền xám; và nhạt dần cho đến khi bằng độ chói của nền (sau dải đen là dải trắng, sau dải trắng là dải đen).



Hình 2-27. Méo hình.



Hình 2-28. Đặc tuyến quá độ ở khoảng thời gian dài.

Trường hợp đặc tuyến quá độ bị biến dạng thành đường cong (3) trên hình 2-28, tương ứng với đặc tuyến tần số vòng lên ở miền tần số thấp. Lúc đó dải đen trên màn máy thu hình sẽ có độ tối tăng dần, và khi hết dải đen (thời điểm t_2) vẫn còn xuất hiện dải dài, đen hơn nền, và nhạt dần (sau dải đen là dải đen mờ nhạt dần, sau dải trắng là dải trắng mờ nhạt dần).

3. Ảnh hưởng của nhiễu đến chất lượng ảnh truyền hình

Nhiều ảnh hưởng đến chất lượng ảnh truyền hình về nhiễu mặt: gây ra hiện tượng bóng ma trên màn ảnh, giảm độ rõ của ảnh, giảm contrast của ảnh, làm méo ảnh v.v... Có thể chia nhiễu ra làm 4 loại:

a) Nhiễu có tính chu kỳ

Gây ra trên màn ảnh máy thu hình những ảnh phụ, các ảnh phụ đó có dạng khác nhau: có thể là những dải sọc, có thể là những dải vằn vèo. Các ảnh phụ có thể đứng yên, có thể di động với vận tốc khác nhau, theo các chiều hướng khác nhau.

b) Nhiễu xung

Gây ra trên màn ảnh máy thu hình những điểm tối, điểm sáng, hoặc những vết tối, vết sáng có độ dài khác nhau. Những điểm hoặc những vết đó không cố định trên màn ảnh, lúc xuất hiện chỗ này, lúc xuất hiện chỗ khác.

c) Nhiễu chói biến đổi chậm

Gây ra độ chói biến đổi chậm trên từng bộ phận của ảnh. Nhiễu thuộc loại này bao gồm ảnh giả, các loại nhiễu vùng đen, quảng đo các loại ống phát gây ra hoặc nhiễu do các điện áp tần số thấp được cộng vào tín hiệu.

d) Nhiễu hạt

Do các hiện tượng xao động của quang thông rơi từ vật lên catốt quang điện của ống phát, xao động của dòng điện tử trong ống phát sinh ra. Nhiễu hạt gây ra trên màn truyền hình những chấm sáng chuyển động hỗn loạn, trông như cơn bão tuyết. Loại nhiễu này nổi lên rõ nhất ở vùng đen - xám của ảnh, tức là ở vùng độ chói thấp. Ngồi xa màn ảnh, ta không trông rõ cấu trúc của nhiễu, mà chỉ thấy độ chói của nền được nâng lên một mức nhất định.

Ba loại nhiễu đầu là từ bên ngoài cảm ứng vào thiết bị truyền hình, có thể dùng các biện pháp để loại chúng đến mức tối thiểu. Còn loại nhiễu thứ tư phụ thuộc vào các linh kiện dùng trong hệ thống truyền hình. Tuỳ thuộc vào yêu cầu đối với hệ thống truyền hình, khi thiết kế phải đảm bảo nhiễu loại này ở mức thấp cần thiết.

Khi đánh giá chất lượng ảnh truyền hình, các chuyên gia nghiên cứu về vấn đề này đã đưa ra các số liệu về tỉ số tín hiệu trên nhiễu ψ cần thiết không hoàn toàn giống nhau. Nhưng theo mức trung bình, có thể quy định như sau: ảnh có chất lượng tốt khi $\psi = 33$ dB.

ảnh khá khi $\psi = 30$ dB và ảnh trung bình khi $\psi = 27$ dB. Tỷ số tín hiệu trên nhiễu xác định theo biểu thức sau:

- Đối với nhiễu hạt:

$$\psi = 20 \lg \frac{U_{th}}{U_{nh}} (dB); \quad (2-61)$$

trong đó: U_{th} - giá trị điện áp tín hiệu; U_{nh} - trị hiệu dụng điện áp nhiễu.

- Đối với nhiễu chu kỳ:

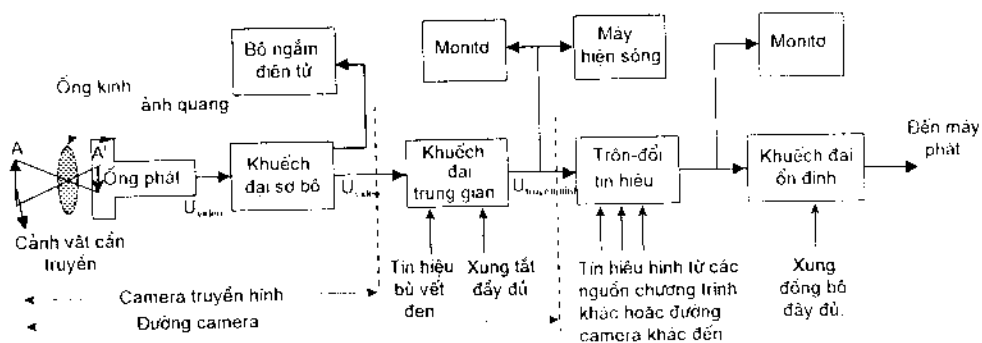
$$\psi = 20 \lg \frac{U_{th}}{U_{nh_{max}}} (dB); \quad (2-62)$$

trong đó: $U_{nh_{max}}$ - trị cực đại của nhiễu.

2-7. SỬ DỤNG TÍN HIỆU HÌNH

1. Sơ đồ khối bộ gia công tín hiệu hình

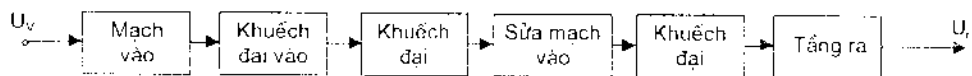
Trong hệ thống truyền hình quảng bá tất cả các loại méo dạng tín hiệu, bao gồm cả một số loại méo sinh ra trong máy thu hình như méo gamma, thường được sửa tại trung tâm truyền hình, nhằm đơn giản đến mức tối đa mạch điện máy thu hình. Để thực hiện các công việc này, tại trung tâm truyền hình có một bộ phận gọi là bộ phận gia công tín hiệu, hình 2-29. Đây là một bộ phận quan trọng trong toàn bộ hệ thống truyền hình. Công dụng chính của nó là sửa dạng tín hiệu hình, khuếch đại giá trị tín hiệu đến mức cần thiết và trộn xung tắt đầy đủ, xung đồng bộ đầy đủ vào tín hiệu hình.



Hình 2-29. Sơ đồ khối gia công tín hiệu hình.

Tín hiệu hình là tín hiệu dải rộng. Để cho ảnh được khôi phục lại trên màn máy thu hình trung thực, thì trước tiên đòi hỏi các tầng khuếch đại trong bộ phận gia công tín hiệu hình đều phải có mạch sửa méo tần số cao và mạch sửa méo tần số thấp.

Méo tần số và méo không đường thẳng sinh ra trong các tầng của bộ phận gia công tín hiệu hình sẽ thay đổi dạng của tín hiệu ban đầu. Méo không đường thẳng sẽ làm thay đổi sự phân bố bậc sáng ban đầu. Nếu lựa chọn chế độ làm việc của các thiết bị một cách chính xác, loại méo này có thể giảm nhỏ đến mức chấp nhận được. Sử dụng các tầng khuếch đại ghép điện dung có thể đảm bảo khuếch đại tín hiệu hình với độ méo tần số không lớn lắm trong dải tần đã cho.



Hình 2-30. Sơ đồ khối khuếch đại sơ bộ.

Một đặc điểm nữa của tín hiệu hình là tính đơn cực (nằm ở một phía so với mức không). Nói cách khác tín hiệu hình chứa thành phần trung bình (thành phần một chiều) tỉ lệ với độ chói trung bình của ảnh cần truyền đi trong khoảng thời gian một dòng quét. Thành phần này được truyền đến máy thu hình bằng biện pháp gián tiếp nhờ mạch ghim.

Bộ phận gia công tín hiệu hình của bất kỳ hệ thống truyền hình nào cũng đều có một số khối đảm nhận một số chức năng nhất định. Các thiết bị của hệ thống truyền hình có thể hoặc tập trung ở phía phát, hoặc tập trung ở phía thu, hoặc phân cho cả bên phát và bên thu ; cũng có thể tập trung ở một nơi trung gian nào đó. Áp dụng cách bố trí nào là tùy thuộc công dụng của hệ thống truyền hình và các yêu cầu cụ thể.

Bộ phận gia công tín hiệu hình bao gồm một số khối độc lập, được nối với nhau bằng cáp đồng trục. Các khối chủ yếu của bộ phận gia công tín hiệu là: khối khuếch đại sơ bộ, khối khuếch đại trung gian, khối trộn - đổi tín hiệu và khối khuếch đại ổn định.

Tại bộ khuếch đại sơ bộ đặt trong camera truyền hình ngay sau ống phát, tiến hành khuếch đại tín hiệu hình đến mức nhất định (thường khoảng 300 mV) sửa méo tín hiệu của mạch nhằm nâng cao tỉ số tín hiệu trên nhiễu. Tín hiệu từ lối ra của bộ khuếch đại sơ bộ truyền đến bộ khuếch đại trung gian theo cáp camera (cáp nhiều lõi). Vì vậy, phải phối hợp tốt giữa trở kháng ra của bộ khuếch đại sơ bộ với trở kháng sóng tương đối nhỏ của cáp camera.

Bộ khuếch đại sơ bộ bao gồm mạch vào (đồng thời là tải của ống phát), tầng khuếch đại vào, mạch sửa méo tần số của mạch vào, tầng ra và một số bộ khuếch đại dải rộng (hình 2-30).

Muốn phối hợp tốt với trở kháng sóng của cáp camera, trở kháng ra của tầng ra phải nhỏ. Trong thực tế, tầng ra thường là tầng khuếch đại tải emitter hay các mạch tổ hợp.

Hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại sơ bộ thường nhỏ hơn 30. Nhưng vì mạch sửa mạch vào làm cho thành phần tần số thấp giảm nhỏ, nên trong bộ khuếch đại sơ bộ còn bao gồm một số tầng khuếch đại dải rộng.

Tại bộ khuếch đại trung gian, tiến hành điều chỉnh giá trị tín hiệu hình; trộn tín hiệu bù vết đen (để khử vết đen do ống phát sinh ra), sửa méo sinh ra trong khi truyền tín hiệu qua cáp camera, sửa méo aperture. Việc bù vết đen của ống phát thường thực hiện bằng cách trộn các tín hiệu răng cưa và parabol tần số đồng và mành vào tín hiệu hình. Hình dạng và giá trị của các tín hiệu bù này xác định theo điều kiện cụ thể, và phải luôn luôn thay đổi trong suốt thời gian truyền chương trình truyền hình.

Bộ khuếch đại trung gian còn có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu, trộn xung tắt đầy đủ dùng cho ống thu vào tín hiệu hình, hạn chế và điều chỉnh mức xung tắt, hạn chế mức trắng của tín hiệu hình khi nó vượt quá mức định sẵn nhằm để phòng hiện tượng quá tải đối với tầng phía sau tầng sửa méo gamma. Giá trị điện áp xung ở lối ra của bộ khuếch đại trung gian khoảng $(0,7 \pm 1)$ V.

Tín hiệu từ lối ra của các bộ khuếch đại trung gian đưa đến bộ trộn - đổi tín hiệu. Việc chuyển đổi tín hiệu có thể tiến hành từ từ (chế độ trộn) hoặc đột ngột (chế độ đổi). Bộ trộn đổi tín hiệu cho phép tổ chức chương trình truyền hình, lựa chọn tín hiệu từ một nguồn chương trình nào đó, hoặc trộn tín hiệu từ một số chương trình lại với nhau rồi mới đưa đến bộ khuếch đại ổn định.

Trong bộ khuếch đại ổn định, thực hiện việc ổn định giá trị tín hiệu truyền hình đầy đủ, gồm xung tắt đầy đủ, xung đồng bộ đầy đủ và tín hiệu hình, nhờ hệ thống tự điều chỉnh độ khuếch đại, ghim mức xung tắt để giảm nhỏ nhiễu tần số thấp; trộn xung đồng bộ đầy đủ vào tín hiệu truyền hình.

Tín hiệu truyền hình đầy đủ, từ lối ra của bộ khuếch đại ổn định truyền đến máy phát hình hoặc bộ thông tin chuyển tiếp.

Ngoài các khối kể trên, trong bộ phận gia công tín hiệu hình còn có thể có khối tạo hiệu quả nghệ thuật, khuếch đại phản phối, khuếch đại sửa dạng xung đồng bộ. Thiết bị khuếch đại sửa xung đồng bộ dùng để ổn định giá trị tín hiệu hình và tạo lại xung đồng bộ đầy đủ dùng cho máy thu hình, trong trường hợp tín hiệu truyền hình đầy đủ từ nguồn chương trình bên ngoài truyền theo cáp hoặc đường thông tin chuyển tiếp đến trung tâm truyền hình mà bị biến dạng rõ rệt.

Sau các khối đều lắp thiết bị kiểm tra chất lượng ảnh cần truyền đi (dùng các thiết bị kiểm tra hình) và dạng tín hiệu hình (dùng máy hiện sóng). Vì vậy, tại mỗi khối, ngoài lối ra chính để lấy tín hiệu truyền hình, đến khối sau, còn có một số lối ra khác để lấy tín hiệu truyền đến các thiết bị kiểm tra.

2. Mạch ghim

a) Tác dụng của mạch ghim

Thành phần một chiều của tín hiệu truyền hình là giá trị trung bình của tín hiệu trong khoảng thời gian nhất định. Tần số của thành phần một chiều ở trong phạm vi

(0÷3) Hz. Tần số này đặc trưng cho sự biến thiên của độ chói trung bình của ảnh cần truyền đi. Khi nội dung và độ chói của ảnh cần truyền đi thay đổi, giá trị thành phần trung bình cũng thay đổi. Muốn cho sự phân bố độ chói trên ảnh truyền hình hoàn toàn giống sự phân bố độ chói của ảnh cần truyền đi thì bộ phận gia công tín hiệu hình không những phải cho qua thành phần tín hiệu trong phổ tần số từ 50 Hz đến 6 MHz (theo tiêu chuẩn OIRT) mà còn phải cho qua cả thành phần trung bình của nó nữa. Muốn cho qua thành phần trung bình có tần số thấp như vậy, một trong nhiều biện pháp là sử dụng các tầng khuếch đại ghép trực tiếp. Nhưng để cho bộ khuếch đại ghép trực tiếp gồm nhiều tầng làm việc ổn định, cần giải quyết nhiều vấn đề phức tạp, nên biện pháp này hầu như không được sử dụng trong lĩnh vực truyền hình.

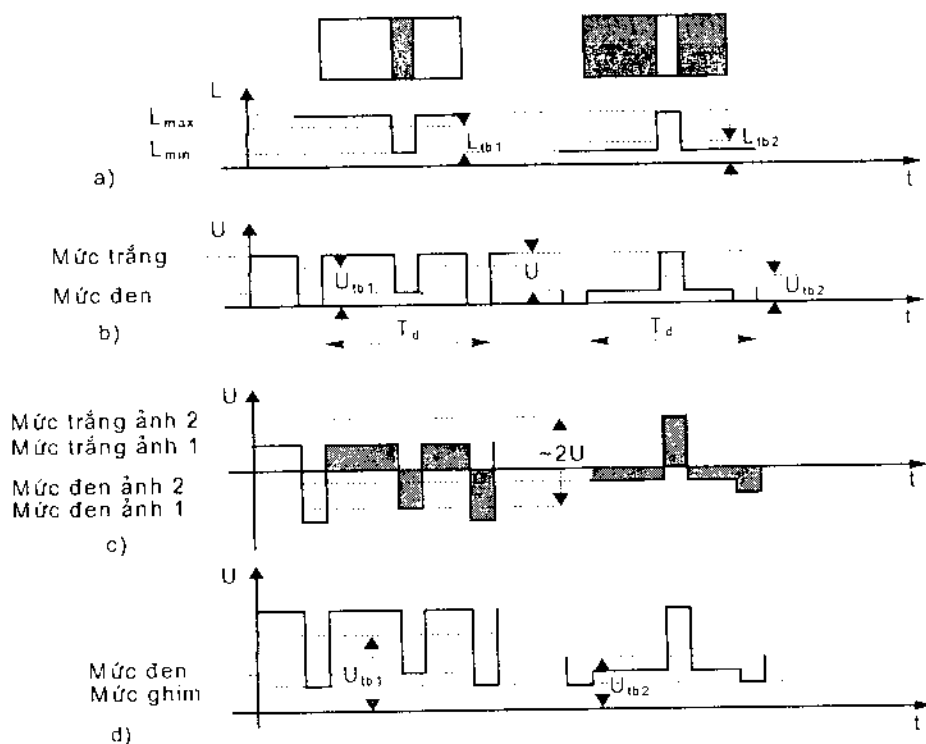
Nếu cho tín hiệu hình thông qua các tầng khuếch đại mà giữa chúng ghép với nhau bằng tụ điện, thì thành phần trung bình của tín hiệu sẽ bị mất. Lúc đó, sự phân bố độ chói của ảnh truyền hình hiện trên màn ống thu không còn giống sự phân bố độ chói của ảnh cần truyền đi nữa. Đại động của tín hiệu tăng và các đỉnh xung tắt sẽ ở các mức khác nhau.

Phân tích việc truyền tín hiệu truyền hình của hai bức ảnh trên hình 2-31. Bức ảnh thứ nhất có một dải dọc, đen, hẹp trên nền trắng và bức ảnh thứ hai là một dải dọc trắng, hẹp trên nền đen. Độ chói trung bình trong một dòng của chúng rất khác nhau, bằng I_{qb1} và I_{qb2} , còn độ chói lớn nhất và nhỏ nhất I_{max} và I_{min} thì bằng nhau (hình 2-31a). Dạng tín hiệu hình có chứa thành phần một chiều hình thành trên tải của ống phát như hình 2-31b. Giá trị thành phần một chiều U_{b1} và U_{b2} của tín hiệu tỉ lệ với độ chói trung bình của ảnh cần truyền đi; còn giá trị tín hiệu hình U tính từ mức đen đến mức trắng tỉ lệ với mức chênh lệch độ chói giữa chi tiết sáng nhất và tối nhất của ảnh.

Đây là dạng tín hiệu hình ở lối ra của phân tử biến đổi quang điện làm việc theo phương pháp điểm sáng chạy. Còn đối với những phân tử biến đổi quang điện làm việc theo nguyên lý tích lũy điện tích và ở đoạn cong của đặc tuyến ánh sáng (như vidicon), tín hiệu hình ở lối ra có chứa thành phần một chiều, nhưng không tỉ lệ với độ chói trung bình của ảnh cần truyền đi.

Khi thành phần một chiều của tín hiệu bị mất thì dù cho độ chói các chi tiết trên ảnh 1 và ảnh 2 bằng nhau, các mức tín hiệu hình ứng với chúng cũng khác nhau (hình 2-31c). Tín hiệu đơn cực có khả năng biến thành tín hiệu lưỡng cực (ở cả hai phía so với mức thông).

Nếu dùng tín hiệu hình bị mất thành phần một chiều để điều chế mật độ dòng điện tử quét của ống thu thì độ chói trung bình của ảnh hiện trên màn ống thu sẽ không còn giống độ chói trung bình của ảnh cần truyền đi. Tùy theo vị trí của tín hiệu hình trên đặc tuyến điều chế tĩnh của ống thu, ảnh truyền hình sẽ tối hơn hoặc sáng hơn ảnh cần truyền đi. Nếu thường xuyên điều chỉnh độ chói của máy thu hình có thể loại trừ được loại biến dạng này. Nhưng như vậy, việc sử dụng máy thu hình sẽ không được thuận lợi.



Hình 2-31. Tác dụng mức ghim.

Vì vậy, phải tiến hành sửa loại biến dạng này tại trung tâm truyền hình, bằng cách đưa thông tin về độ chói trung bình của ảnh cần truyền đi vào tín hiệu hình. Biện pháp thực hiện cụ thể là điều chế biên độ chuỗi xung tắt đồng để biến tín hiệu biến đổi chậm (hoặc một chiều) thành tín hiệu xoay chiều. Tín hiệu đã điều chế biên độ xung có khả năng truyền qua các tầng khuếch đại ghép điện dung.

Để khôi phục thành phần một chiều của tín hiệu truyền hình, thường dùng mạch ghim để giữ cho các đỉnh xung tắt cùng ở một điện thế cố định nào đó.

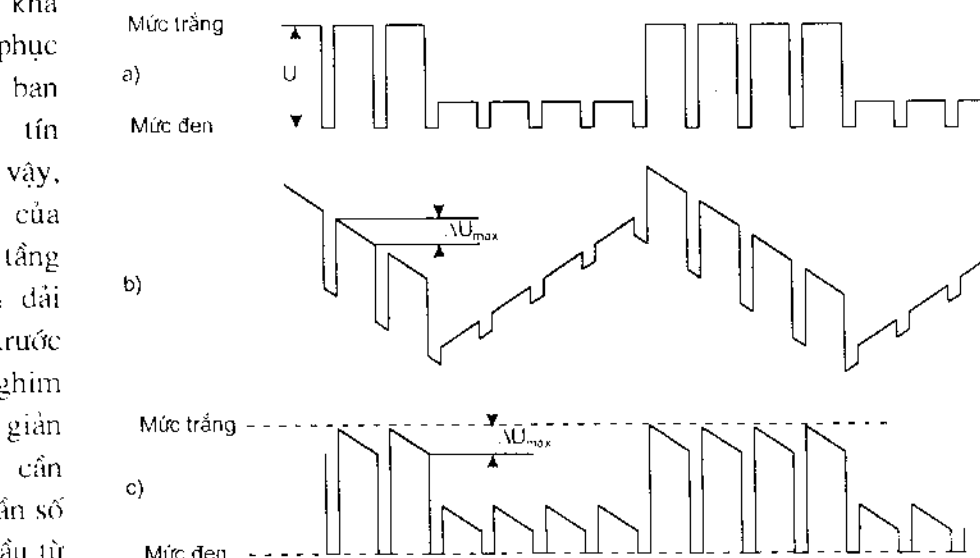
Mạch ghim có thể mắc ở các điểm khác nhau trong đường truyền tín hiệu; chẳng hạn mắc ở trước tầng trộn xung tắt đầy đủ, trước mạch sửa méo gamma ở tầng cuối của bộ điều chế trong máy phát hình.v.v.. Mức tín hiệu cần ghim thường là mức xung tắt chứa trong tín hiệu hình chứ không phải mức trắng. Đó là do việc ghim mức xung tắt tiến hành trong khoảng thời gian quét ngược của tia. Độ rộng của xung tắt đủ rộng để ghim một cách chắc chắn mức của từng xung tắt; và điều quan trọng là do mức của từng xung tắt luôn luôn tồn tại trong tín hiệu hình và có giá trị không đổi, dù cho nội dung của ảnh cần truyền đi thay đổi.

Ngoài chức năng khôi phục thành phần một chiều của tín hiệu, mạch ghim còn có các tác dụng sau:

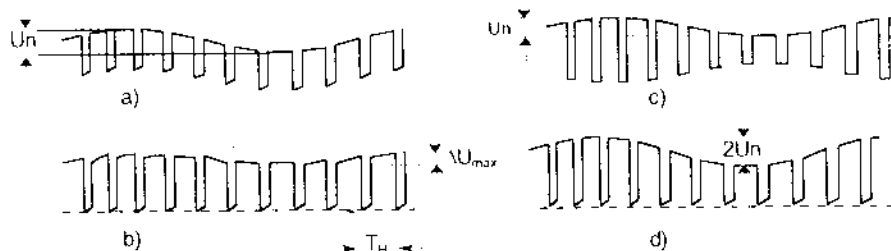
+ Tự động khôi phục thành phần tần số thấp của tín hiệu:

Tụ điện nối tầng không những không cho qua thành phần một chiều mà còn làm cho biên độ thành phần tần số thấp của tín hiệu giảm nhỏ rất nhiều. Do đó, hình dạng của tín hiệu sau khi thông qua tụ nối tầng bị thay đổi (hình 2-32b). Nếu dùng mạch ghim có khả năng khôi phục hình dạng ban đầu của tín hiệu. Vì vậy, mạch điện của các tầng khuếch đại dải rộng ở trước mạch ghim được đơn giản vì không cần mạch sửa tần số thấp (bắt đầu từ 50 hoặc 60 Hz) phức tạp, trị số của điện dung nối tầng cũng có thể chọn đơn giản hơn. Hơn nữa do dải thông bị thu hẹp nên tỉ số tín hiệu trên nhiễu được nâng cao, các tầng khuếch đại làm việc ổn định hơn.

Các tầng khuếch đại trước mạch ghim có thể thiết kế với tần số giới hạn dưới bằng $0,1f_H$, tức khoảng 1500 Hz. Lúc đó các thành phần tín hiệu hình có tần số thấp hơn $0,1f_H$ sẽ truyền gián tiếp. Từ hình 2-32 thấy rằng, tuy đỉnh xung bị biến dạng nhưng thực tế cho biết $\Delta_{max} = U_{max}$ thường nhỏ hơn 0,05. Với mức sụt đỉnh xung như vậy, ảnh truyền hình không khác ảnh cần truyền đi.



Hình 2-32. Truyền thành phần tần số thấp của tín hiệu nhờ mạch ghim; a) Dạng tín hiệu ban đầu; b) Dạng tín hiệu bị mất thành phần tần số thấp; c) Dạng tín hiệu ở lối ra mạch ghim.



Hình 2-33. Tác dụng nén nhiễu tần số thấp; a) và c) là dạng tín hiệu có lẫn tần số thấp; b) và d) là dạng tín hiệu sau khi ghim mức đen.

+ Giảm nhỏ nhiều tần số thấp:

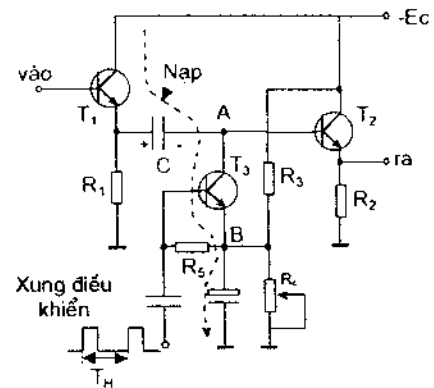
Nhiều tần số thấp có thể xuất hiện như điện áp xoay chiều của mạng cung cấp điện, hiệu ứng microphon lọt vào tín hiệu và xảy ra ở trước mạch ghim. Nếu nhiều tần số thấp là điện áp hình sin, tần số 50 Hz, cộng với tín hiệu hình 2-33a thì nhờ mạch ghim, mà tỉ số tín hiệu trên nhiễu có thể nâng cao 50 lần khi $\Delta_{max} = 0,01$ (hình 2-33b). Nhưng nếu nhiều tần số thấp điều biên tín hiệu thì mạch ghim không có khả năng nén nhiễu.

+ Dễ dàng thực hiện tách xung đồng bộ:

Nhờ mạch ghim mà các đỉnh xung đồng bộ đều ở cùng một mức, việc tách lấy xung đồng bộ trong máy thu hình trở nên dễ dàng. Việc đồng bộ các bộ quét trong máy thu hình cũng ổn định hơn.

+ Giảm độ rộng dải thông tín hiệu:

Nhờ mạch ghim mà dải thông tín hiệu sau khi ghim nhỏ hơn trường hợp mất thành phần một chiều. Do đó có khả năng sử dụng triệt để hơn các phần tử khuếch đại ở sau mạch ghim; giảm nhỏ công suất tiêu thụ hoặc méo không đường thẳng; hoặc ổn định công suất bức xạ lớn nhất của máy phát hình. Chính vì vậy, mạch ghim là một phần tử không thể thiếu được trong thiết bị truyền hình.



Hình 2-34. Sơ đồ mạch ghim có điều khiển dùng tranzito.

b) Mạch ghim có điều khiển

Trên hình 2-34 vẽ sơ đồ của mạch ghim có điều khiển dùng tranzito. Khi xuất hiện xung điều khiển tranzito T_3 trên hình 2-34 làm việc ở chế độ bão hoà. Điện thế bazơ của tranzito T_2 gần bằng điện thế emitter của tranzito T_3 . Vì vậy, khi điều chỉnh chiết áp R_4 mức ghim sẽ thay đổi. Hằng số thời gian nạp điện của tụ C là:

$$\tau_n = C(R_{out1} + R_{bh}); \quad (2-63)$$

trong đó: R_{out1} - điện trở ra của tranzito T_1 .

R_{bh} - điện trở trong của tranzito T_3 ở chế độ bão hoà và trong khoảng thời gian giữa các xung điều khiển, tranzito T_3 tắt.

Tác dụng của điện trở R_5 là tạo ra một điện áp để tắt tranzito T_3 một cách chắc chắn. Trong thời gian này, điện tích trên tụ C phóng qua điện trở vào của tầng sau R_{in2} và điện trở ra của tầng trước R_{out1} .

Vì trở kháng vào của tranzito tương đối nhỏ, cho nên để tăng hằng số thời gian phóng tụ điện C , một mặt tăng trị số điện dung của tụ, mặt khác, mạch ghim phải mắc ở lối vào của tầng khuếch đại emitter. Khi đó:

$$R_{eT2} = R_2 \quad (2-64)$$

$$\tau_p = C(R_{eT1} + R_{eT2}) \quad (2-65)$$

Từ đó thường chọn R_2 với giá trị lớn nhất còn có thể chấp nhận và dùng loại tranzito có hệ số lớn.

Khi tăng trị số điện dung của tụ C phải giảm điện trở ra của tầng trước (cũng là tầng khuếch đại tải E) và điện trở trong của tranzito T_2 ở chế độ bão hoà (biểu thức 2-65) nhằm đảm bảo cho hằng số thời gian nạp điện của tụ C nhỏ hơn độ rộng xung điều khiển của mạch ghim.

Khi cực tính tín hiệu truyền hình ở lối vào của mạch ghim thay đổi, chỉ cần thay đổi mức ghim, dùng cách điều chỉnh điểm động của chiết áp R_4 để chọn chính xác điểm làm việc tĩnh của tranzito T_2 sao cho T_2 làm việc ở chế độ khuếch đại.

Ưu điểm của mạch ghim có điều khiển là quán tính nhỏ và phân bố độ chói của ảnh truyền hình theo dòng quét không bị biến dạng.

Song nhược điểm của mạch ghim có điều khiển là sơ đồ phức tạp. Mặt khác, phải có xung điều khiển đồng pha với xung tắt dòng chứa trong tín hiệu truyền hình, với độ rộng nhỏ hơn hoặc bằng độ rộng xung tắt dòng. Đặc biệt là với mạch ghim có điều khiển dùng hai diốt, đòi hỏi phải có hai xung điều khiển có độ rộng xung, độ rộng sườn trước bằng nhau nhưng ngược pha nhau.

3. Mạch sửa méo không đường thẳng (méo gamma)

a) Các yêu cầu đối với mạch sửa méo không đường thẳng

Trong hệ thống truyền hình có rất nhiều phần tử không đường thẳng như ống phát, các tầng khuếch đại tín hiệu hình, bộ điều chế và khuếch đại dao động đã điều chế trong máy phát hình, các tầng khuếch đại tần số cao và tần số trung gian trong máy thu hình, bộ tách sóng video, ống thu.v.v.. các phần tử này đều có khả năng gây méo không đường thẳng. Trong các hệ thống truyền hình đen - trắng, loại méo này sẽ làm cho việc khôi phục bậc sáng của ảnh truyền đi không chính xác nữa, còn trong các hệ thống truyền hình màu, nó còn làm cho sắc độ và độ bão hoà màu của ảnh màu trên màn ống thu màu khác với ảnh truyền đi.

Trong thực tế, tính không đường thẳng của đặc tuyến biên độ của cả hệ thống truyền hình chủ yếu quyết định bởi dạng đặc tuyến ánh sáng của phần tử biến đổi quang - điện (ống phát) và dạng đặc tuyến điều chế tĩnh của phần tử biến đổi điện - quang (ống thu).

Đặc tuyến điều chế tĩnh của phần tử biến đổi điện - quang xác định gần đúng theo biểu thức:

$$I_a = k_1 U_m^{\gamma_1} \quad (2-66)$$

Đặc tuyến biên độ của toàn bộ đường truyền tín hiệu lối ra của phần tử biến đổi quang - điện đến lối vào của phần tử biến đổi điện - quang xác định theo biểu thức.

$$U_{ra} = k_2 U_v^{\gamma_2} \quad (2-67)$$

Đặc tuyến ánh sáng của phần tử biến đổi quang - điện có thể xác định theo biểu thức:

$$I_v = k_3 L_a^{\gamma_3} \quad (2-68)$$

Vì độ rọi trên catốt quang điện tỉ lệ với độ chói của vật thể, và điện áp ra của phần tử biến đổi quang - điện tỉ lệ với dòng tín hiệu.

Ở đây, L_a và L_v là độ chói của ảnh xuất hiện trên màn của phần tử biến đổi điện - quang và của vật cần truyền đi. U_{ra} là điện áp tín hiệu hình trên điện cực điều chế của phần tử biến đổi điện - quang. U_v là điện áp tín hiệu hình trên điện trở tải của phần tử biến đổi quang - điện. $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ là các hệ số không đường thẳng của các đặc tuyến tương ứng. Hệ số không đường thẳng γ_1 của đặc tuyến điều chế tính vào khoảng 2÷3, đối với các phần tử biến đổi điện - quang mà kích thước màn nhỏ $\gamma_1 = 3÷3,5$. Hệ số không đường thẳng γ_3 của đặc tuyến ánh sáng vào khoảng 0,6÷0,7 đối với vidicon. Giá trị γ_3 của phần tử biến đổi quang - điện phụ thuộc chế độ làm việc của ống và nội dung bức ảnh. k_1, k_2, k_3 là các hằng số tỉ lệ

Vậy, đặc tuyến biên độ của cả hệ thống truyền hình (kể cả phần tử biến đổi quang - điện và phần tử biến đổi điện - quang):

$$L_a = k I_v^{\gamma}; \quad (2-69)$$

trong đó: $\gamma = \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3$ - hệ số không đường thẳng tổng của cả hệ thống truyền hình, còn gọi là hệ số tương phản (contrast) hay còn gọi là hệ số gamma.

Để loại trừ hằng số k trong biểu thức (2-69) dùng đơn vị tương đối để biểu thị các đại lượng L_a và I_v .

Khi độ chói của vật và của ảnh là lớn nhất, biểu thức (2-69) có thể viết:

$$I_{a\max} = k I_{v\max}^{\gamma} \quad (2-70)$$

Do đó:

$$\frac{I_a}{I_{a\max}} = \left(\frac{I_v}{I_{v\max}} \right)^{\gamma} \quad (2-71)$$

Trên hình 2-35 vẽ đặc tuyến biên độ của cả hệ thống truyền hình ứng với ba trường hợp $\gamma = 1$, $\gamma > 1$ và $\gamma < 1$.

Từ hình 2-35 thấy rằng, chỉ trong trường hợp $\gamma = 1$, số bậc sáng trên ảnh truyền hình mới bằng số bậc sáng trên ảnh truyền đi tức không xảy ra méo contrast.

Nếu $\gamma \neq 1$ thì việc khôi phục độ chói của ảnh truyền đi không còn chính xác nữa. Lúc đó tuy mức chênh lệch giữa các bậc sáng của ảnh truyền đi bằng nhau nhưng mức chênh lệch giữa các bậc sáng của ảnh truyền hình không bằng nhau nữa.

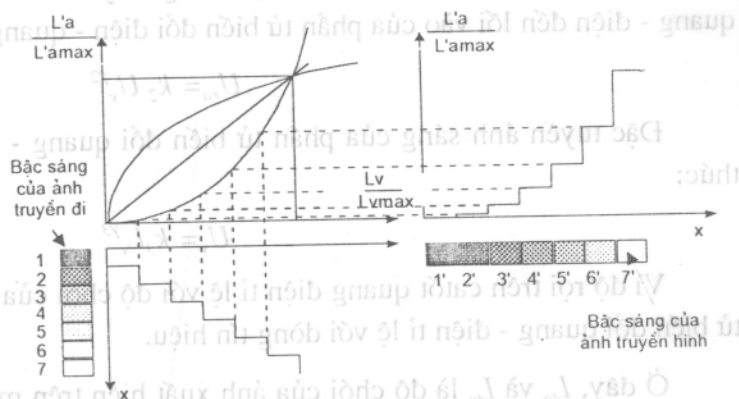
Nếu $\gamma > 1$, khi độ chói của vật nhỏ, một bậc chói trên ảnh truyền hình ứng với nhiều bậc chói trên ảnh truyền đi (vì mắt không còn phân biệt được sự chênh lệch độ chói giữa các bậc sáng 1, 2 và 3 nữa). Còn khi độ chói trên ảnh truyền đi lớn, một số bậc chói trên ảnh truyền hình tương ứng với một bậc chói trên ảnh truyền đi; tức độ contrast tăng. Nếu $\gamma < 1$, xảy ra hiệu quả ngược lại.

Như vậy trong truyền hình đen - trắng, đặc tuyến biên độ của hệ thống truyền hình không thẳng gây ra méo bậc sáng. Nhưng đặc tuyến biên độ của hệ thống truyền hình không thẳng không phải lúc nào cũng làm cho chất lượng ảnh truyền hình giảm. Vấn đề là ở chỗ, trên thực tế, độ contrast của ảnh truyền hình bao giờ cũng nhỏ hơn độ contrast của ảnh truyền đi, cho nên, dù cho đặc tuyến biên độ của cả hệ thống truyền hình là 1 đường thẳng (tức $\gamma = 1$) đi nữa ảnh truyền hình cũng khác ảnh truyền đi. Nếu đặc tuyến biên độ của cả hệ thống truyền hình có $\gamma > 1$, ảnh truyền hình sẽ được cải thiện.

Nhiều công trình nghiên cứu cho biết, ảnh truyền hình đạt chất lượng cao nhất khi $\gamma = 1,3$. Tăng độ contrast của ảnh truyền hình có khả năng bù đắp lại một phần sự vắng mặt màu sắc trên ảnh đen - trắng.

Còn trong các hệ thống truyền hình màu, để cho màu sắc của ảnh được khôi phục trên màn phân tử biến đổi điện - quang giống ảnh truyền đi, đòi hỏi giá trị của cả hệ thống truyền hình phải bằng 1.

Chính vì những lí do trên mà trên các hệ thống truyền hình đen - trắng cần thiết phải mắc thêm mạch sửa méo không đường thẳng trong bộ phận gia công tín hiệu hình, nhằm đảm bảo cho dạng đặc tuyến biên độ của cả hệ thống truyền hình phù hợp với dạng đặc tuyến yêu cầu. Mạch sửa méo không đường thẳng còn có các tên gọi như: mạch sửa contrast, mạch sửa méo gamma, mạch sửa méo tương phản.



Hình 2-35. Dạng méo không đường thẳng (méo gamma).

Trong thực tiễn giá trị γ tốt nhất của mạch sửa méo gamma không phải là không đổi, vì giá trị γ của đặc tuyến ánh sáng của phần tử biến đổi quang - điện nói chung phụ thuộc vào độ rọi trung bình và nội dung bức ảnh truyền đi, cho nên đòi hỏi mức sửa của mạch sửa méo này phải có khả năng điều chỉnh trong phạm vi nhất định.

Giá trị γ tốt nhất của mạch sửa méo không đường thẳng chỉ có thể xác định theo phương pháp thực nghiệm, chứ không thể theo phương pháp tính toán đơn thuần. Vì không những giá trị γ của đặc tuyến ánh sáng của phần tử biến đổi quang - điện phụ thuộc vào nội dung và độ rọi trung bình của bức ảnh truyền đi, mà giá trị γ của đặc tuyến điều chế tĩnh của phần tử biến đổi điện - quang cùng loại cũng chênh lệch nhau rất nhiều.

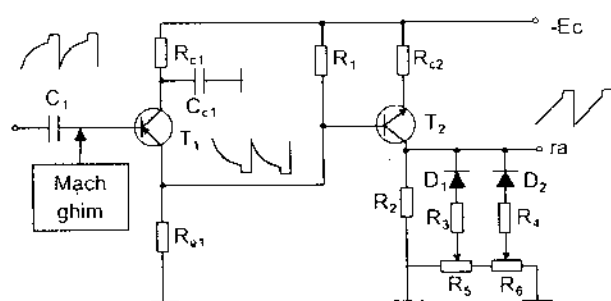
Một vấn đề cần lưu ý là, để hiệu chỉnh chính xác dải biến đổi của ảnh truyền hình, phải tiến hành khôi phục thành phần trung bình của tín hiệu hình trước khi tiến hành sửa méo không đường thẳng, nhằm làm cho mức xung tait của tín hiệu hình luôn luôn tương ứng với một điểm nhất định nào đó trên đặc tuyến biên độ của mạch sửa, chứ không phụ thuộc vào hình dạng và giá trị của tín hiệu hình. Nếu không thì đặc điểm nền của vật cần truyền đi và độ rọi trên vật sẽ ảnh hưởng đến mức độ tương phản.

Trong mạch sửa méo gamma phải sử dụng phần tử không đường thẳng và xây dựng mạch sửa để cho giá trị của nó có khả năng thay đổi trong giới hạn nhất định. Phần tử không đường thẳng dùng trong mạch sửa méo gamma thường các diốt bán dẫn. Có thể mắc chúng thành một phần tử của bộ phân áp có thể làm tải emitter hoặc collector của tầng khuếch đại dùng tranzito, cũng có thể mắc thành phần tử hồi tiếp âm.

b) Mạch sửa méo gamma có tải không đường thẳng

Hình 2-36 là sơ đồ của mạch sửa méo gamma có tải không đường thẳng mắc trong mạch collector. Do trở kháng tải của tầng khuếch đại thay đổi theo giá trị tín hiệu vào, nên hệ số khuếch đại của tầng cũng thay đổi theo.

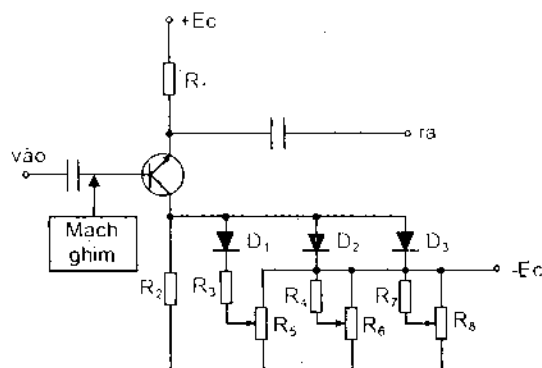
Phần tử không đường thẳng mắc trong mạch sơ đồ trên là các diốt bán dẫn D_1 và D_2 . Chọn điện áp đặt lên các diốt sao cho khi giá trị tín hiệu vào nhỏ, các diốt đều không dẫn điện. Và khi giá trị tín hiệu vào tăng đến U_{v1} và U_{v2} (hình 2-37) các diốt lần lượt dẫn điện. Cho nên điện trở tải của tranzito T_2 và các hệ số khuếch đại của nó giảm nhỏ khi giá trị tín hiệu vào tăng. Giá trị (của đặc tuyến biên độ của mạch sửa này nhỏ hơn 1.



Hình 2-36. Sơ đồ mạch sửa méo có tải không đường thẳng mắc trong mạch collector.

Muốn được đặc tuyến biên độ mà giá trị $\gamma > 1$, chỉ cần đổi cực tính các diốt trong sơ đồ hình 2-36, đồng thời chọn điện áp cung cấp cho các diốt thích hợp, sao cho khi giá trị tín hiệu vào còn nhỏ, các diốt đều dẫn điện và lần lượt không dẫn điện khi giá trị tín hiệu vào tăng.

Đặc tuyến biên độ của mạch sửa này là một đường gãy khúc. Số điểm gãy khúc bằng số diốt. Cho nên, số diốt càng nhiều, đặc tuyến biên độ của mạch sửa càng gần giống đặc tuyến biến đổi liên tục. Trong thực tế chỉ cần dùng 3 hoặc 4 diốt là thỏa mãn yêu cầu.

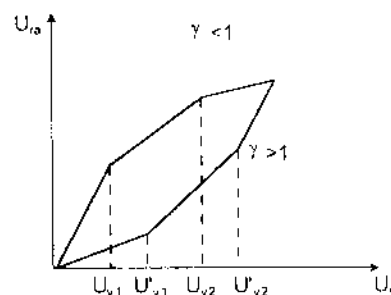


Hình 2.38. Mạch sửa méo gamma có hồi tiếp âm không đường thẳng.

c) Mạch sửa méo gamma có hồi tiếp âm không đường thẳng

Trên hình 2-38 vẽ sơ đồ của mạch sửa méo gamma có hồi tiếp âm không đường thẳng. Điện trở tổng mắc ở mạch tải emitter trong sơ đồ này thay đổi theo mức tín hiệu vào; tuy nhiên, nó không phải là tầng khuếch đại tải emitter, mà là tầng khuếch đại tải collector, có hồi tiếp âm dùng phần tử không đường thẳng mắc ở mạch emitter. Khi tín hiệu vào tăng đến giá trị nhất định, các diốt mới lần lượt dẫn điện, điện trở tổng mắc ở mạch emitter giảm dần.

Khi tín hiệu vào đạt giá trị lớn nhất, các diốt đều dẫn điện, hệ số khuếch đại của mạch đạt giá trị lớn nhất. Vậy giá trị γ của đặc tuyến biên độ của mạch lớn hơn 1.



Hình 2-37. Đặc tuyến biên độ của mạch sửa méo gamma.

Muốn có đặc tuyến biên độ có $\gamma < 1$, phải đổi cực các diốt và chọn điện áp đặt lên nó thích hợp để cho khi giá trị tín hiệu vào nhỏ các diốt đều dẫn điện hoặc đổi cực tính tín hiệu vào.

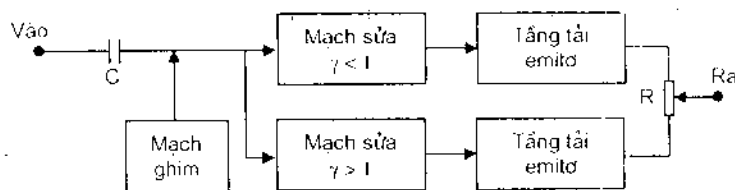
d) Mạch sửa méo gamma hai đường

Trong kỹ thuật truyền hình quảng bá, yêu cầu đối với mạch sửa méo gamma không những có khả năng điều chỉnh mức sửa trong phạm vi rộng mà còn phải đảm bảo giá trị tín hiệu ra không thay đổi khi thay đổi mức sửa.

Nhược điểm chung của tất cả các mạch phân tích ở trên là mức tín hiệu ra thay đổi theo mức sửa và mức sửa chỉ có thể thay đổi từ $\gamma = 1$ đến $\gamma > 1$ hoặc $\gamma = 1$ đến $\gamma < 1$, nên không được dùng rộng rãi.

Để đảm bảo được các yêu cầu nêu ra ở trên, thường dùng mạch sửa méo gamma hai đường, hình 2-39.

Tín hiệu đồng thời đặt vào hai đường khuếch đại riêng, mà dạng đặc tuyến biên độ của chúng khác nhau. Chẳng hạn hệ số γ của đường này nhỏ hơn 1 còn của đường kia lớn hơn 1; hoặc của



Hình 2-39. Sơ đồ mạch sửa méo gamma hai đường.

đường này bằng 1, của đường kia lớn hơn 1. Tín hiệu ra của hai đường lấy từ các tầng khuếch đại tải emitter và cộng trên chiết áp R . Giá trị tín hiệu ra của hai đường phải bằng nhau. Hơn nữa, phải chọn thích hợp số tầng khuếch đại trên mỗi tầng khuếch đại để đảm bảo cho cực tính của tín hiệu tại hai lối ra giống nhau. Khi thay đổi điểm động chiết áp R , giá trị của mạch sửa này sẽ thay đổi, nhưng giá trị tín hiệu ra không thay đổi.

Cũng có thể dùng biện pháp giảm giá trị tín hiệu vào của đường khuếch đại này, đồng thời tăng giá trị tín hiệu vào của đường tín hiệu kia, cũng thay đổi được dạng đặc tuyến biên độ của mạch sửa này tức thay đổi giá trị γ mà giá trị tín hiệu ra vẫn giữ nguyên.

2-8. MẠCH QUÉT TRONG TRUYỀN HÌNH

Trong ống thu cũng như trong ống phát tín hiệu hình, để làm lệch tia điện tử theo chiều ngang (quét dòng) và chiều dọc (quét màn), phải dùng các cuộn làm lệch tia gọi tắt là cuộn lệch. Dòng điện chảy qua cuộn lệch có dạng răng cưa. Mạch điện và nguyên lý làm việc của bộ quét màn và quét dòng khác nhau, vì chúng làm việc ở tần số khác nhau nhiều. Trong hệ truyền hình quảng bá mà số dòng quét trong một ảnh là 625 dòng thì tần số mặt $f_l = 50$ Hz, tần số quét dòng $f_H = 15.625$ Hz, nghĩa là tần số của chúng khác nhau 312,5 lần.

Dòng điện và điện áp do mạch quét tạo ra khác hình sin. Trong thực tế để tạo lại dạng xung chỉ cần đến hai bậc 20 là đủ. Như vậy giới hạn trên của dải thông của bộ quét dòng là $f_{Hmax} = 15625 \times 20 = 300$ kHz. Chính với tần số khá cao như vậy, nên điện dung ký sinh và tổn hao do dòng điện xoáy gây ra trong lõi từ đã đóng vai trò quan trọng trong mạch quét dòng. Cho nên lõi biến áp ra của nó phải là vật liệu từ có trở kháng lớn, như pherit để đỡ tổn hao. Còn trong bộ quét màn vì $f_{Vmax} = 50 \times 20 = 1000$ Hz, nên lõi biến áp có thể là các lá sắt thông thường, như lõi các biến áp âm tần.

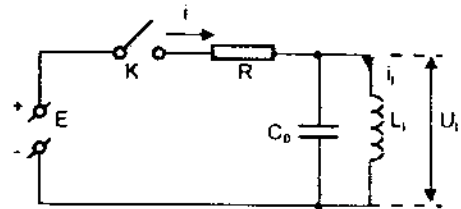
Vì làm việc ở tần số khác nhau nhiều do đó tính chất tải tăng ra của bộ quét dòng và quét màn cũng khác nhau. Trong lý thuyết và thực tế, có thể coi cuộn lệch của bộ quét màn là điện trở thuần. Còn trong bộ quét dòng tải của nó là cảm kháng (chỉ xét điện cảm của cuộn lệch, bỏ qua điện trở của nó).

1. Đặc điểm mạch quét dòng

a) Phương pháp tạo dòng điện răng cưa

Mạch điện tăng ra hay dùng hiện nay là mạch có khoá thông hai chiều. Mạch tương đương của nó như hình 2-40.

- L_l : Điện cảm của cuộn lệch.
- C_0 : Điện dung ký sinh (gồm có điện dung của bản thân cuộn lệch, điện dung lắp ráp).
- R : Điện trở tổn hao tương đương (ở anốt hoặc collector đến tầng ra của vòng dây và lõi).
- E : Điện áp của nguồn.



Hình 2-40. Mạch tương đương của tầng ra quét dòng.

Để phân tích dễ dàng nguyên lý làm việc của mạch, ta hãy xét theo từng bước dưới đây.

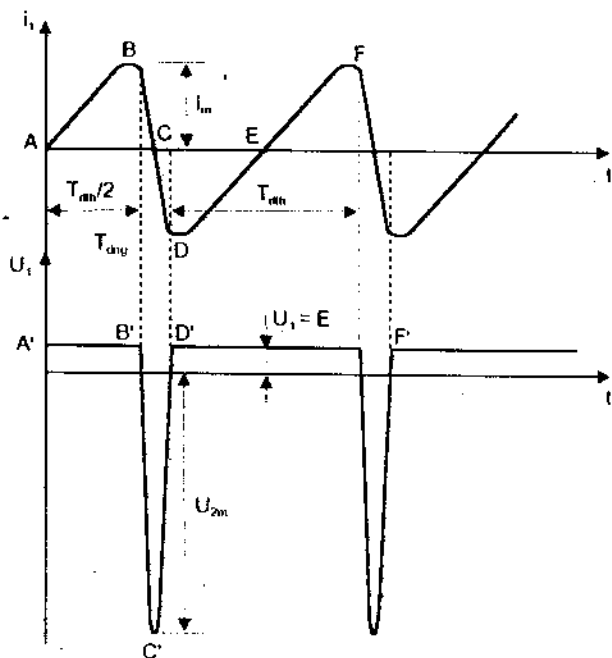
+ Xét ảnh hưởng của C_0 khi coi $R = 0$:

Khi nối mạch bằng khoá K, toàn bộ điện áp một chiều E được đặt lên cuộn cảm L_l . C_0 được nạp ngay đến điện áp E , vì điện trở trong của nguồn rất nhỏ. Dòng trong cuộn lệch i_l sẽ biến thiên theo quy luật:

$$U_l = L_l(di_l/dt) = E = \text{hằng số} \quad (2-72)$$

$$i_l = \frac{1}{L_l} \int U_l dt = \frac{E}{L_l} t \quad (2-73)$$

Từ biểu thức (2-73) ta thấy i_l là hàm bậc nhất theo t , nghĩa là trong đoạn quét thuận AB (hình 2-41) dòng điện i_l biến thiên theo đường thẳng. Khi đến điểm B là lúc dòng đạt tới trị số I_m cho khoá K hở mạch. Lúc này L_l và C_0 tạo thành mạch dao động có hệ số phẩm chất rất cao, nên i_l dao động theo đường cosin. Nhưng khi i_l giảm tới điểm D, tức qua nửa chu kỳ dao động, lại dùng khoá K nối mạch. Lúc này dao động tắt ngay vì nguồn E có điện trở trong $R_l \approx 0$ nên nối tắt mạch dao động. Dòng điện i_l lại tiếp tục biến đổi theo đường thẳng DEF vì điện áp không đổi của nguồn E lại được đặt lên cuộn cảm L_l .



Hình 2-41. Dạng dòng điện và điện áp trên cuộn lệch.

Trong đoạn DE, $i_l < 0$, nghĩa là khi đến D cuộn L đã tích trữ được năng lượng $\Delta E = I_l(I_m^2/2)$ lấy từ nguồn E , nay phóng ngược trả lại về nguồn. Vì vậy khoá K phải cho dòng điện thông cả hai chiều, ở đoạn EF thì cuộn L lại tích trữ được năng lượng, lấy từ nguồn E . Năng lượng trả ngược trở về nguồn E , bằng năng lượng lấy từ nguồn E , do đó mạch này không tiêu thụ năng lượng. Được như vậy là vì mạch chỉ có điện kháng thuần L_l, C_0 . Trong thực tế, bao giờ cũng có điện trở tổn hao, nên bộ quét dòng trong máy thu hình đen - trắng tiêu thụ công suất hàng chục oát.

Xác định điện áp trên cuộn lệch và thời gian quét ngược T_{Hng} .

Trong thời gian quét thuận T_{Hth} :

$$U_1 = L_l \frac{di_l}{dt} = L_l \frac{2I_m}{T_{Hth}} = E = \text{hằng số} \quad (2-74)$$

Trong thời gian quét ngược T_{Hng} dòng điện biến đổi theo cosin:

$$i_l = I_m \cos \omega t \quad (2-75)$$

$$U_2 = L_l(di_l/dt) = -\omega L_l I_m \sin \omega t = -U_{2m} \sin \omega t; \quad (2-76)$$

trong đó:

$$U_{2m} = \omega L_l I_m \quad (2-77)$$

Thời gian quét ngược T_{Hng} bằng nửa chu kỳ dao động với tần số ω :

$$T_{Hng} = 0,5 \cdot (2\pi/\omega) = \pi/\omega \quad (2-78)$$

$$\text{Vì } \omega = \frac{1}{\sqrt{L_l C_0}} \text{ nên: } T_{Hng} = \pi \cdot \sqrt{L_l C_0} \quad (2-79)$$

Từ các biểu thức (2-74), (2-77), (2-78) ta có:

$$U_{2m} = \frac{\pi}{2} U_1 \frac{T_{Hth}}{T_{Hng}} = 1,57 U_1 \frac{T_{Hth}}{T_{Hng}} \quad (2-80)$$

Từ các biểu thức (2-79) và (2-80) nhận xét thấy: Nếu C_0 nhỏ, thì thời gian quét ngược T_{Hng} nhỏ và điện áp trên cuộn lệch trong thời gian quét ngược U_{2m} lớn.

Ví dụ: Cho biết điện cảm tương đương của cuộn lệch đã tính sang cuộn sơ cấp của biến áp $L_l = 0,1 \text{ H}$, $I_m = 0,2 \text{ A}$, $T_d = T_{Hth} + T_{Hng} = 64 \mu\text{s}$, $T_{Hng} = 10\% T_H$. Hãy tính U_1 và U_{2m} .

$$U_1 = L_l \frac{2I_m}{T_{Hth}} = \frac{0,1 \times 2 \times 0,2}{0,9 \times 4 \times 10^{-6}} = 695 \text{ V}$$

$$U_{2m} = \frac{\pi}{2} U_1 \frac{T_{Hth}}{T_{Hng}} = \frac{3,14}{2} \cdot 695 \cdot \frac{0,9}{0,1} = 9,8 \text{ KV}$$

Vì vậy, nhiều linh kiện trong mạch quét dòng phải chịu được điện áp cao.

+ Ảnh hưởng của điện trở tổn hao R :

Trong thời gian quét thuận, điện trở tổn hao R ảnh hưởng nhiều tới dạng dòng điện trong cuộn lệch, còn điện dung ký sinh C_0 ảnh hưởng không đáng kể. Vì vậy ta có mạch tương đương như hình 2-42a.

Từ mạch tương đương này có:

$$E = U_l + U_R = L_l(di_l/dt) + Ri_l \quad (2-81)$$

Nghiệm của phương trình là:

$$i_l = \frac{E}{R} (1 - P^{t/\tau}) + \Delta; \quad (2-82)$$

trong đó: hằng số thời gian $\tau = L_l/R$ và hằng số tích phân là Δ .

Trong thời gian quét ngược, Khoá K hở mạch, nguồn E và điện trở R bị cắt rời ra. Lúc đó chỉ có mạch dao động $L_l C_0$ làm việc. Những lập luận và kết quả về dòng điện và điện áp, trong thời gian quét ngược giống như khi xét ở phần trên.

Vì có R nên trong thời gian quét thuận, dạng dòng điện i_l không thẳng nữa mà cong vồng lên; còn điện áp U_l thì không phải là hằng số mà giảm dần (hình 2-42b). Độ không tuyến tính của dòng điện được đánh giá bởi "hệ số không đường thẳng".

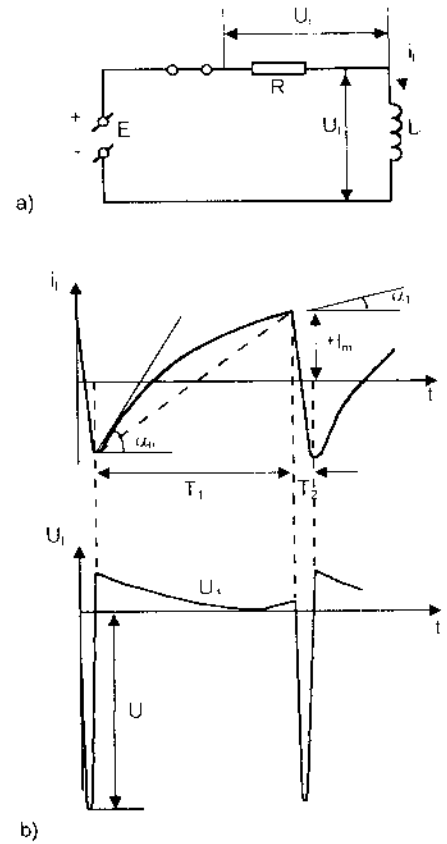
$$K_{hh} = \frac{\left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=0} - \left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=T_{mh}}}{\left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=0}}; \quad (2-83)$$

trong đó: K_{hh} - hệ số không đường thẳng;

$\left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=0}$ và $\left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=T_{mh}}$ - tốc độ biến thiên của dòng điện chảy trong cuộn lệch ở đầu và cuối thời gian quét thuận.

Xét K_{hh} theo mạch tương đương trên. Lấy đạo hàm theo thời gian đối với biểu thức (2-82):

$$\frac{di_l}{dt} = \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{\tau} P^{t/\tau} = \frac{E}{R} \cdot \frac{R}{L_l} P^{t/\tau} = \frac{E}{L_l} \cdot P^{t/\tau} \quad (2-84)$$



Hình 2-42. Dạng dòng điện và điện áp trên cuộn lệch lúc xét điện trở tổn hao

Do đó:
$$\left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=0} = \frac{E}{L_l} \text{ và } \left| \frac{di_l}{dt} \right|_{t=T_{on}} = \frac{E}{L_l} P^{\frac{T_{on}}{\tau}}$$

Thay những trị số trên vào (2-83) ta được:

$$K_{nh} = \frac{\frac{E}{L_l} - \frac{E}{L_l} P^{\frac{T_{on}}{\tau}}}{\frac{E}{L_l}} = 1 - P^{\frac{T_{on}}{\tau}} = 1 - e^{\frac{T_{on}}{\tau}} \quad (2-85)$$

Trong thực tế, K_{nh} cho phép nhỏ hơn (10÷15%), nên có thể áp dụng công thức gần đúng: $1 - e^{-x} \approx x$ khi $x \ll 1$, do đó:

$$K_{nh} \approx T_{on}/\tau = T_{on} R / L_l \quad (2-86)$$

Điều này chứng tỏ khi giảm điện trở R hoặc tăng L_l , dòng điện i_l càng tuyến tính.

Tóm lại, muốn dòng điện chảy qua cuộn lệch bớt cong phải tìm cách tăng hằng số thời gian $\tau = L_l/R$.

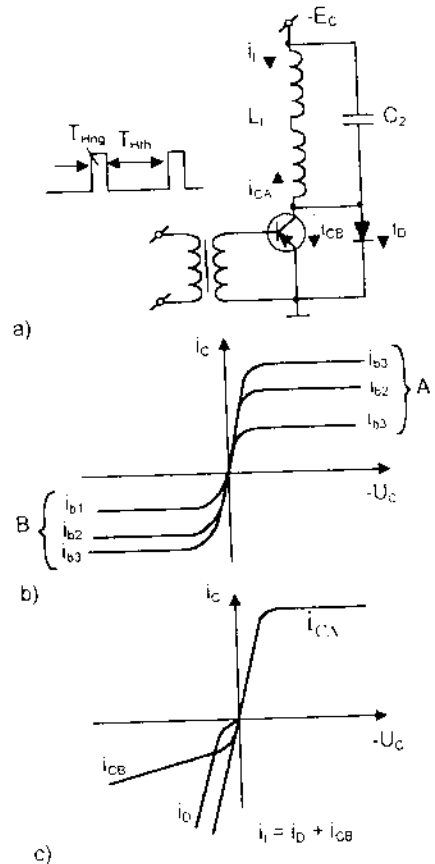
b) Bộ quét dòng dùng bán dẫn

+ Đặc điểm của tầng ra quét dòng dùng bán dẫn:

- Đèn bán dẫn thông được cả hai chiều, vậy nó có thể làm chức năng khoá dẫn điện hai chiều, mà không cần diốt nén dao động. Từ đặc tuyến trên hình 2-43b ta thấy:

Khi $U_c < 0$ dòng colector i_c sẽ đi từ emitor tới colector, và khi $U_c > 0$ thì dòng colector đi theo chiều ngược lại, nghĩa là từ colector tới emitor. Nhưng, vì những đặc tuyến ngược (những đường B) có hệ số khuếch đại dòng điện nhỏ hơn những đặc tuyến thuận (đường A) nên dòng răng cưa trong cuộn lệch sẽ mất đối xứng; nghĩa là thành phần một chiều tương đối lớn vì đặc tuyến $i_c = f(U_c)$ không đối xứng. Nên ngoài hệ số khuếch đại dòng điện không đối xứng ra, điện trở bão hoà cũng không bằng nhau. Để cải thiện sự không đối xứng này, thường mắc song song với tranzito ở tầng ra một diốt bán dẫn, cũng gọi là diốt nén dao động.

Trong cuộn lệch, dòng ngược (từ nguồn $-E_c$



Hình 2-43. Tầng ra quét dòng dùng bán dẫn

xuống dưới) bao gồm dòng ngược i_{CB} của tranzito và dòng điốt i_D (hình 2-43c), yêu cầu đối với điốt là:

Điện trở thuận phải nhỏ để đảm bảo dòng trong cuộn lệch được tuyến tính. Điện trở ngược phải lớn để đỡ nổi tắt mạch dao động L_1C_1 . Có như vậy mới giảm tổn hao và tăng biên độ dòng i_l trong cuộn lệch.

Khi thông điốt phải chịu được dòng điện lớn; và khi tắt điốt phải chịu được điện áp ngược lớn vì điện áp trong thời gian quét ngược là $U_{ng} = U_{zm} + E_c$.

- Song song với cuộn lệch L_1 phải mắc một tụ C_1 có điện dung tương đối lớn để đảm bảo thời gian quét ngược bằng trị số T_{Hng} cho trước:

$$T_{Hng} = \frac{T_{dd}}{2} = \pi \cdot \sqrt{L_1 C_1}; \quad (2-87)$$

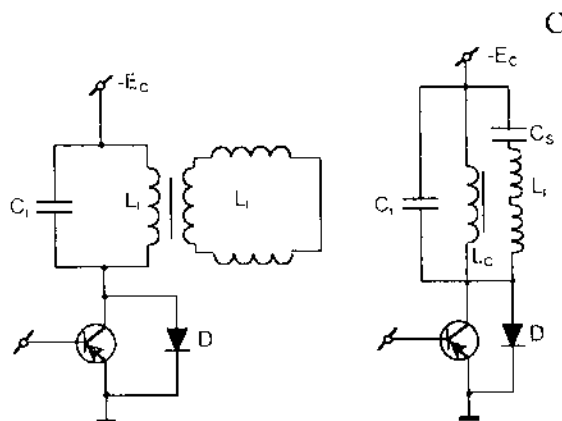
trong đó: T_{dd} - chu kỳ dao động sinh ra trong thời gian quét ngược.

Để đảm bảo thời gian quét ngược đã được quy định trước theo biểu thức (2-77), C_1 trong mạch bán dẫn phải tăng lên hàng trăm lần. Cho nên, nếu mạch cộng hưởng chỉ dùng điện dung ký sinh là không đủ mà phải mắc song song với cuộn lệch một tụ C_2 với điện dung vào khoảng $(0,05 \div 0,15) \mu F$.

+ Nguyên lý làm việc của tầng ra bộ quét dòng:

Nếu ta đưa vào ba-zơ (hình 2-43a) những xung vuông và dương mà độ rộng xung bằng thời gian quét ngược sao cho tranzito sẽ tắt trong thời gian có xung kích thích. Thời gian giữa các xung kích thích đó, tức trong thời gian quét thuận, tranzito thông. Trong nửa phần đầu của thời gian quét thuận, dòng trong cuộn lệch là tổng dòng ngược i_{CB} của tranzito và dòng i_D của điốt. Đến cuối thời gian quét thuận, khi dòng lệch i_l đã đạt tới giá trị cực đại I_{lm} , ta lại đưa xung dương vào ba-zơ và tranzito tắt. Lúc này trong mạch L_1C_1 sẽ có dao động và dòng trong cuộn lệch sẽ biến thiên theo quy luật hình sin. Đến cuối thời gian quét ngược, tranzito thông, điện áp trên cuộn lệch (điện thế colectơ so với điểm $-E_c$) là dương, và lớn hơn điện áp nguồn về trị số tuyệt đối. Do đó, điện thế anốt của điốt dương hơn catốt, điốt thông còn tranzito tắt. Điốt này có tác dụng nén dao động ở đầu thời gian quét thuận. Lúc này dòng $i_D > i_{CB}$.

Để loại trừ thành phần một chiều của dòng colectơ chảy qua cuộn lệch, trong mạch có thể dùng biến áp hoặc cuộn chặn. Nếu dùng biến áp thì có thể dùng các cuộn lệch thiết kế cho mạch dùng đèn điện tử vì nhờ biến áp mà có thể phối hợp giữa cuộn lệch với mạch colectơ của tranzito ở tầng ra. Nhưng so với cuộn chặn nó có nhược điểm là, ngoài tổn hao trong cuộn lệch, lại thêm vào tổn hao trong cuộn thứ cấp biến áp và tổn hao trong lõi của nó, chế tạo biến áp tầng ra phức tạp hơn cuộn chặn.



Hình 2-44. Cách mắc cuộn lệch dòng vào colectơ của tranzito ở tầng ra bộ quét dòng.

Mạch dùng cuộn chặn thì tránh được các nhược điểm trên nhưng cuộn lệch phải tính toán cho phù hợp với tranzito trong tầng ra, và ống thu định dùng cuộn chặn lý tưởng phải có điện cảm lớn vô cùng và điện trở tổn hao bằng không. Nếu được như vậy thì chỉ có thành phần dòng một chiều chảy qua cuộn chặn, còn các thành phần xoay chiều (tức dòng răng cưa) sẽ chảy qua cuộn lệch mà không cần tụ C_s (hình 2-44), vì đối với thành phần một chiều, cuộn chặn sẽ đoạn mạch, còn cuộn lệch có điện trở R_l sẽ không cho dòng một chiều phân nhánh qua nó. Trong thực tế, cuộn chặn bao giờ cũng có điện trở nhất định, nên một phần dòng một chiều sẽ có chảy qua cuộn lệch. Để cho dòng một chiều không chảy qua cuộn lệch phải dùng tụ ngăn cách C_s . Ngoài nhiệm vụ trên, tụ C_s còn có tác dụng làm cho dòng điện răng cưa có dạng chữ S để bù méo đối xứng đối với các ống thu có góc lệch lớn.

Cao áp cho ống thu được tạo ra từ xung điện áp sinh ra trong thời gian quét ngược của xung quét dòng. Ta dùng một biến áp xung cao áp với cuộn thứ cấp có số vòng W_2 lớn hơn nhiều lần số vòng cuộn sơ cấp W_1 . Vì để đạt được cao áp (12÷16) KV, hệ số biến đổi của biến áp phải khá lớn:

$$n = \frac{W_2}{W_1} = \frac{12000 \div 16000}{100 \div 150} = 80 \div 160$$

Trong thực tế, chế tạo cuộn thứ cấp (cuộn cao áp) với số vòng lớn hơn 6÷7 ngàn gặp không ít khó khăn. Trong hoàn cảnh đó nếu muốn giữ nguyên hệ số n , thì chỉ còn cách giảm W_1 . Như vậy, điện cảm cuộn sơ cấp bị giảm nhỏ, không còn khả năng đóng vai trò là cuộn chặn nữa vì lúc đó một phần dòng điện răng cưa sẽ chạy qua cuộn chặn một cách vô ích, hiệu suất của mạch giảm nhỏ. Vì vậy, thường dùng chỉnh lưu bội áp (bội 2 và bội 3) để giảm bớt số vòng cuộn thứ cấp, lại không cần giảm số vòng cuộn sơ cấp.

+ Tầng đệm:

Đèn tầng ra là tranzito có công suất khá lớn nên trước nó phải có tầng công suất đủ lớn để kích thích nó. Trong thời gian quét thuận tranzito ở tầng ra phải làm việc ở chế độ bão hoà, nên phải đưa vào bazơ của nó một xung điện áp có biên độ đủ lớn. Đối với

tranzito công suất làm việc ở chế độ bão hoà thì dòng điện bazơ vào khoảng $(0,5 \pm 0,8) \text{ A}$. Vì tầng tạo xung không thể đảm bảo được dòng lớn như vậy nên giữa tầng ra và tầng tạo xung phải thêm tầng đệm dùng tranzito công suất. Đó là tầng khuếch đại công suất.

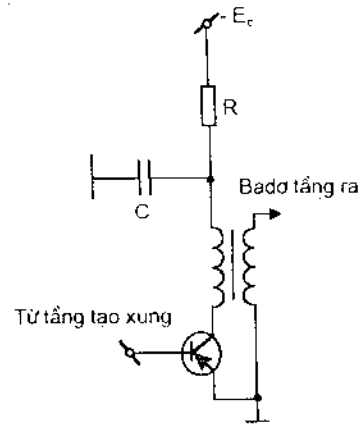
Tầng đệm còn làm nhiệm vụ khử ảnh hưởng của tầng ra đối với tầng tạo xung. Nhiệt độ của tranzito tầng ra biến đổi trong phạm vi khá lớn nên điện trở vào của nó, tức phụ tải của tầng tạo xung không ổn định. Điều này dẫn đến độ rộng xung và sườn xung không ổn định, làm chiều rộng màn quét không ổn định.

Thường điện áp U_{bm} giữa bazơ và emitter tranzito tầng ra là rất nhỏ so với điện áp ra E_H của tầng đệm, cho nên thường dùng biến áp loại hạ áp với hệ số biến đổi $n = 4 \div 5$ để ghép tầng đệm với tầng ra. Các đầu cuộn dây của biến áp phải mắc thế nào để đảm bảo khi tranzito tầng đệm thông thì tranzito tầng ra tắt, và ngược lại. Nếu không như vậy thì trong khi cả hai tranzito đều tắt, không có một điện trở nào mắc song song với biến áp. Trong mạch hình 2-45 gồm: điện cảm của nó cùng điện dung ký sinh hình thành dao động, và làm méo dạng xung kích thích lấy từ lối ra tầng đệm.

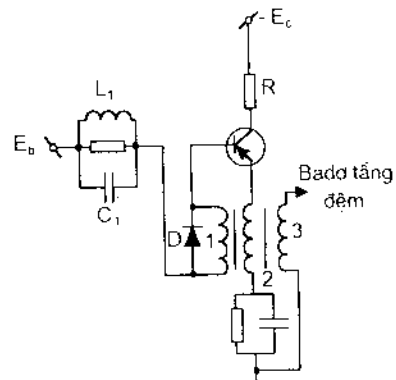
+ Tầng tạo xung:

Trong mạch bán dẫn, hầu hết tầng tạo xung đều dùng mạch dao động nghet. So với mạch đa hài, nó có ưu điểm là ít linh kiện hơn, dễ dàng phối hợp giữa lối ra của nó với lối vào của tầng đệm. Dùng bộ dao động nghet thì mạch làm việc ổn định hơn khi điện áp nguồn hoặc nhiệt độ thay đổi, nhưng phải dùng biến áp xung. Trong bộ dao động nghet thường dùng hồi tiếp dương giữa bazơ và emitter thông qua biến áp. Xung đưa vào bazơ tầng đệm được lấy ra từ cuộn dây thứ ba (hình 2-46) L, C , hình thành mạch cộng hưởng điều chuẩn ở tần số dòng nhằm nâng cao độ ổn định tần số của tầng tạo xung, còn diốt D dùng để bảo vệ tranzito khỏi bị đánh thủng.

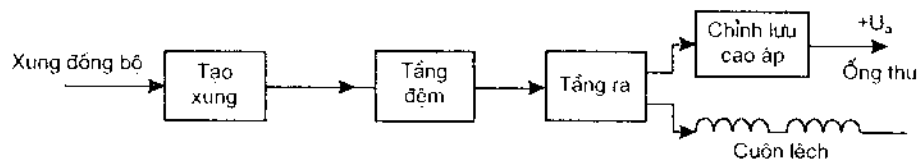
Tóm lại, sơ đồ khối bộ quét dòng dùng bán dẫn có thể thiết lập như hình 2-47.



Hình 2-45. Mạch điện tầng đệm trong bộ quét dòng.



Hình 2-46. Tầng tạo xung.



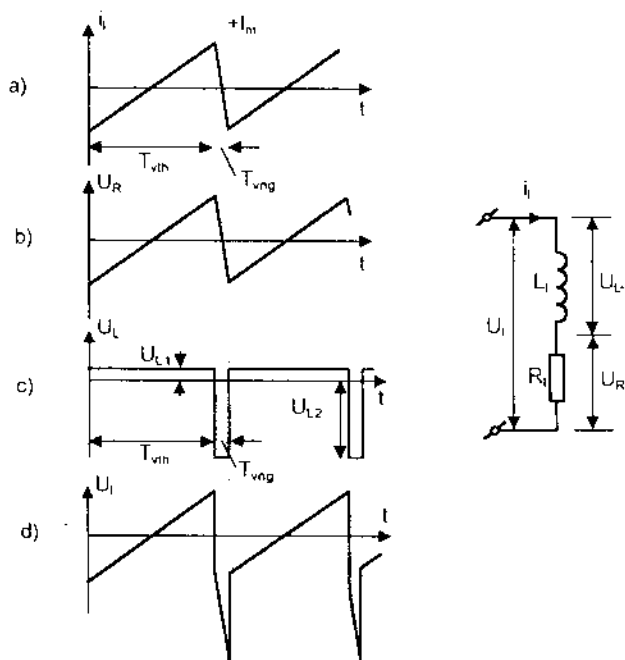
Hình 2-47. Sơ đồ khối của bộ quét dòng.

2. Đặc điểm mạch quét màn

a) Đặc điểm

Bộ quét màn làm việc ở tần số rất thấp (50 hoặc 60 Hz), nên có một số đặc điểm khác với bộ quét dòng cụ thể như sau:

- Trong thời gian quét thuận, vì dòng điện trong cuộn lệch biến thiên chậm, nên sức điện động tự cảm trên cuộn lệch không đáng kể so với điện áp trên điện trở của nó. Vì vậy, trong thời gian quét thuận cuộn lệch là một tải có tính chất điện trở thuần. Năng lượng tích trữ trong cuộn cảm không đáng kể nên không thể dùng mạch có khoá thông hai chiều cho tăng ra của bộ quét màn như trong bộ quét dòng.



Hình 2-48. Mạch tương đương của cuộn lệch và dạng dòng điện, điện áp trên đó.

- Trong quét dòng, điện dung C_0 đóng vai trò quan trọng, thì ở đây nó không ảnh hưởng tới dạng xung của bộ quét màn.

- Tốc độ biến thiên của dòng điện và điện áp chậm, nên không cần dùng diốt nén dao động. Điện áp sinh ra trong thời gian quét ngược nhỏ hơn nhiều so với bộ quét dòng. Cho nên ở tăng ra có thể dùng những đèn công suất tần số thấp thông thường.

- Vì làm việc ở tần số thấp, tổn hao trong lõi biến áp ra không đáng kể, nên có thể dùng cuộn biến áp có lõi sắt thông thường.

Trong thời gian quét ngược dòng biến đổi tương đối nhanh nên điện áp trên cuộn lệch là những xung có biên độ khá lớn so với khi quét thuận. Lúc này không thể coi cuộn lệch là tải có điện trở thuần.

Trên hình 2-48 vẽ mạch tương đương của cuộn lệch. Khi dòng điện trong cuộn lệch có dạng răng cưa tuyến tính (hình 2-48a) thì điện áp trên R là: $U_R = i_p R$ cũng có dạng hình răng cưa tuyến tính (hình 2-48b) và điện áp trên L_l là: $U_L = L_l di/dt$ có dạng xung vuông (hình 2-48c).

Điện áp trên cuộn lệch là: $U_l = U_R + U_L$ có dạng như hình 2-48d. Trên đồ thị ta thấy U_{L1} trong thời gian quét thuận rất nhỏ so với U_R trên điện trở R của cuộn lệch. Còn trong thời gian quét ngược U_{L2} lớn.

b) Bộ quét màn hình bán dẫn

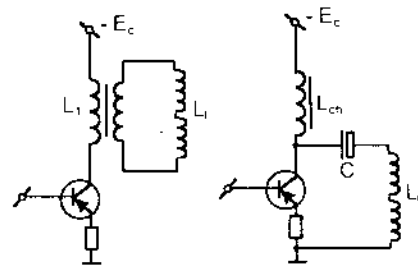
Trong mạch collector tăng ra của bộ quét màn hình có thể dùng biến áp hoặc cuộn chặn, hình 2-49. Trong mạch này cũng phải tìm cách ngăn chặn không cho thành phần một chiều của dòng collector chảy vào cuộn lệch đọc. Dùng biến áp có lợi là dễ phối hợp cuộn lệch với tranzito tăng ra. Còn dùng cuộn chặn thì, đối với dòng xoay chiều, do cuộn lệch mắc trực tiếp vào mạch collector tranzito tăng ra, nên thông số cuộn lệch phải thích hợp để phối hợp tốt với tranzito. Tuy nhiên dùng mạch có cuộn chặn có ưu điểm hơn: gọn nhẹ, hiệu suất mạch dùng cuộn chặn gần 100%, còn của mạch dùng biến áp chỉ gần 80% vì có điện cảm tập tán và điện trở tổn hao trong biến áp.

+ Ảnh hưởng của điện cảm cuộn chặn đối với dòng collector:

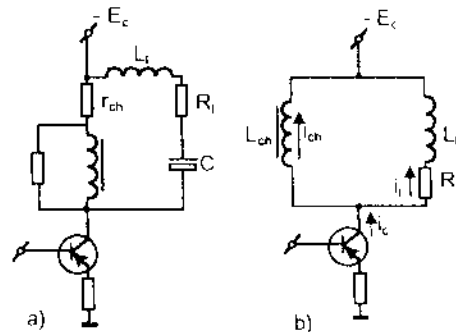
Hình 2-50a là mạch tương đương khi dùng cuộn chặn, trong đó L_{ch} và r_{ch} là điện cảm và điện trở của cuộn chặn; r là điện trở tổn hao trong lõi cuộn chặn; C là điện dung tụ ngăn cách.

Để dễ dàng phân tích ta lược bớt sơ đồ tương đương như sau: Vì quét màn hình làm việc ở tần số thấp, tổn hao trong lõi không đáng kể nên có thể bỏ qua r . Vì tụ phân cách C có điện dung khá lớn ($C = 500-1000 \mu F$) nên về mặt xoay chiều có thể coi không ảnh hưởng tới sự làm việc của mạch, nên có thể bỏ qua. Để dễ dàng cho việc xét dạng dòng điện collector i_c , giả thiết điện trở của cuộn chặn r_{ch} bằng không. Bây giờ mạch tương đương rút gọn như là hình 2-50b.

Yêu cầu dòng điện trong cuộn lệch, trong thời gian quét thuận biến thiên theo đường thẳng (hình 2-51).



Hình 2-49. Tầng ra quét màn.



Hình 2-50. Mạch tương đương của tầng ra quét màn hình dùng cuộn chặn.

$$i_l = I_{lm} \left(\frac{2t}{T_1} - 1 \right) \quad (2-88)$$

Điện áp trên cuộn lệch hay cuộn chặn:

$$U_l = R_l i_l + L_l \frac{di_l}{dt} = R_l I_{lm} \left(\frac{2t}{T_1} - 1 \right) + 2L_l \frac{I_{lm}}{T_1} \quad (2-89)$$

Dòng điện trong cuộn chặn:

$$i_{ch} = \frac{1}{L_{ch}} \int U_l dt = I_{lm} \frac{R_l T_1}{L_{ch}} \left(\frac{t}{T_1} \right)^2 + I_{lm} \left(\frac{2L_l}{L_{ch}} - \frac{R_l T_1}{L_{ch}} \right) \frac{t}{T_1} + \Delta_1; \quad (2-90)$$

trong đó: Δ_1 là hằng số tích phân.

Dòng colectơ i_c là tổng dòng trong cuộn lệch và cuộn chặn nên:

$$\frac{i_c}{I_{lm}} = \frac{i_l}{I_{lm}} + \frac{i_{ch}}{I_{lm}} = \frac{2t}{T_1} - 1 + \frac{R_l T_1}{L_{ch}} \left(\frac{t}{T_1} \right)^2 + \left(\frac{2L_l}{L_{ch}} - \frac{R_l T_1}{L_{ch}} \right) \frac{t}{T_1} + \frac{\Delta_1}{I_{lm}} \quad (2-91)$$

Theo biểu thức (2-91) dòng colectơ chứa thành phần parabol. Để thành phần dòng một chiều nhỏ nhất, tức công suất tiêu hao trên mạch nhỏ nhất thì dòng colectơ ở đầu thời gian quét thuận phải bằng không, tức $i_c(t=0) = 0$. Thay điều kiện này vào (2-91) được $\Delta_1 = I_{lm}$. Như vậy dạng các dòng điện sẽ như hình 2-51.

+ Sơ đồ khối bộ quét màn hình dùng bán dẫn:

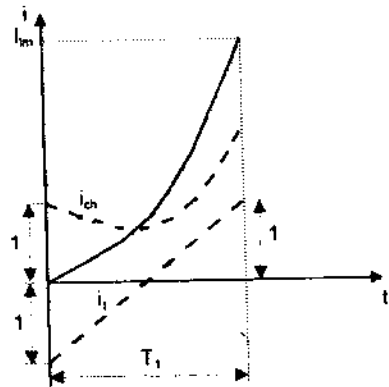
Muốn dòng trong cuộn lệch biến thiên tuyến tính, thì dòng colectơ phải có dạng parabol. Muốn vậy ta phải xét dạng dòng điện hoặc điện áp cần thiết đặt vào mạch bazơ. Từ hình 2-52 thấy rằng đặc tuyến $i_c(i_B)$ của tranzito là một đường thẳng và i_c ít phụ thuộc vào điện áp giữa colectơ và emitor, còn đặc tuyến $i_c(U_{BC})$ là một đường cong. Muốn i_c có dạng parabol thì i_B cũng phải có dạng parabol. Nếu U_{BC} có dạng parabol thì i_c sẽ có dạng phức tạp và khác parabol.

Vậy dòng i_B của tranzito trong tầng ra phải có dạng:

$$i_B = a_1 t + a_2 t^2 \quad (2-92)$$

Muốn tạo được dòng điện i_B có dạng như vậy, trong thực tế trước hết phải tạo điện áp có cùng dạng, tức là:

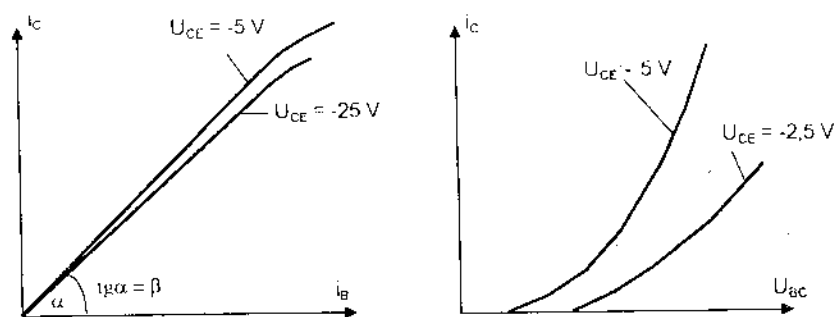
$$u = b_1 t + b_2 t^2 \quad (2-93)$$



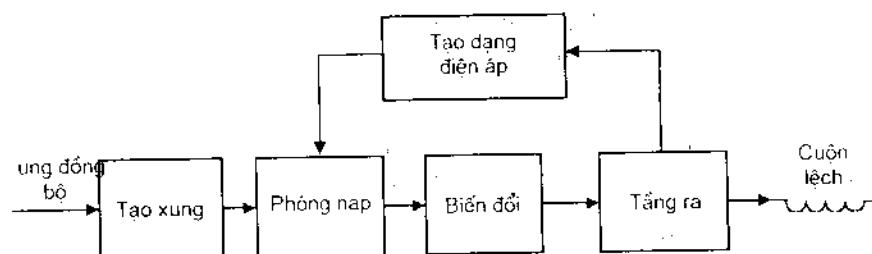
Hình 2-51. Dạng dòng điện làm lệch, dòng điện colectơ ở tầng ra quét màn hình.

Sau đó đổi điện áp này thành dòng điện có dạng tương đương. Ta thấy điện áp này có hai thành phần: thành phần đường thẳng $b_1 t$ và thành phần bình phương $b_2 t^2$.

Thành phần đường thẳng (tức răng cưa tuyến tính) có thể tạo được bằng mạch phóng nạp. Thành phần bình phương $b_2 t^2$ có thể tạo ra bằng cách hồi tiếp từ lõi ra bộ quét màn đưa vào mạch kích động tăng ra.



Hình 2-52. Các họ đặc tuyến của tranzito.



Hình 2-53. Sơ đồ khối của bộ quét màn.

Tóm lại ta có thể thiết lập bộ quét màn bán dẫn theo sơ đồ khối hình 2-53. Tầng tạo xung thường dùng dao động nhệt. Tầng phóng nạp RC tạo thành phần bậc nhất tức điện áp răng cưa.

2-9. TÍN HIỆU ĐỒNG BỘ

1. Khái niệm xung đồng bộ

a) Định nghĩa

Để khôi phục lại ảnh cần truyền đi trên màn ống thu thì sự chuyển động của tia điện tử trong ống thu phải đồng bộ và đồng pha với sự chuyển động của tia điện tử trong ống phát. Muốn vậy, thường phía phát phải gửi sang phía thu các tín hiệu đánh dấu gọi là xung đồng bộ. Cứ mỗi lần truyền xong tín tức trong một dòng quét, phía phát gửi sang phía thu xung đồng bộ dòng, và cứ mỗi lần truyền xong tín tức chứa trong nửa ảnh (khi

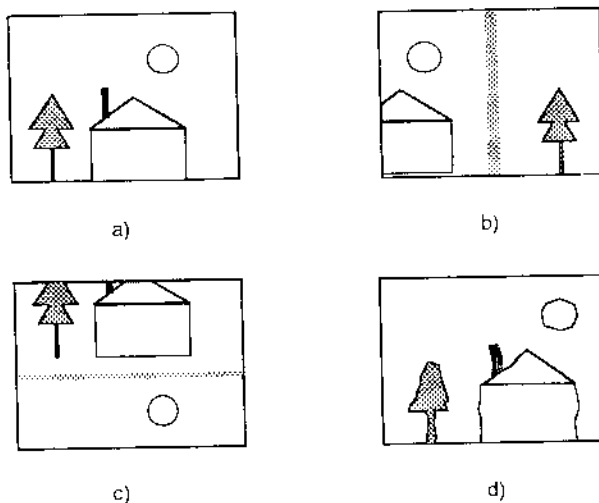
quét xen kẽ) phía phát lại truyền sang phía thu xung đồng bộ màn. Các xung đồng bộ dòng và đồng bộ màn này dùng để đồng bộ các tầng dao động trong mạch quét dòng và quét màn tương ứng của máy thu hình.

Nếu tần số quét dòng phía thu không bằng tần số quét dòng phía phát (tức là không đồng bộ dòng) thì không thể nào nhận được ảnh truyền đi.

Nếu tần số quét dòng phía thu và phía phát bằng nhau, ta có đồng bộ dòng, nhưng tần số quét màn không bằng nhau, tức là không đồng bộ màn; lúc đó tuy thấy ảnh trên màn hình ống thu nhưng chúng luôn chạy từ dưới lên hoặc từ trên xuống tùy theo tần số quét màn phía thu cao hơn hay thấp hơn tần số quét màn phía phát.

Trong trường hợp sự chuyển động của tia điện tử trong ống thu và ống phát đều đạt được đồng bộ dòng và đồng bộ màn nhưng không đồng pha, có thể xảy ra các hiện tượng sau:

- Khi hiệu số pha giữa chúng ổn định thì vị trí các chi tiết trên ảnh truyền hình thay đổi.
 - Nếu chỉ quét dòng không đồng pha, có thể nhận được ảnh như hình 2-54b
 - Nếu chỉ quét màn không đồng pha, có thể nhận được ảnh như hình 2-54c.
- Nếu hiệu số pha của quét màn luôn thay đổi trong phạm vi tương đối nhỏ, vị trí các dòng số lẻ không phải lúc nào cũng ở giữa các dòng số chẵn, có khả năng sinh ra hiện tượng nhấp nháy. Do đó độ phân giải theo chiều dọc của ảnh truyền hình giảm. Nếu hiệu số pha của quét màn thay đổi tương đối lớn, ảnh truyền hình bị rung theo chiều dọc.
- Nếu hiệu số pha của dòng quét màn thay đổi trong phạm vi nhỏ thì độ phân giải theo chiều ngang của ảnh truyền hình giảm, tức là các chi tiết nhỏ trên cùng một dòng quét liên lại với nhau không thể phân biệt từng chi tiết một. Và nếu hiệu pha của quét dòng thay đổi lớn thì các đường thẳng đứng và nằm ngang trên ảnh truyền hình có dạng răng cưa như hình 2-54d.



Hình 2-54. Các hiện tượng xảy ra khi không đồng pha giữa phía phát và phía thu.

Đối với hệ thống truyền hình màu, tín hiệu màu được truyền đi cùng với tín hiệu chói. Ở phía thu cần thực hiện tách tín hiệu màu ra khỏi tín hiệu chói và cần xác định đúng dạng tín hiệu màu truyền đi. Tùy theo từng hệ thống truyền hình màu khác nhau mà cách tạo ra và truyền tín hiệu màu, xung đồng bộ cho tín hiệu màu được thiết lập phù hợp với từng hệ thống. Tín hiệu đồng bộ màu sẽ được trình bày trong phần 2, phần các hệ truyền hình màu đại chúng.

b) Các yêu cầu đối với xung đồng bộ

Như vậy muốn cho trên màn ống thu của máy thu hình xuất hiện ảnh của vật truyền đi một cách ổn định, thì trước hết các bộ quét dòng và quét màn hình tương ứng ở phía phát và phía thu của hệ thống truyền hình phải làm việc đồng bộ và đồng pha với nhau. Cho nên cần cung cấp các tín hiệu đồng bộ cho các bộ quét ở cả phía phát và phía thu, nhằm làm cho quá trình quét thuận của mỗi dòng và mỗi màn hình tương ứng ở cả hai bên cùng kết thúc tại một thời điểm nhất định.

Tín hiệu đồng bộ dùng trong các hệ thống truyền hình quảng bá là những chuỗi xung đồng bộ. Để cho việc đồng bộ được chính xác, sườn trước của xung phải rất dốc. Bộ tạo xung đồng bộ là bộ phận rất quan trọng của trung tâm truyền hình, chúng thường được đặt tại trung tâm truyền hình. Bộ tạo xung đồng bộ có các yêu cầu rất nghiêm ngặt. Bộ tạo xung đồng bộ phải tạo ra được các loại xung sau:

- Xung kích tần số dòng (gọi tắt là xung kích dòng).
- Xung kích tần số màn hình (gọi tắt là xung kích màn hình).
- Xung đồng bộ đầy đủ dùng cho máy thu hình (gọi là xung đồng bộ đầy đủ).
- Xung kích dòng sớm pha.

Hình dạng và độ rộng của xung kích dòng và xung kích dòng sớm pha hoàn toàn giống nhau, nhưng xung kích dòng sớm pha xuất hiện sớm hơn. Vì vậy, xung kích dòng sớm pha dùng để đồng bộ các bộ quét dòng của các camera truyền hình, còn xung kích dòng được sử dụng trong các thiết bị khác đặt ở trung tâm truyền hình, chẳng hạn như cung cấp cho bộ quét dòng của thiết bị kiểm tra hình (monitor), bộ tạo tín hiệu bù vết đen, các mạch ghim v.v...

Xung kích màn hình cung cấp cho các bộ quét màn hình của các camera truyền hình, monitor và các bộ tạo tín hiệu bù vết đen.

Xung kích dòng sớm pha, xung kích dòng và xung kích màn hình truyền theo cáp đồng trục riêng, còn xung đồng bộ gửi đến các bộ quét phía thu có thể truyền theo một kênh riêng hoặc truyền cùng với tín hiệu hình theo một đường chung. Hệ thống truyền hình quảng bá thường áp dụng phương pháp truyền thứ hai. Vì vậy cần tạo ra xung đồng bộ có dạng rất phức tạp, được gọi là xung đồng bộ đầy đủ. Nó bao gồm xung đồng bộ dòng và xung đồng bộ màn hình.

Xung để tắt tia điện tử trong ống phát và ống thu trong khoảng thời gian quét ngược gọi là xung tắt. Vì khoảng thời gian quét ngược của quét dòng và quét màn khác nhau nên xung tắt cũng cần có xung hẹp tần số dòng gọi là xung tắt dòng, và xung rộng tần số màn gọi là xung tắt màn. Xung tắt cung cấp cho các thiết bị ở phía phát như camera, monitor thường được thực hiện bằng cách trộn xung kích dòng và xung kích màn lại với nhau. Trong hệ thống truyền hình quảng bá, xung tắt cung cấp cho ống thu của máy thu hình gồm có cả xung tắt dòng và xung tắt màn, được gọi là xung tắt đầy đủ. Xung tắt đầy đủ cũng truyền với tín hiệu hình theo một đường chung.

Xung tắt của ống thu rộng hơn xung tắt của ống phát. Bởi vì trong quá trình truyền chương trình, mỗi khi thay đổi camera truyền hình, do chiều dài của các dây cáp camera khác nhau nên tín hiệu video ở đầu ra của các camera có sự xê dịch về thời gian.

Yêu cầu thứ hai là độ rộng xung, độ rộng sườn xung của các xung hình thành xung đồng bộ đầy đủ và xung tắt đầy đủ gửi đến máy thu hình phải phù hợp với tiêu chuẩn đã được quy định cụ thể tùy theo các hệ thống truyền hình đang sử dụng. Tham số của các loại xung dùng trong trung tâm truyền hình không thể vượt quá giới hạn cho phép; chẳng hạn độ rộng sườn trước của xung kích dòng không vượt quá $0.3\mu s$ và của xung kích màn không vượt quá $5\mu s$.v.v...

Hình dạng các xung trong trung tâm truyền hình thường có dạng chữ nhật, nhưng đôi khi là xung tam giác có sườn trước khá hẹp. Sườn xung tam giác không ảnh hưởng đến chất lượng xung đồng bộ; vì đồng bộ có chính xác hay không chỉ phụ thuộc vào độ rộng sườn trước của xung chứ không phụ thuộc vào độ rộng xung; song lại có lợi về mặt tiết kiệm năng lượng.

Yêu cầu thứ ba là tần số, biên độ và độ rộng xung, độ rộng sườn xung của các xung; cũng như quan hệ thời gian giữa chúng phải thật ổn định.

Yêu cầu thứ tư là bộ tạo xung đồng bộ phải có khả năng làm việc ở cả 3 chế độ khác nhau:

- Chế độ chủ động: thực hiện việc đồng bộ và đồng pha giữa điện áp mạch cung cấp điện và xung tần số màn.

- Chế độ chủ động có bộ phát sóng thạch anh.

- Chế độ thụ động thực hiện việc đồng bộ giữa bộ tạo xung đồng bộ với tín hiệu truyền hình hoặc tín hiệu đồng bộ bên ngoài. Chế độ này cần thiết khi thực hiện trao đổi các chương trình truyền hình giữa các nước và các thành phố. Lúc đó, tần số và pha của xung đồng bộ do bộ tạo xung đồng bộ đặt tại trung tâm truyền hình tạo ra làm việc theo chế độ thụ động thụ động, phải hoàn toàn phù hợp với tần số và pha của xung đồng bộ do bộ tạo xung đồng bộ chủ động tạo ra.

Đối với hệ thống truyền hình màu, do tín hiệu màu được cài vào phổ tín hiệu chói để truyền đi nên phía phát cần phát đi các tín hiệu đồng bộ cho tín hiệu màu. Các hệ truyền hình màu khác nhau có các phương pháp truyền xung đồng bộ khác nhau tùy thuộc vào cách tạo ra và phương pháp truyền tín hiệu màu (xem phần 2).

c) Phương pháp tách xung đồng bộ

Trong truyền hình quảng bá, xung đồng bộ đầy đủ và xung tắt đầy đủ cùng truyền với tín hiệu hình theo một đường chung. Để khỏi làm mất mát tín tức của ảnh cần truyền đi, xung đồng bộ và xung tắt gửi cho ống thu đều truyền trong khoảng thời gian quét ngược của tia điện tử. Do đó xung đồng bộ phải bố trí trên đỉnh xung tắt. Với cách bố trí xung đồng bộ như vậy, có thể loại trừ được các ảnh hưởng lẫn nhau giữa tín hiệu hình và xung đồng bộ, lại đơn giản việc tách xung đồng bộ ra khỏi xung tắt và tín hiệu hình trong máy thu hình, bằng cách sử dụng các mạch hạn biên thông thường.

Vì xung đồng bộ đầy đủ bao gồm xung đồng bộ dòng và xung đồng bộ màn hình, cho nên lúc chọn hình dạng của xung đầy đủ phải thỏa mãn hai yêu cầu cơ bản:

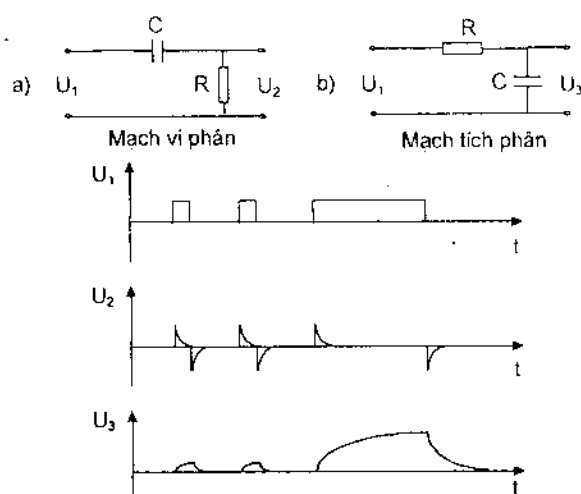
- Dù trong trường hợp mức nhiễu khá lớn, cũng phải đảm bảo cho được các bộ quét trong máy thu hình làm việc đồng bộ với các bộ quét tương ứng ở phía phát.

- Việc tách riêng xung đồng bộ dòng và đồng bộ màn hình trong máy thu hình phải đơn giản và ổn định.

Để thỏa mãn yêu cầu thứ nhất, thường dùng xung đồng bộ dạng chữ nhật, có độ rộng sườn xung khá hẹp.

Để thực hiện yêu cầu thứ hai, xung đồng bộ dòng và xung đồng bộ màn hình phải khác nhau hoặc về biên độ xung hoặc về độ rộng xung. Nếu như xung đồng bộ dòng và xung đồng bộ màn hình khác nhau về biên độ xung, thì việc tách riêng xung đồng bộ được thực hiện một cách dễ dàng nhờ một mạch hạn biên. Nhưng biện pháp này có nhược điểm đó là công suất máy phát hình khi truyền xung đồng bộ màn hình tăng lên rất nhiều.

Biện pháp tách riêng xung đồng bộ dòng và đồng bộ màn hình thường dùng nhất hiện nay dựa trên sự khác nhau về độ rộng xung của chúng. Độ rộng xung đồng bộ dòng hẹp hơn của xung đồng bộ màn hình. Có thể dùng mạch vi phân RC (hình 2-55a) tách lấy xung đồng bộ dòng và dùng mạch tích phân RC (hình 2-55b) tách

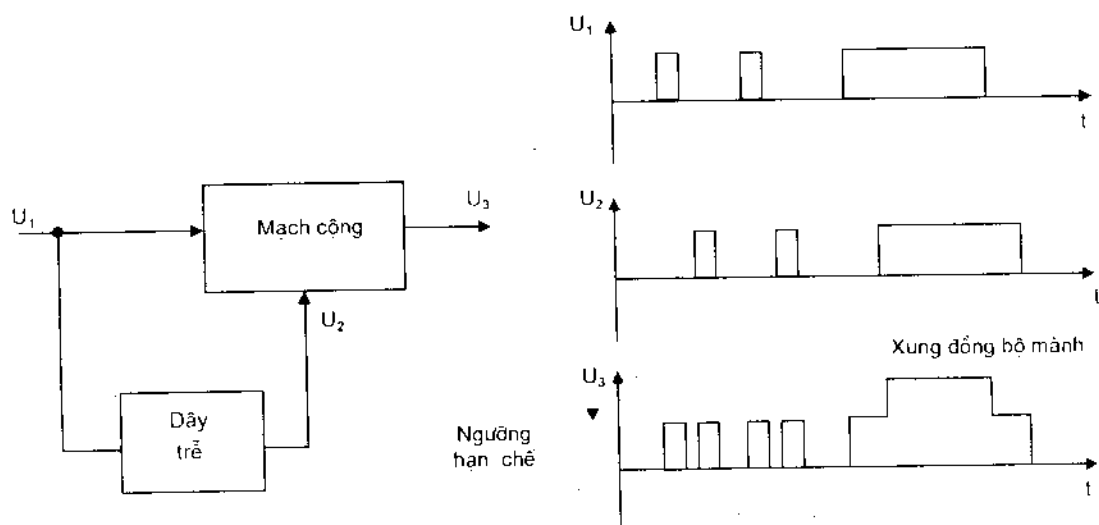


Hình 2-55. Tách xung đồng bộ bằng mạch vi phân và mạch tích phân.

lấy xung đồng bộ mảnh. Nếu hằng số thời gian của mạch vi phân nhỏ hơn $1/3$ đến $1/2$ độ rộng xung đồng bộ dòng, (thường là $0,5 \mu s$ đến $1 \mu s$) thì đủ cho lối vào của mạch vi phân đặt một chuỗi xung có độ rộng khác nhau; ở lối ra của nó cũng chỉ nhận được những xung nhọn dương (ứng với sườn tăng) và âm (ứng với sườn giảm) mà thôi. Và nên chọn hằng số thời gian của mạch tích phân lớn hơn nhiều độ rộng xung đồng bộ dòng, song nhỏ hơn $1/3$ độ rộng xung đồng bộ mảnh (thường khoảng $50 \mu s$) thì ứng với thời gian có xung đồng bộ mảnh, giá trị xung ở lối ra của mạch tích phân khá lớn; còn lúc có xung đồng bộ dòng thì chỉ tạo ra ở lối ra của mạch tích phân những xung có giá trị rất nhỏ, không ảnh hưởng đến việc đồng bộ mảnh.

Biện pháp tách xung đồng bộ mảnh nhờ mạch tích phân, ngoài ưu điểm là mạch điện đơn giản ra, tính chống nhiễu xung cũng khá cao; bởi vì nhiễu xung không có khả năng tạo ra điện áp lớn trên tụ. Nhược điểm của biện pháp này là sườn của xung ra không đủ độ dốc, nên thời điểm đồng bộ quét mảnh có thể thay đổi làm cho quá trình quét xen kẽ không chính xác. Để khắc phục phần nào nhược điểm này, phải mắc liên tiếp một số khâu tích phân lại với nhau, và thường không quá 3 khâu, vì lúc đó, độ dốc sườn xung đồng bộ mảnh đã tích phân tăng.

Cũng có thể dùng biện pháp trễ thời gian để tách xung đồng bộ mảnh. Xung đồng bộ thời gian đầy đủ đặt lên mạch cộng và dây trễ (hình 2-56). Thời gian trễ τ của dây trễ chọn hơi lớn hơn độ rộng xung đồng bộ dòng. Mạch cộng sẽ cộng xung ban đầu và xung bị trễ lại với nhau sẽ được xung U_2 . Do độ rộng xung của xung đồng bộ mảnh lớn, nên biên độ xung ở lối ra của mạch cộng gấp đôi biên độ xung ban đầu. Sau đó, dùng mạch hạn biên tách lấy xung đồng bộ mảnh có sườn rất dốc.



Hình 2-56. Tách xung đồng bộ mảnh bằng biện pháp trễ thời gian.

Như vậy, việc tách lấy xung đồng bộ mảnh đều dựa trên nguyên tắc biến đổi các xung có độ rộng khác nhau thành các xung có biên độ khác nhau. Áp dụng các biện

pháp tách xung khác nhau, tính năng và ưu khuyết điểm cũng khác nhau. Cho nên khi chọn hình dạng của xung đồng bộ đầy đủ phải xét đến khả năng được các biện pháp tách xung khác nhau. Trong máy thu hình thường dùng các mạch vi phân để tách lấy xung đồng bộ dòng, và dùng mạch tích phân để lấy xung đồng bộ hoành.

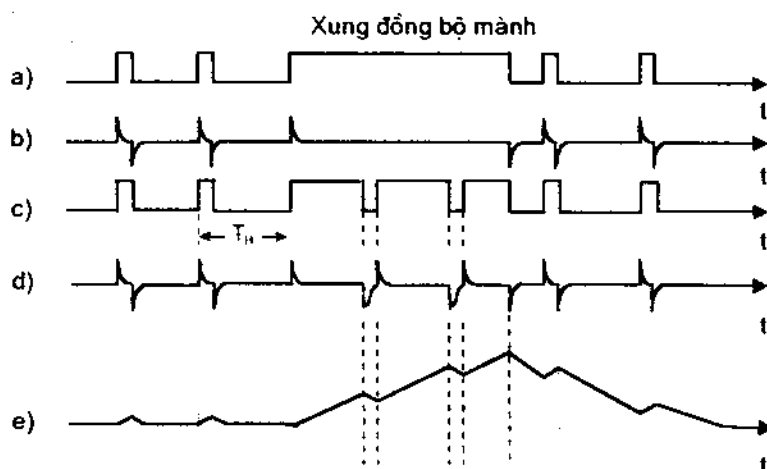
2. Dạng tín hiệu đồng bộ đầy đủ

Hình dạng xung đồng bộ đầy đủ rất phức tạp. Ngoài thành phần đồng bộ dòng và đồng bộ hoành, tín hiệu đồng bộ đầy đủ còn chứa các thành phần cho phép đồng bộ một cách chính xác với độ ổn định cao. Đó là các xung khóa, xung cân bằng trước và xung cân bằng sau.

a) Xung khóa

Đối với tín hiệu đồng bộ đầy đủ, trong xung đồng bộ hoành có các rãnh gọi là xung khóa. Phần này sẽ xem xét tác dụng và các tham số đặc trưng của xung khóa.

Nếu cho xung đồng bộ đầy đủ mà trong đó độ rộng xung đồng bộ hoành bằng $2,5T_H$ (T_H là thời gian quét xong một dòng) thông qua mạch vi phân, sẽ được chuỗi xung như hình 2-57b. Các xung nhọn dương của nó dùng để đồng bộ bộ quét dòng trong máy thu hình, còn các xung nhọn âm chẳng ảnh hưởng gì đến tình trạng làm việc của bộ quét dòng. Từ hình vẽ 2-57b thấy rằng: trong khoảng thời gian xuất hiện xung đồng bộ hoành, xung đồng bộ dòng bị mất. Cho nên trong khoảng thời gian này bộ tạo dao động của thiết bị quét dòng trong máy thu hình làm việc ở chế độ tự dao động, chứ không phải ở chế độ đồng bộ cưỡng bức. Đây là điều không mong muốn. Bởi vì, do tác dụng tích lũy, một số xung đồng bộ dòng xuất hiện đầu tiên sau khi bị gián đoạn, không thể nào tiến hành đồng bộ ngay bộ tạo dao động của bộ quét dòng. Do đó các dòng trên cùng của bức ảnh truyền hình bị rối loạn, vì có sự xô dịch theo chiều ngang.

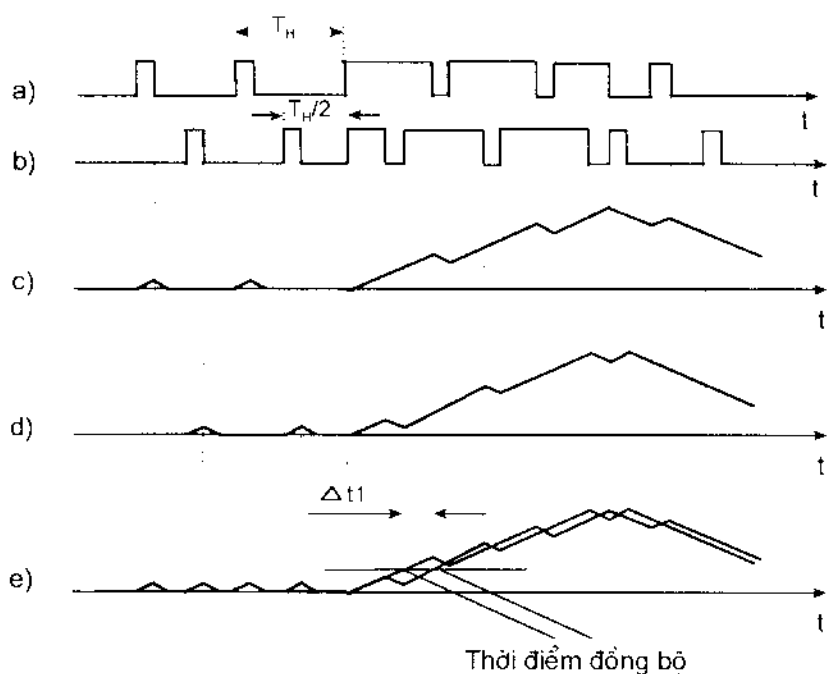


Hình 2-57. Tác dụng của xung khóa.

Muốn cho xung đồng bộ xuất hiện liên tục ở lối ra của mạch vi phân, phải có xung khía chữ nhật tần số đồng trong xung đồng bộ mạnh; và sườn sau của các xung khía phải xuất hiện ở thời điểm mà đáng lẽ xuất hiện sườn trước của các xung đồng bộ đồng. Nói cách khác, xung khía xuất hiện sớm hơn xung đồng bộ đồng một thời gian bằng độ rộng xung khía (hình 2-57c). Cho tín hiệu này qua mạch vi phân, ở lối ra của nó sẽ được tín hiệu như hình 2-57d. Trong đó chuỗi xung nhọn, dương xuất hiện liên tiếp với tần số lặp bằng tần số đồng. Chuỗi xung này chính là chuỗi xung để đồng bộ quét dòng trong máy thu hình.

Như trên đã trình bày thường dùng mạch tích phân để tách lấy xung đồng bộ mạnh từ xung đồng bộ đầy đủ. Tất nhiên khi tiến hành tích phân xung vẽ trên hình 2-57c, thì tụ điện C sẽ phóng bớt điện tích mỗi khi xuất hiện xung khía. Nhưng vì độ rộng xung khía hẹp hơn thời gian quét một dòng T_H rất nhiều, nên xu thế nạp điện cho tụ điện C vẫn là xu thế chủ yếu. Những xung khía này làm cho dạng điện áp ở lối ra của mạch tích phân có thêm các răng cưa mà thôi (hình 2-57e).

Bây giờ ta xét trong trường hợp quét xen kẽ, hình dạng xung đồng bộ đầy đủ phải như thế nào để đảm bảo đồng bộ chính xác.



Hình 2-58. Dạng xung đồng bộ mạnh ở lối ra của mạch tích phân khi quét xen kẽ.

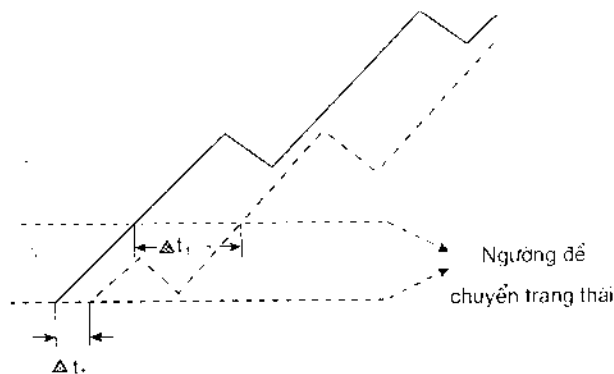
Vì số dòng quét z trong mỗi ảnh là số lẻ, nên số chu kỳ quét dòng T_H ở giữa các xung đồng bộ mạnh kế tiếp nhau không phải là một số nguyên. Giả sử khoảng cách tính từ sườn trước xung đồng bộ mạnh đến sườn trước xung đồng bộ đồng cuối cùng trong xung đồng bộ đầy đủ khi quét các dòng số lẻ (màn hình lẻ) là $T_H/2$ (hình 2-58b), còn trong xung đồng bộ đầy đủ khi quét các dòng số chẵn (màn hình chẵn) là T_H (hình 2-58a). Cho

nên thời điểm xuất hiện xung khóa so với sườn trước xung đồng bộ mảnh khi quét mảnh lẻ và mảnh chẵn phải khác nhau. Tất nhiên, số xung khóa trong mảnh chẵn và mảnh lẻ là khác nhau, và hình dạng xung đồng bộ mảnh ở lối ra của mạch tích phân cũng khác nhau (hình 2-58c và d). Để tiện so sánh, trên hình 2-58c cùng vẽ xung đồng bộ mảnh đã tích phân khi quét mảnh chẵn và mảnh lẻ (đường đứt nét).

Nếu như xung để đồng bộ tăng tạo dao động của bộ quét mảnh như hình 2-58c và hình 2-58d, thì thời điểm đồng bộ trong mảnh chẵn và mảnh lẻ sẽ trải qua khoảng thời gian khác nhau sau khi xuất hiện xung đồng bộ mảnh, tức là có sự xê dịch thời gian Δt_i .

Hệ quả là, các dòng số lẻ không nằm chính giữa các dòng số chẵn, thậm chí có khả năng sinh ra hiện tượng chấp đồng. Lúc có hiện tượng chấp đồng, độ phân giải theo chiều dọc của ảnh truyền hình giảm đi một nửa và kết cấu dòng khá rõ rệt.

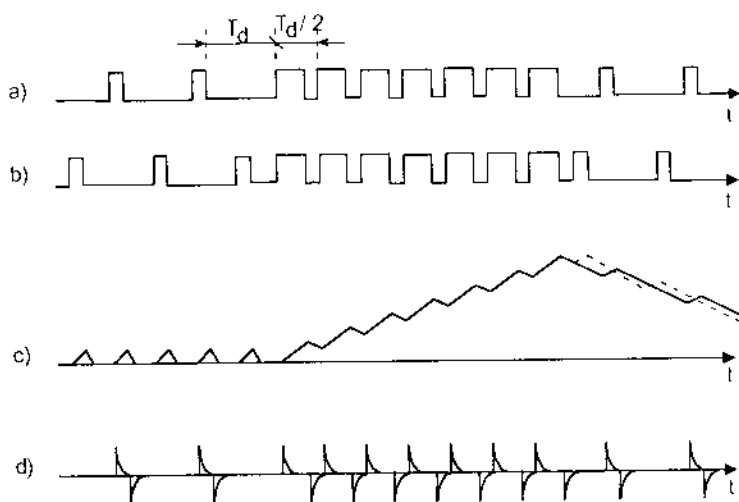
Hơn nữa, khoảng thời gian Δt_i này lại thay đổi khi mức ngưỡng chuyển trạng thái tăng dao động trong bộ quét mảnh thay đổi, khiến cho việc quét các dòng không ổn định (hình 2-59). Vì vậy phải thay đổi xung đồng bộ mảnh vẽ trên hình 2-58a và b sao cho dạng xung đồng bộ mảnh đã tích phân đối với mảnh chẵn và mảnh lẻ giống nhau hoàn toàn. Lúc đó $\Delta t_i = 0$.



Hình 2-59. Δt_i thay đổi theo mức ngưỡng chuyển trạng thái của tăng dao động.

Dạng xung đã tích

phân vẽ trên hình 2-58c và d khác nhau là do hai nguyên nhân: Một là tần số lặp của xung khóa bằng tần số dòng, và thứ hai là đối với các mảnh lẻ, khoảng cách tính từ sườn trước của xung đồng bộ mảnh đến sườn trước của xung đồng bộ dòng cuối cùng là $T_H/2$; còn đối với các mảnh chẵn, khoảng cách này là T_H .



Hình 2-60. Xung đồng bộ mảnh với xung khóa có tần số bằng hai lần tần số dòng.

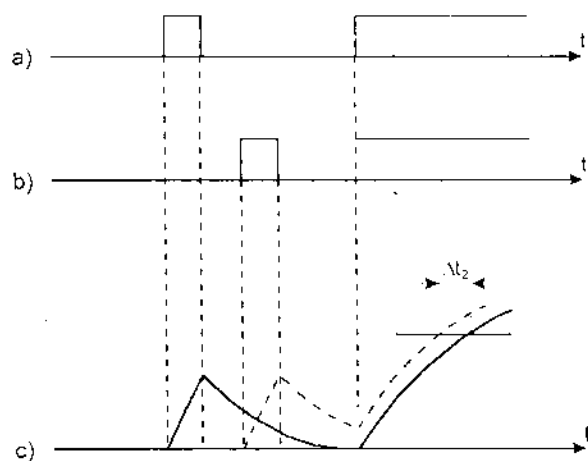
Nếu tần số của xung khóa chọn gấp đôi tần số

dòng (hình 2-60a và b), thì dạng xung đồng bộ mảnh ở lối ra của mạch tích phân đối với mảnh lẻ và mảnh chẵn thoát nhìn giống nhau.

Tuy nhiên, ngoài xung đồng bộ mảnh ra, còn có xung đồng bộ dòng đặt lên mạch tích phân. Cứ mỗi lần xung đồng bộ dòng xuất hiện, tụ điện của mạch tích phân lại nhận thêm một số điện tích nhất định. Trên hình 2-61 vẽ đoạn tăng của điện áp đã tích phân. Khi quét các mảnh chẵn, lúc xung đồng bộ mảnh xuất hiện, hầu như trên tụ điện của mạch tích phân không còn điện tích nữa (đường liền nét trên hình 2-61c).

Còn khi quét các mảnh số lẻ, lúc xung đồng bộ mảnh xuất hiện, trên tụ vẫn còn một số điện tích nhất định (đường đứt nét trên hình 2-61c). Do đó, nếu chỉ tăng tần số lặp của xung khía như trên, thì thời điểm đồng bộ bộ quét mảnh trong máy thu hình trong mảnh lẻ và mảnh chẵn vẫn còn tồn tại sự xô dịch thời gian không mong muốn là Δt_2 . Dĩ nhiên, $\Delta t_2 < \Delta t_1$, nhưng cũng đủ làm cho bộ quét mảnh trong máy thu hình làm việc kém ổn định. Vì vậy, phải tìm biện pháp để cho trị số $\Delta t_2 = 0$.

Biện pháp thường dùng là bố trí xung đồng bộ dòng cuối cùng cách xa sườn trước xung đồng bộ mảnh. Ví dụ, theo tiêu chuẩn OIRT, đối với các mảnh lẻ, khoảng cách từ sườn trước của xung đồng bộ dòng cuối cùng đến sườn trước của xung đồng bộ mảnh lẻ là $3,5T_H$, còn đối với mảnh chẵn là $3T_H$. Lúc đó đối với các mảnh chẵn cũng như đối với các mảnh lẻ, sau khoảng thời gian dài đó, điện áp còn lại trên tụ điện của mạch tích phân lúc xung đồng bộ mảnh xuất hiện gần như bằng nhau.



Hình 2-61. Đồ thị giải thích sự khác nhau giữa đoạn tăng các xung đã tích phân.

b) Xung cân bằng

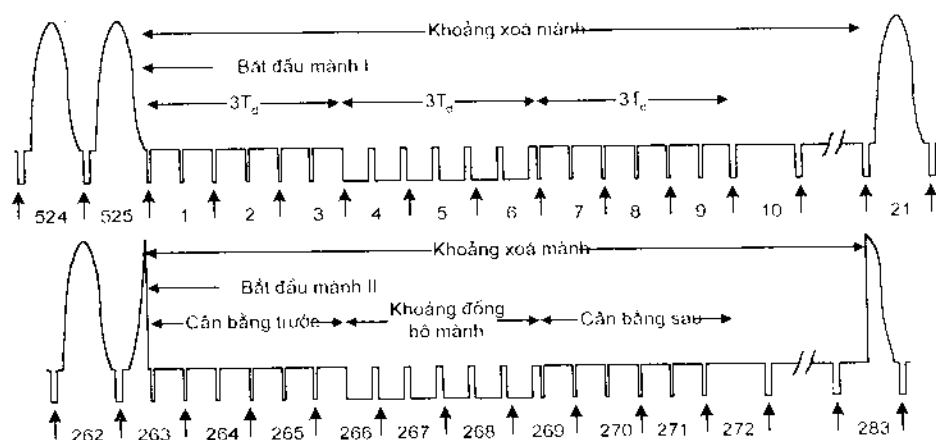
Để khỏi mất xung đồng bộ dòng trong thời gian từ sườn trước của xung đồng bộ dòng cuối cùng đến sườn trước của xung đồng bộ mảnh, phải bố trí một số xung hẹp gọi là xung cân bằng trước. Tần số lặp của xung cân bằng trước gấp đôi tần số dòng; còn độ rộng của nó bằng 1/2 độ rộng xung đồng bộ dòng.

Do khoảng cách từ sườn trước xung đồng bộ dòng đầu tiên đến sườn sau của xung đồng bộ mảnh trong mảnh chẵn và mảnh lẻ khác nhau (hình 2-58a và b), nên đoạn giảm của xung đồng bộ mảnh đã tích phân cũng không giống nhau hoàn toàn về hình dạng (hình 2-58c, d). Để khắc phục, sau xung đồng bộ mảnh cũng phải có một số xung hẹp gọi là xung cân bằng sau.

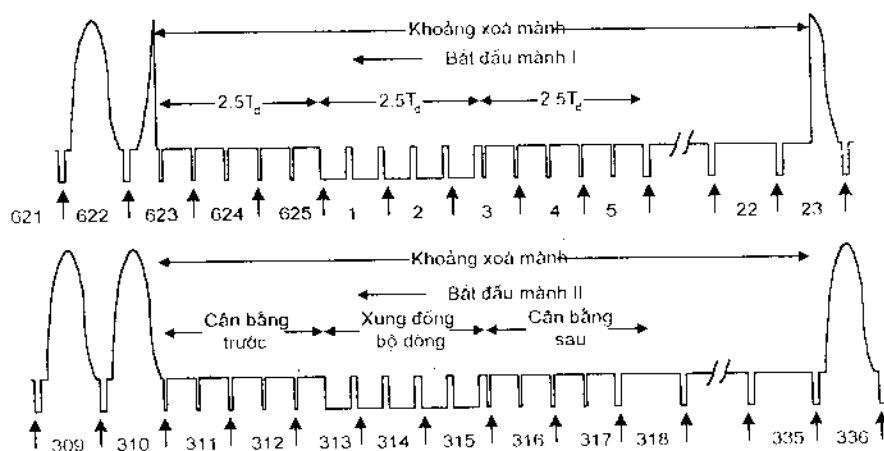
Số xung cân bằng càng nhiều, dạng xung đồng bộ mảnh đã tích phân của các mảnh kế tiếp càng giống nhau. Trong thực tế, tùy theo yêu cầu đối với mức độ chính xác của việc đồng bộ và phương pháp tạo ra xung đồng bộ mà chọn số lượng xung cân bằng trước và sau, thường khoảng 5 đến 10 xung.

c) Tín hiệu đồng bộ đầy đủ

Trên hình 2-62 vẽ dạng xung đồng bộ đầy đủ của các mảnh chẵn và mảnh lẻ thường gặp. Độ rộng của xung đồng bộ mảnh chọn trong giới hạn $(2,5 \rightarrow 3)T_H$. Tức số xung khóa trong xung đồng bộ mảnh là 5 hoặc 6; tùy theo phương pháp tạo xung đồng bộ; song lại thuận tiện cho việc sử dụng các sơ đồ khác nhau để tạo xung đồng bộ; và trong một số trường hợp, có thể đơn giản sơ đồ bộ tạo xung đồng bộ.



a) Chi tiết xung đồng bộ mảnh theo tiêu chuẩn 525/60



b) Chi tiết xung đồng bộ mảnh theo tiêu chuẩn 625/50

Hình 2-62. Dạng xung đồng bộ đầy đủ theo hai tiêu chuẩn 525/60 và 625/50.

Nếu như cho xung đồng bộ đầy đủ như trên hình 2-62 thông qua mạch vi phân, sẽ được chuỗi xung nhọn tích cực dương và âm, trong đó, trong khoảng thời gian xuất hiện

xung đồng bộ mạnh, xung cân bằng trước và sau, tần số xung nhọn gấp đôi tần số dòng. Muốn cho việc đồng bộ ổn định, phải thiết kế và điều chỉnh cho tần số dao động riêng của tầng dao động trong bộ quét dòng của máy thu hình, ở chế độ tự dao động hơi thấp hơn tần số dòng. Đồng thời, điều chỉnh xung đồng bộ để cho trong khoảng thời gian truyền xung đồng bộ mạnh cũng như trong thời gian truyền xung cân bằng trước và sau tầng dao động của bộ quét dòng làm việc ở chế độ chia tần 2:1, tức là cách một xung nhọn đồng bộ một lần. Như vậy, thiết bị quét dòng vẫn làm việc bình thường, thực hiện việc đồng bộ với phía phát.

So với các hệ truyền hình sử dụng trong các lĩnh vực khác, dạng xung đồng bộ đầy đủ do bộ tạo xung đồng bộ đặt tại các trung tâm truyền hình quảng bá tạo ra là phức tạp nhất. Còn dạng xung đồng bộ đầy đủ trong các hệ truyền hình công nghiệp có thể đơn giản hơn. Tuy theo phương pháp phân tích ảnh và các công dụng của từng hệ thống truyền hình mà chọn xung đồng bộ đầy đủ cho hợp lí.

Dạng xung đồng bộ đầy đủ vẽ trên hình 2-62 là dạng xung đồng bộ đầy đủ hoàn thiện hơn cả; bởi vì nó đã xét đến mọi nhân tố ảnh hưởng đến tính chính xác của việc đồng bộ. Nó được dùng ở hầu hết các nước trên thế giới. Dùng dạng xung đồng bộ đầy đủ này vừa có khả năng cải thiện chất lượng ảnh truyền hình; vừa có khả năng sử dụng nhiều biện pháp đơn giản, khác nhau để tách lấy xung đồng bộ mạnh, trong đó có biện pháp dùng mạch tích phân.

3. Bộ tạo xung đồng bộ

Bộ tạo xung đồng bộ phải tạo ra được tất cả các loại xung đã nêu, có dạng cần thiết, tần số thật ổn định và quan hệ thời gian giữa chúng không biến đổi. Nếu không chất lượng ảnh truyền hình sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng.

Bộ tạo xung đồng bộ có ba phần chủ yếu: khối tạo tín hiệu chuẩn, khối hình thành xung và khối khuếch đại - phân phối xung.

a) Khối tạo tín hiệu chuẩn

Nhiệm vụ của khối này là tạo ra các tín hiệu chuẩn mà tần số và pha giữa chúng luôn luôn có một tỉ số nhất định và đạt được ổn định tần số cần thiết.

Trong trường hợp quét xen kẽ, vì mỗi ảnh quét gồm có hai màn hình nên tần số quét màn hình f_l bằng hai lần tần số ảnh:

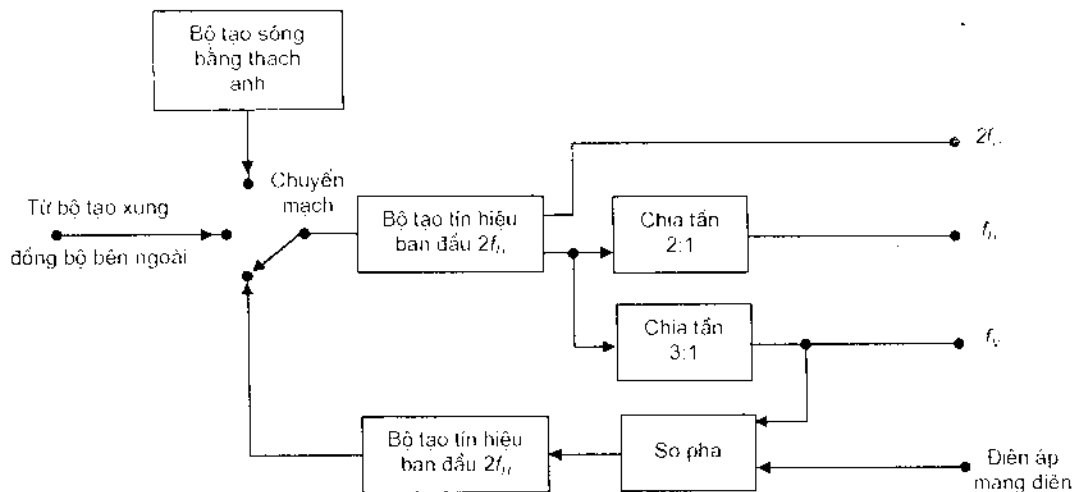
$$f_l = 2n_a; \quad (2-94)$$

trong đó: n_a - số ảnh truyền trong một giây.

Gọi z là số dòng quét trong mỗi ảnh, thì quan hệ giữa tần số dòng f_H , tần số màn hình f_l và số dòng quét trong một màn hình $z/2$ là:

$$f_H = f_L \cdot \frac{z}{2} = 2 \cdot n_L \cdot \frac{z}{2} = n_L \cdot z \quad (2-95)$$

Giả sử tần số của bộ tạo tín hiệu ban đầu là f_L , muốn nhận được tần số màn hình f_L phải cho tín hiệu có tần số f_H thông qua bộ chia tần mà hệ số chia của nó là $z/2$. Vì số dòng z trong mỗi ảnh là số lẻ nên $z/2$ không nguyên. Thực hiện chia tần mà hệ số chia không nguyên, về mặt kỹ thuật là rất phức tạp. Chính vì thế mà tần số của bộ tạo tín hiệu ban đầu thường chọn gấp đôi tần số dòng. Tín hiệu này sau khi qua bộ chia tần $z/2$ sẽ nhận được tần số màn hình f_L , và qua bộ chia tần $2:1$ sẽ được tần số dòng f_H , hình 2-63. Như vậy, ở lối ra của khối tạo tín hiệu chuẩn nhận được ba loại tín hiệu có tần số tương ứng là: $2f_H$, f_H , và f_L .



Hình 2-63. Sơ đồ chức năng của khối tạo tín hiệu chuẩn khi quét cách dòng.

Trong khối tạo tín hiệu chuẩn, còn có mạch tự điều chỉnh tần số gồm có mạch so pha và phần tử điều chỉnh tần số. Nó đảm bảo cho tần số màn hình f_L và tần số của mạng cung cấp điện cho trung tâm truyền hình luôn luôn đồng bộ với nhau.

Lúc tần số màn hình f_L và tần số của mạng cung cấp điện cho trung tâm truyền hình đã đồng bộ, thì nhiễu xuất hiện trên màn hình do nguồn cấp điện sinh ra (các dải đen hoặc trắng ngang hoặc các đường thẳng dọc bị uốn cong) không di động nữa, nên không gây cho mắt ta một cảm giác gì rõ rệt.

Sơ đồ cụ thể của phần tử điều chỉnh tần số tùy thuộc vào sơ đồ của bộ tạo tín hiệu ban đầu. Nếu như bộ tạo tín hiệu ban đầu là bộ tạo dao động điều hoà dùng mạch vòng LC (trong thực tế thường dùng), thì phần tử điều chỉnh là đèn điện kháng hoặc diốt biến dung varicap. Nếu bộ tạo tín hiệu ban đầu là một bộ tạo xung (đa hài hoặc dao động ngẹt) thì phần tử điều chỉnh tần số thường là bộ khuếch đại một chiều (hệ số khuếch

đại của nó không nhất thiết phải lớn hơn 1), để điều chỉnh điện áp một chiều cung cấp cho bộ tạo xung.

Vấn đề đồng bộ giữa tần số mảnh và tần số của mạng cung cấp điện chỉ có ý nghĩa khi mà điện áp cung cấp cho các máy thu hình và cho trung tâm truyền hình cùng lấy từ một mạng điện chung. Lúc tiến hành trao đổi truyền hình giữa các nước, các thành phố mà không dùng chung một mạng điện, hoặc trong các thiết bị cho quân sự tốt hơn hết là dùng bộ tạo dao động bằng thạch anh có độ ổn định tần số cao. Thông thường, độ ổn định tần số tương đối $\Delta f/f$ của bộ tạo dao động bằng thạch anh phải nhỏ hơn 0,02%; tức giới hạn biến thiên của tần số đồng là 15625 ± 3 Hz.

b) Khối hình thành xung

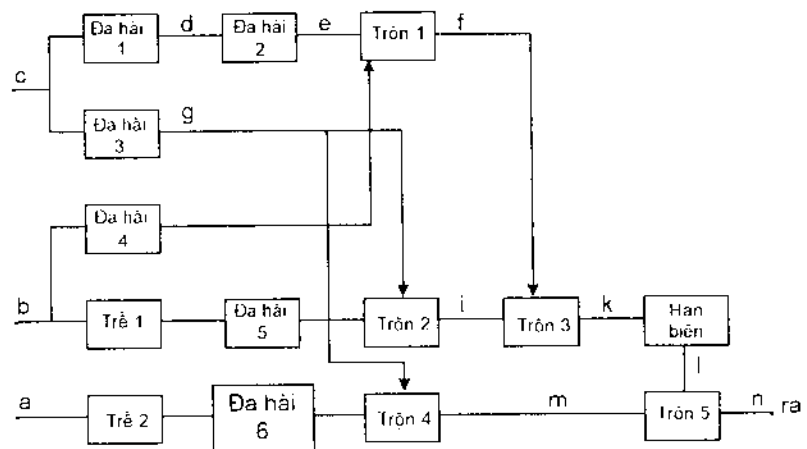
Nhiệm vụ của khối này là từ các tín hiệu có tần số $2f_{Hf}$, f_{Hf} , và f_c tạo ra các loại xung có hình dạng cần thiết, đồng thời làm bảo đảm cho quan hệ thời gian giữa chúng phù hợp với tiêu chuẩn truyền hình đã quy định. Khối hình thành xung là một bộ phận phức tạp và có nhiều tầng nhất trong bộ tạo xung đồng bộ. Nó thường gồm các phần tử chính sau: Tạo xung, khuếch đại, trộn xung, hạn chế, mạch vi phân và tích phân, làm chậm xung v.v...

Hãy phân tích một trong nhiều phương án tạo xung đồng bộ đầy đủ cho máy thu hình. Xung này có thể xem như "tổng của nhiều chuỗi xung đơn giản hơn" gồm có:

- Chuỗi xung đồng bộ đồng nhưng bị gián đoạn trong khoảng thời gian bằng 8 lần chu kỳ quét dòng. Trong khoảng thời gian này, bố trí xung cân bằng và xung đồng bộ mảnh.
- Xung đồng bộ mảnh rộng $2,5T_{Hf}$, trong đó, có xung khóa, với tần số lặp của nó bằng hai lần tần số đồng.

- Chuỗi xung cân bằng xuất hiện trong khoảng thời gian $7,5T_{Hf}$.

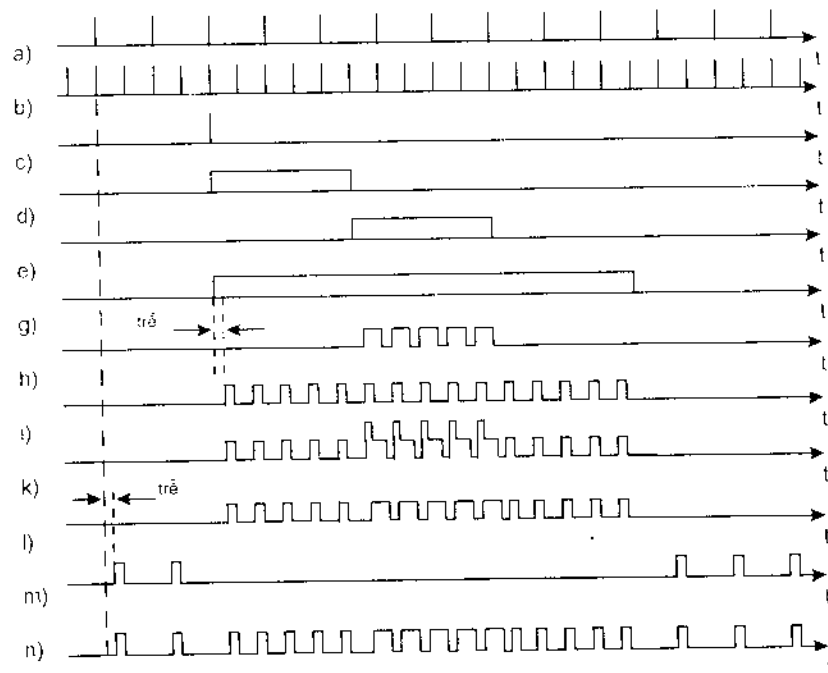
Trên hình 2-64 vẽ một trong những sơ đồ khối đơn giản của khối hình thành xung đồng bộ đầy đủ. Quá trình hình thành các xung đồng bộ được mô tả trên đồ thị hình 2-65.



Hình 2-64. Sơ đồ khối hình thành xung đồng bộ đầy đủ.

Xung tần số mảnh (hình 2-65c) từ khối tạo tín hiệu chuẩn đồng thời đặt lên hai bộ đa hài 1 và 3 trong hình 2-64. Bộ đa hài thứ nhất tạo ra xung tần số mảnh rộng $2,5T_{Hf}$ (hình 2-65d). Dừng sườn sau của xung này để kích thích bộ đa hài 2. Ở lối ra của 2 nhận được

xung tần số mảnh rộng $2,5 T_H$ (hình 2-65c). Bộ đa hài thứ ba tạo ra xung tần số mảnh rộng $7,5T_H$ (hình 2-65g).



Hình 2-65. Quá trình hình thành xung đồng bộ đầy đủ.

Xung có tần số gấp đôi tần số đồng (hình 2-65b) kích thích bộ đa hài 4. Ở lối ra của đa hài 4 nhận được chuỗi xung mà độ rộng của nó bằng độ rộng xung khóa trong xung đồng bộ mảnh. Chuỗi xung này cùng với xung trên hình 2-65e đặt lên bộ trộn thứ nhất. Ở lối ra của bộ trộn 1 nhận được tín hiệu hình 2-65h; hình dạng của nó giống như dạng xung đồng bộ mảnh cần tạo ra.

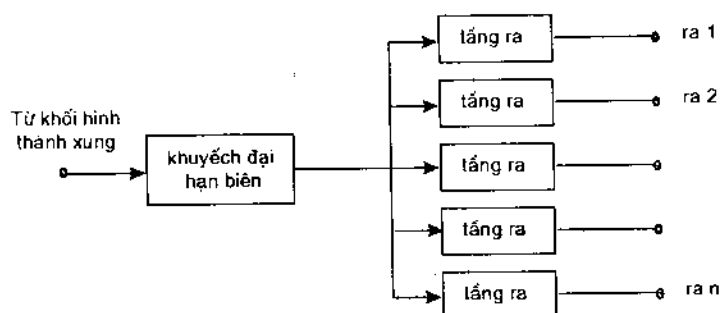
Để đảm bảo điều kiện thời điểm xuất hiện xung đồng bộ đồng và xung cân bằng "trùng với" thời điểm kết thúc xung khóa, trong mạch hình thành xung đồng bộ đồng và xung cân bằng phải mắc thêm dây trễ (trễ 1 và trễ 2). Bộ đa hài 5 tạo ra chuỗi xung cân bằng có độ rộng cần thiết. Chuỗi xung này cùng với tín hiệu hình 2-65g đặt lên bộ trộn thứ hai. Chuỗi xung cân bằng chỉ xuất hiện ở lối ra của bộ trộn thứ hai trong khoảng thời gian $7,5 T_H$ (hình 2-65i). Sau đó trộn tín hiệu hình 2-65h và i tại bộ trộn thứ 3 sẽ được tín hiệu hình 2-65k, rồi cho qua bộ hạn biên (IIB) sẽ nhận được tín hiệu hình 2-65l.

Bộ đa hài 6 tạo ra chuỗi xung đồng bộ đồng. Nó cùng với tín hiệu hình 2-65g đặt lên bộ trộn 4. Bộ trộn thứ tư tất khi có xung hình 2-65g xuất hiện. Kết quả, được chuỗi xung đồng bộ đồng, bị gián đoạn trong khoảng thời gian $7,5T_H$ (hình 2-65m). Tín hiệu hình 2-65l và m cùng đặt lên bộ trộn 5, ở lối ra của bộ trộn này nhận được xung đồng bộ đầy đủ (hình 2-65n).

c) Khối khuếch đại -phân phối xung

Các thiết bị khác nhau trong một trung tâm truyền hình cần sử dụng các loại xung do bộ tạo xung đồng bộ tạo ra. Vì vậy, từng loại xung phải được phân phối đến nhiều nơi sử dụng. Thông thường, quá trình truyền xung đồng bộ trong trung tâm truyền hình sử dụng các loại cáp. Chẳng hạn xung đồng bộ dòng và xung đồng bộ mảnh phải truyền đến các thiết bị kiểm tra hình, các máy hiện sóng, các camera truyền hình và bộ tạo tín hiệu bù vết đen. Khối khuếch đại phân phối xung đảm nhận nhiệm vụ này.

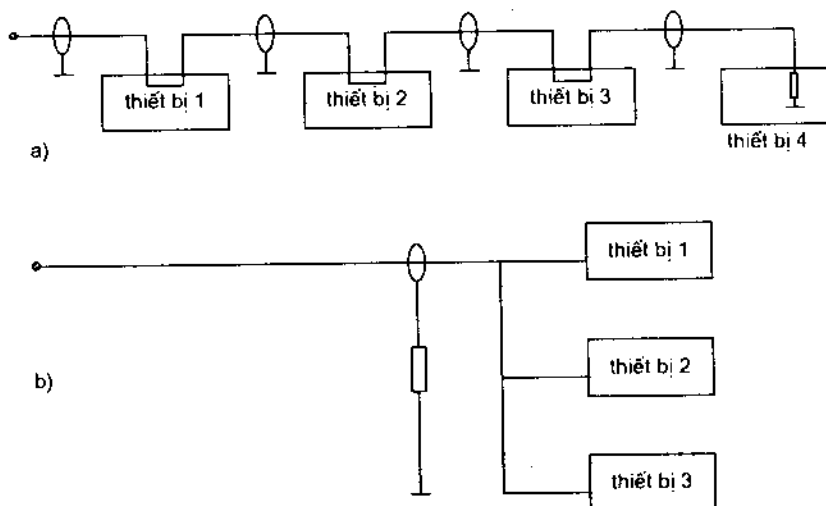
Trên hình 2-66 vẽ sơ đồ khối của khối khuếch đại phân phối xung. Sau khi khuếch đại sơ bộ (khi cần cải thiện dạng xung) và hạn biên mới đặt xung lên các tầng. Tầng ra của khối khuếch đại phân phối xung thường là tầng khuếch đại emitter. Nếu trở kháng ra của tầng nhỏ thì mắc một số cấp đồng trục vào một tầng ra. Trong trường hợp này, tổng trở kháng của tầng giảm nhỏ và bằng ρ/n (ρ là trở kháng sóng của cáp; n là số cấp mắc vào một tầng ra).



Hình 2-66. Sơ đồ khối khuếch đại phân phối xung.

Trong trường hợp có nhiều thiết bị cùng dùng một loại xung mà đều tập trung ở một chỗ thì tốt hơn cả là truyền loại xung này đến nơi sử dụng, rồi mới phân phối cho các thiết bị.

Các thiết bị mắc vào lối ra của khối khuếch đại phân phối xung, có thể thực hiện theo phương thức nối tiếp (hình 2-67a), song song (hình 2-67b) hoặc hỗn hợp. Áp dụng phương thức nào là tùy từng thiết bị cụ thể, sự sắp xếp giữa các thiết bị và yêu cầu về tính ổn định.



Hình 2-67. Mắc nối tiếp và song song các thiết bị vào một lối ra.

Khi mắc theo phương thức song song, trị số điện dung mắc ở đầu cuối của cáp khá lớn sẽ gây ra sự phản xạ xung. Khi mắc theo phương thức nối tiếp, điện dung vào của thiết bị phân bố theo chiều dài của cáp, gây nên tính không đồng nhất. Do đó xuất hiện hiện tượng phản xạ nhiều lần, vì vậy, mỗi thiết bị phải thông qua bộ lọc phối hợp (gọi là phối hợp hoặc ngăn cách) đặc biệt để bù lại tính không đồng nhất này. Trở kháng vào và ra của bộ lọc này phải bằng trở kháng sóng của cáp. Đặc tuyến tần số giữa lối vào và lối ra và nhánh rẽ phải bằng phẳng; còn đặc tuyến pha của chúng phải là một đường thẳng trong cả dải tần số đã cho.

Bộ lọc hình 2-68a có thể thỏa mãn các yêu cầu nêu ra ở trên. Mạch này có thể biến thành mạch cấu hình T (hình 2-68b), với các tham số sau:

$$L_1 = \frac{R}{m\omega_{gh}}; C_1 = \frac{1}{2} \frac{m}{R\omega_{gh}}; L_2 = \frac{R(m^2 - 1)}{2m\omega_{gh}}; C_2 = \frac{2}{mR\omega_{gh}}; \quad (2-96)$$

trong đó: R - trở kháng vào và ra của bộ lọc, chọn bằng trở kháng sóng của cáp;

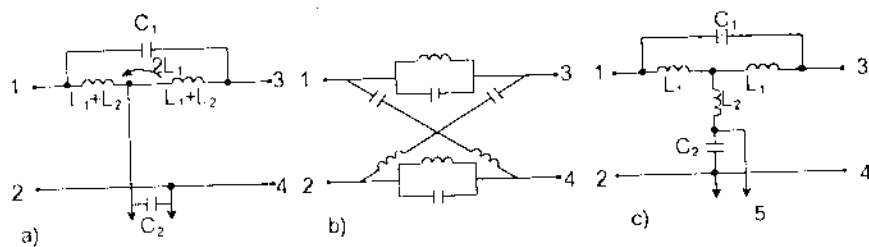
ω_{gh} - tần số giới hạn của bộ lọc;

m - hệ số độ dốc đặc tuyến của khâu di pha.

Cần lưu ý rằng phải xét đến điện dung vào của thiết bị mắc song song với tụ điện C_2 .

Khi $m = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$ méo pha của bộ lọc này nhỏ nhất. Lúc đó, méo tần số trong dải tần đến $0,5 \omega_{gh}$ tương đối nhỏ.

Khi $m < 1$, điện cảm L_2 có giá trị âm, nên không có khả năng thực hiện bằng một cuộn dây riêng. Vì vậy, trong thực tế, sử dụng bộ lọc bao gồm hai cuộn dây mắc nối tiếp (hình 2-68c). Độ ghép giữa chúng chọn sao cho điện cảm tổng của hai cuộn dây bằng $2L_2$, và điện cảm của mỗi cuộn dây bằng $L_1 + L_2$.



Hình 2-68. Các bộ lọc phối hợp.

2-10. TÍN HIỆU ÂM THANH

1. Nguồn gốc âm thanh

Lấy tay bập vào dây đàn, dây đàn rung lên và phát ra tiếng. Tiếng đàn ngân dài cho đến khi dây đàn hết rung thì âm thanh cũng tắt. Nếu ta gõ trống, mặt trống rung lên và

cũng phát ra tiếng. Lấy tay sờ vào màng một cái loa đang kêu thì tay ta cảm thấy màng loa đang rung động.

Như vậy ta có thể kết luận: âm thanh là do vật thể rung động, phát ra tiếng và lan truyền đi trong không khí. Sờ dĩ tai ta nghe được âm thanh là nhờ có màng nhĩ. Màng nhĩ nối liền với hệ thống thần kinh.

Làn sóng âm thanh từ vật thể rung động phát ra, được lan truyền trong không gian, tới tai ta làm rung động màng nhĩ theo đúng nhịp điệu rung động của vật thể đã phát ra tiếng. Nhờ đó, ta nghe được âm thanh. Không khí là môi trường truyền dẫn âm thanh.

Âm thanh cũng truyền lan được trong các chất khí, chất lỏng, chất rắn v.v... nhưng không truyền lan được trong khoảng chân không.

Một số chất truyền dẫn âm rất kém. Các chất dẫn âm kém thường là loại mềm, xốp như bông, dạ, cỏ khô. Các chất này, gọi là chất hút âm, được dùng lót tường các rạp hát, các phòng bá âm v.v.... để hút âm, giảm tiếng vang.

Vận tốc truyền lan của âm thanh phụ thuộc vào chất truyền âm. Ví dụ không khí là 340 m/s, trong nước là 1480 m/s, trong sắt là 5000 m/s.

Trong không khí, tốc độ truyền lan phụ thuộc vào nhiệt độ và được tính theo công thức:

$$C' \approx 331 \sqrt{\frac{T^0}{273}} \text{ (m/s);} \quad (2-97)$$

trong đó: T^0 - nhiệt độ tuyệt đối của không khí.

Như vậy, nhiệt độ càng cao thì âm thanh truyền càng nhanh. Người ta thường chọn $C = 340 \text{ m/s}$, tốc độ tương ứng với $T^0 = 290^0 \text{ K}$ (tức là 17^0 C).

Trong hành trình truyền lan, nếu gặp phải các vật chướng ngại như tường núi đá v.v... thì phần lớn năng lượng của âm thanh sẽ bị phản xạ trở lại, một phần nhỏ tiếp tục truyền lan về phía trước. Còn một phần nhỏ nữa của năng lượng âm thanh bị cọ sát với vật chướng ngại, biến thành nhiệt năng tiêu tan đi.

2. Các đại lượng vật lý của âm thanh

a) Tần số

Tần số của một âm đơn là số lần dao động của không khí truyền dẫn âm trong một giây đồng hồ. Khi ta gảy nốt mi của đàn thì dây sẽ rung 330 lần trong một giây. Ta gọi tần số của âm mi là 330 Hz. Đơn vị của tần số là Héc, viết tắt là Hz, 1 ki lô Héc (KHz) = 1000 Hz, 1 mêga Héc (MHz) = 1000 kHz = 1.000.000 Hz.

Tần số biểu thị độ cao của âm thanh: tiếng trầm có tần số thấp, tiếng bổng có tần số cao. Tai người có thể nghe thấy được các tần số thấp tới 16 Hz và tần số cao tới 20.000 Hz. Dải tần số từ 16 Hz đến 20.000 Hz gọi là dải tần số âm thanh, gọi tắt là âm tần. Những âm có tần số dưới 16 Hz gọi là hạ âm. Những âm có tần số trên 20.000 Hz

gọi là siêu âm. Dòng điện có tần số trong khoảng 16 Hz đến 20.000 Hz gọi là dòng điện âm tần.

Ứng với mỗi tần số dao động f có chu kỳ dao động T là một bước sóng λ . Chu kỳ của dao động âm thanh là thời gian âm đó dao động được một lần. Chu kỳ ký hiệu là T , có đơn vị là giây (s) $T = \frac{1}{f}$. Bước sóng của âm thanh ký hiệu bằng λ có đơn vị là mét.

Ta có $\lambda = CT$ là tốc độ truyền lan của âm thanh trong không khí ($C = 340\text{m/s}$). T là chu kỳ của âm thanh. Vậy bước sóng của âm thanh chính là khoảng truyền lan của âm thanh tương ứng với một chu kỳ dao động. Bước sóng của âm thanh tương ứng trong dải âm tần là từ 21,25 m đến 0,017 m.

Trên thực tế một âm phát ra thường không phải là một âm đơn, mà là một âm phức. Âm phức này bao gồm âm đơn và một số âm hài có tần số gấp 2, 3, 4 v.v... lần âm đơn.

Trong dải âm tần, người ta chia ra: tiếng trầm từ 16 Hz đến 300 Hz, tiếng vừa từ 300 Hz đến 3000 Hz, tiếng bổng (hay tiếng thanh) từ 3000 Hz đến 20.000 Hz. Tiếng nói của người thường có tần số từ 80 Hz đến 1200 Hz. Các nốt nhạc ở bát độ thứ ba có tần số: đô: 262 Hz, rê: 294 Hz, mi: 300 Hz, pha: 349 Hz, son: 392 Hz, la: 440 Hz, si: 494 Hz.

b) Áp suất âm thanh

Sóng âm trên không là dạng nhiễu loạn vật lý trong không khí, môi trường đàn hồi, chạy qua không khí với tốc độ vốn phụ thuộc đôi chút vào nhiệt độ không khí (chứ không vào áp suất không khí tĩnh). Độ lớn tức thời của sóng ở thời điểm riêng trong không gian và thời gian có thể được biểu diễn theo những cách khác nhau, ví dụ độ dịch chuyển, tốc độ hạt, áp suất. Tuy nhiên, tính chất được sử dụng và đo rộng rãi nhất của sóng âm là áp suất âm thanh, thăng giáng trên và dưới áp suất khí quyển do sóng gây ra. áp suất âm thanh gọi tắt là thanh áp. áp suất do âm thanh tạo thêm ra ở một điểm gọi là thanh áp ở điểm đó. Đơn vị thanh áp là bar. Một bar là thanh áp tác động lên một diện tích 1 cm² một lực 1 đin. 1 bar = 1 đin/cm². Ngày nay thường sử dụng đơn vị pascan (Pa) đo thanh áp. 1 bar = 100 KPa, 1 Pa = 1 N/m².

Atmotphe (atm) áp suất thường khoảng 10⁵ pascan (Pa) trong Hệ đơn vị quốc tế. áp suất âm thanh thường là phần rất nhỏ của áp suất khí quyển. Ví dụ, áp suất âm thanh nghe được tối thiểu (ngưỡng nghe) ở 2000 Hz là 20 μPa, hoặc 2(10)⁻¹⁰ atm.

c) Mức áp suất âm thanh

Áp suất âm thanh quan trọng đối với kỹ thuật điện tử nằm trong khoảng từ tiếng ồn yếu nhất vốn có thể gây nhiễu cho ghi âm tới những âm mạnh nhất mà màng loa có thể phát ra. Khoảng này xấp xỉ 10⁶. Do đó để thuận tiện, các áp suất âm thanh thường được vẽ trên thang loga gọi là mức áp suất âm thanh biểu thị theo dexiben (dB).

Đềxiben, đơn vị dùng cho nhiều mục đích trong kỹ thuật điện tử, bắt nguồn từ kỹ thuật âm tần (trong điện thoại) và được gọi theo tên của A.G.Bell. Bởi vì nó ở thang loga nên cần giá trị chuẩn để so sánh giống như ở những ngành khác của kỹ thuật điện tử. áp suất chuẩn đối với âm thanh trong không khí, tương ứng với 0 dB, được định nghĩa như áp suất âm thanh 20 μPa (trước đây là 0,00002 đin/cm²). Đó là áp suất âm thanh chuẩn p_0 . Như vậy mức áp suất âm thanh L_p theo dexiben tương ứng với áp suất âm thanh p được định nghĩa bởi:

$$L_p = 20 \log(p/p_0) \text{ dB} \quad (2-98)$$

Áp suất chuẩn p_0 xấp xỉ áp suất âm thanh nghe được yếu nhất ở 2000 Hz. Do đó, phần lớn các giá trị dB của mức áp suất âm thanh đều có dấu dương.

d) Công suất âm thanh

Công suất âm thanh là năng lượng âm thanh đi qua một diện tích S trong thời gian một giây. Công suất âm thanh P có thể tính bằng công thức:

$$P = psv; \quad (2-99)$$

trong đó: p - thanh áp;

v - tốc độ dao động của một phần tử không khí tại đó;

S - diện tích.

Công suất âm thanh tính theo oát (W). Sau đây là một số âm thanh của một số nguồn âm. Số liệu này chỉ có tính chất tham khảo: máy bay phản lực: 10.000 W, búa máy: 1 W, ô tô vận tải phóng nhanh: 0,12 W, nói chuyện bình thường: 0,0003 W.

Công suất âm thanh nói chung tỉ lệ với bình phương áp suất âm thanh. Tăng gấp đôi áp suất âm thanh sẽ làm tăng gấp 4 cường độ trường âm thanh, đòi hỏi gấp 4 lần công suất từ nguồn âm thanh.

e) Cường độ âm thanh

Cường độ âm thanh I là công suất âm thanh đi qua một đơn vị diện tích là 1 cm².

$$I = \frac{P}{S} = pv \quad (2-100)$$

Ba đại lượng áp suất âm thanh, công suất âm thanh, cường độ âm thanh gắn liền với nhau: $P = IS = pvs$. Cả ba đều biểu thị độ lớn nhỏ của âm thanh. Âm thanh có năng lượng càng lớn thì công suất, cường độ và áp suất của âm thanh càng lớn.

3. Sự thụ cảm của tai người đối với âm thanh

Người bình thường có thể nghe được âm thanh trong dải tần số từ 20 Hz đến 15.000 Hz. Có người nghe được các âm thanh có tần số cao hơn, có người lại chỉ nghe được các tần số thấp hơn. Người già nghe tiếng thanh kém hơn người trẻ. Ký hiệu quốc

tế Hz (hec) được dùng cho tần số nghe được cũng như phần còn lại của miền tần số. Các giới hạn tần số nghe được chỉ là xấp xỉ, bởi vì ở dưới 20 Hz các cảm giác xúc giác hoà lẫn với cảm giác nghe ở trên đối hạn dưới đó. Hơn nữa chỉ có những người trẻ mới nghe được các âm thuần gần hoặc trên 20 kHz, giới hạn trên danh định.

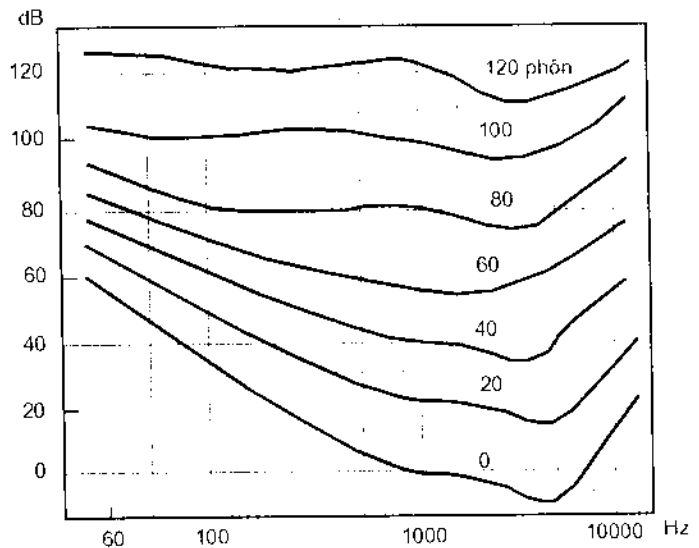
Người ta phân biệt được khoảng 130 mức thanh áp khác nhau, mỗi mức cách nhau 1 dB. Tai người nghe nhạy với các tần số trong khoảng 500 Hz đến 5000 Hz ở khoảng tần số này chỉ cần nguồn âm thanh có thanh áp nhỏ, nghe cũng được rõ không kém gì ở các khoảng tần số cao hay thấp có thanh áp lớn.

Hình 2-69 biểu thị phạm vi nghe được của tai người. Các đường cong trên là các đường đẳng âm, biểu thị mức nghe to bằng nhau. Có các đường đẳng âm 0 phôn, 20 phôn, 40 phôn, 60 phôn, 80 phôn, 100 phôn, 120 phôn. Phôn là đơn vị đo độ to nhỏ của âm thanh thông qua độ nhạy chủ quan của tai người.

Khu vực giới hạn bằng đường gạch đứt quãng là khu vực âm thanh thường gặp nhất. Các đường này đều võng xuống ở khoảng giữa, còn ở hai đầu thì nâng lên. Ta thấy tuy mức thanh áp có khác nhau khá nhiều, nhưng tần số âm thanh khác nhau thì tai ta lại nghe to như nhau. Chẳng hạn, ở tần số 1000 Hz có mức thanh áp 40 dB cũng nghe to như tần số 70 Hz có thanh áp 70 dB và tần số 3000 Hz có thanh áp 35 dB.

Tai người còn có thể phân biệt được những âm sắc khác nhau. Âm sắc là sắc thái riêng của âm thanh, giúp ta phân biệt được các nguồn âm khác nhau. Hai loại nhạc cụ cùng dạo một bản nhạc như nhau, nhưng nghe khác nhau, vì âm sắc khác nhau. Hai âm phức có âm cơ bản giống nhau về tần số và biên độ, nhưng hai âm có tần số và biên độ khác nhau v.v... nên có âm sắc khác nhau.

Tai người lại có khả năng ưu tiên nghe rõ các tiếng mà mình nghe quen. Chẳng hạn người Việt nam nghe tiếng Việt khi thuyết minh phim, rõ hơn tiếng ngoại quốc. Người ta còn có thể xác định được hướng âm thanh truyền tới, nhờ có hai tai. Vì vậy ta có thể nghe được âm thanh lập thể.



Hình 2-69. Vùng nghe được.

4. Nguyên lý biến đổi âm thanh thành tín hiệu điện và ngược lại

Âm thanh không thể trực tiếp truyền đi trong một khoảng cách quá xa. Vì vậy, để truyền âm thanh, một hệ thống thiết bị sẽ biến đổi năng lượng âm thanh thành tín hiệu điện, các tín hiệu điện này sẽ được truyền đến phía thu, tại đó thực hiện biến đổi năng lượng tín hiệu điện thành âm thanh ban đầu.

Thiết bị biến đổi năng lượng âm thanh thành năng lượng điện là micro. Dạng dao động âm tần ở đầu ra của micro phải có dạng giống như dạng dao động âm thanh đưa tới micro.

Có nhiều phương pháp biến đổi năng lượng âm thanh thành năng lượng điện sử dụng trong micro. Nguyên lý làm việc của các micro là sử dụng các tính chất điện, từ hay tính chất cơ học để tạo ra dòng điện tương ứng với sự biến đổi của áp lực do âm thanh gây ra trên màng micro.

Âm thanh sau khi được biến đổi thành tín hiệu điện sẽ được lưu trữ hay truyền dẫn, phục vụ các chức năng nhất định.

Quá trình tái tạo lại âm thanh từ tín hiệu điện được thực hiện bởi thiết bị biến đổi điện-âm thanh, gọi là loa. Dao động do dòng điện âm tần kích thích làm rung động màng loa theo đúng dao động của nguồn âm ban đầu và tạo lại được âm thanh tương ứng.

Sự phối hợp âm thanh sẽ tạo nên các hiệu quả đáp ứng yêu cầu của người nghe.

Tín hiệu điện mang thông tin của âm thanh gọi là tín hiệu audio. Tín hiệu audio được truyền đi cùng tín hiệu video trong hệ thống truyền hình. Tại phía thu, tín hiệu audio và video được tách riêng để tạo lại âm thanh và hình ảnh tương ứng.

Có nhiều phương pháp biến đổi năng lượng âm thanh thành năng lượng điện sử dụng trong micro. Nguyên lý làm việc của các micro là sử dụng các tính chất điện, từ hay tính chất cơ học để tạo ra dòng điện tương ứng với sự biến đổi của áp lực do âm thanh gây ra trên màng micro.

Âm thanh sau khi được biến đổi thành tín hiệu điện sẽ được lưu trữ hay truyền dẫn, phục vụ các chức năng nhất định.

2-11. PHÁT SÓNG TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH

1. Kênh truyền hình

Kỹ thuật truyền hình sử dụng một phần dải tần số trong phạm vi nhất định để thực hiện truyền hình quảng bá. Các chương trình truyền hình được truyền đi trên các kênh truyền hình, mỗi kênh xác định một khoảng tần số nhất định trong dải tần số. Các tần số được xác định cho các kênh truyền hình phải phù hợp với tiêu chuẩn quốc tế và có sự phân chia rõ ràng giữa các quốc gia.

Bảng 2-2. Các kênh truyền hình theo tiêu chuẩn OIRT

Kênh	Tần số (MHz)	Kênh	Tần số (MHz)
Dải băng I		Dải băng V (tiếp)	
1	48-56	41	630-638
2	56-64	42	638-646
Dải băng II		43	646-654
		44	654-662
		45	662-670
3	76-84	46	670-678
4	84-92	47	678-686
5	92-100	48	686-694
Dải băng III		49	694-702
		50	702-710
		51	710-718
6	174-182	52	718-726
7	182-190	53	726-734
8	190-198	54	734-742
9	198-206	55	742-750
10	206-214	56	750-758
11	214-222	57	758-766
12	222-230	58	766-774
Dải băng IV		59	774-782
		60	782-790
		61	790-798
21	470-478	62	798-806
22	478-486	63	806-814
23	486-494	64	814-822
24	494-502	65	822-830
25	502-510	66	830-838
26	510-518	67	838-846
27	518-526	68	846-854
28	526-534	69	854-862
29	534-542	70	862-870
30	542-550	71	870-878
31	550-558	72	878-886
32	558-566	73	886-894
33	566-574	74	894-902
34	574-582	75	902-910
35	582-590	76	910-918
36	590-598	77	918-926
37	598-606	78	926-934
Dải băng V		79	934-942
		80	942-950
		81	950-958
38	606-614		
39	614-622		
40	622-630		

Bảng 2-3. Các kênh và tải tần hình và tiếng theo tiêu chuẩn FCC

Kênh	Tải tần hình (MHz)	Tải tần tiếng (MHz)
1	41,25	46,75
2	48,25	53,75
3	55,25	60,75
4	62,25	67,75
5	175,25	180,75
6	182,25	187,75
7	189,25	194,75
8	196,25	201,75
9	203,25	208,75
10	210,25	215,75
11	217,25	222,75

Thông thường phạm vi dải tần số được dùng cho truyền hình quảng bá từ 47 MHz cho đến khoảng 800÷900 MHz, và đối với các tiêu chuẩn khác nhau sẽ thiết lập các dải tần số khác nhau. Toàn bộ dải tần số đó được chia thành các băng thuộc dải tần số VIII và UHF (phạm vi dải tần số VHF bao gồm từ 30 đến 300 MHz, còn phạm vi dải UHF bao gồm từ 300 đến 3000 MHz). Các dải băng đó được chia thành các kênh theo một số thứ tự nhất định. Độ rộng mỗi kênh cho phép truyền được một chương trình truyền hình.

Theo tiêu chuẩn OIRT, dải thông sử dụng cho truyền hình quảng bá từ 48 MHz đến 960 MHz, bao gồm 5 dải băng đánh số từ I, II... đến V. Các dải băng được phân bố tần số như sau:

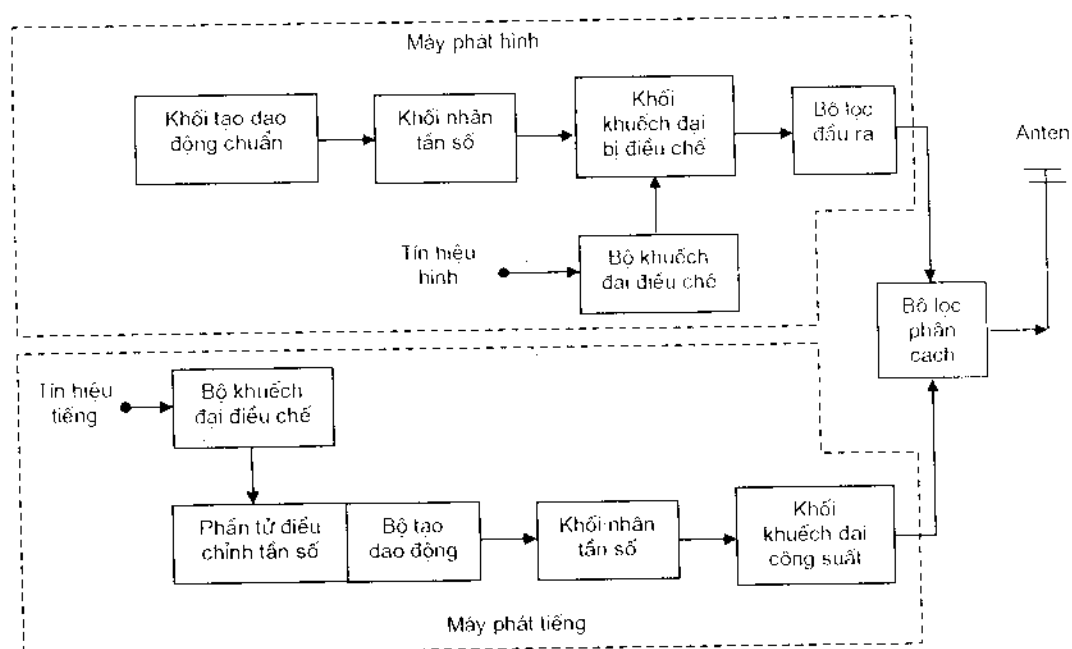
- + Dải băng I: Từ 48 ÷ 64 MHz.
- + Dải băng II: Từ 76 ÷ 100 MHz.
- + Dải băng III: Từ 174 ÷ 230 MHz.
- + Dải băng IV: Từ 470 ÷ 606 MHz.
- + Dải băng V: Từ 606 ÷ 958 MHz.

Dải thông của mỗi kênh theo OIRT là 8 MHz và khoảng cách giữa tải tần hình và tiếng là 6,5 MHz. Bảng 2-2 liệt kê các kênh truyền hình theo sự phân bố tần số theo tiêu chuẩn OIRT.

Các kênh và tải tần hình và tiếng theo tiêu chuẩn CCIR cho trong bảng 2-3. dải thông của mỗi kênh theo CCIR là 7 MHz và khoảng cách giữa tải tần hình và tiếng là 5,6 MHz.

2. Đặc điểm của thiết bị phát tín hiệu truyền hình

Một hệ thống phát hình bao gồm một máy phát tạo ra thành phần sóng mang hình và sóng mang tiếng, bộ lọc để loại bỏ dải biên tần thấp, một bộ phối hợp để kết hợp sóng mang hình và sóng mang tiếng và hệ thống anten để bức xạ tín hiệu đã được điều chế ra không gian.



Hình 2-70. Sơ đồ khối thiết bị phát vô tuyến truyền hình.

Máy phát vô tuyến truyền hình có nhiệm vụ phát đi đồng thời tín hiệu hình ảnh, gọi tắt là tín hiệu hình và tín hiệu âm thanh, gọi tắt là tín hiệu tiếng ra một anten chung. Về kết cấu có thể chia máy phát vô tuyến truyền hình làm hai loại: máy phát hình và máy phát tiếng. Theo các tiêu chuẩn quốc tế hiện nay thì máy phát hình sử dụng điều chế biên độ còn máy phát tiếng sử dụng điều chế tần số. Do tín hiệu hình có dải tần khá rộng bao gồm cả thành phần một chiều và có dạng phức tạp, cho nên bộ điều chế trong máy phát hình có kết cấu đặc biệt. Vấn đề hiệu chỉnh để chống các loại nhiễu phát sinh trong máy phát và hệ thống truyền tín hiệu cũng rất phức tạp. Hình 2-70 là sơ đồ khối của thiết bị phát vô tuyến truyền hình.

Máy phát hình có sơ đồ khối giống máy phát thanh điều biên. Tuy nhiên mạch điện thực hiện có khác nhau, đó là:

- Tín hiệu hình có chứa thành phần một chiều, do đó bộ khuếch đại điều chế phải được ghép trực tiếp với bộ khuếch đại bị điều chế.

Khác với tín hiệu âm thanh, tín hiệu hình là tín hiệu đơn cực tính, do đó sóng mang có thể bị điều biên bằng hai cách: Một là biên độ sóng mang có trị số lớn nhất khi truyền đi điểm trắng của ảnh và có trị số bé nhất khi truyền đi đỉnh xung đồng bộ (hình 2-71a), phương pháp này được gọi là điều chế cực tính dương. Hai là biên độ sóng mang có trị số lớn nhất khi phát đi đỉnh xung đồng bộ và có trị số bé nhất khi phát đi điểm trắng của ảnh (hình 2-71b), phương pháp này được gọi là điều chế cực tính âm. Mỗi phương pháp điều chế có ưu khuyết điểm riêng của nó. Hệ thống truyền hình của Việt nam sử dụng tiêu chuẩn OIRT - điều chế cực tính âm.

Điều chế cực tính âm có những ưu điểm sau:

- Thực hiện tự động điều chỉnh khuếch đại ở máy thu đơn giản hơn, vì có thể lợi dụng mức tín hiệu ứng với đỉnh xung đồng bộ làm mức chuẩn để không chế độ khuếch đại.

- Có thể nâng cao công suất ra của máy phát, vì xung đồng bộ có thể nằm trong vùng không đường thẳng của đặc tuyến điều chế.

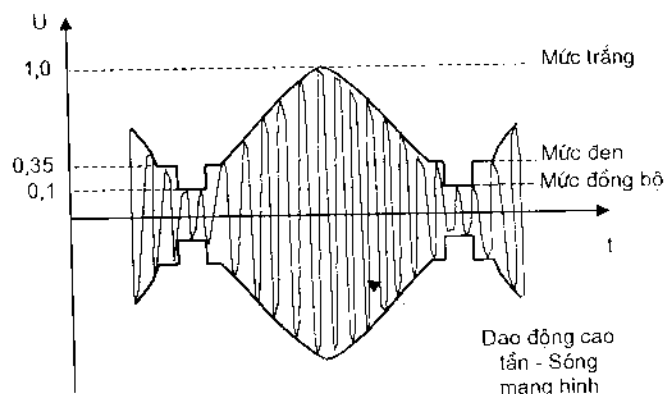
- Xung nhiễu tạo ra những chấm đen trên màn hình, người xem khó thấy hơn là những chấm trắng.

- Tín hiệu hình có tần phổ rất rộng, theo tiêu chuẩn OIRT, băng 6 MHz. Tín hiệu cao tần điều biên có tần phổ 12 MHz. Với mức tần phổ như vậy là quá rộng, không thuận lợi cho việc truyền tin. Chúng ta biết rằng chỉ một biên tần cũng chứa đầy đủ các tín tức cần truyền đi, do đó có thể nén một phần biên tần, chỉ cần phát đi một biên tần và sẽ giảm tần phổ của tín hiệu điều biên xuống còn một nửa. Nhưng trong thực tế không có khả năng dùng bộ lọc để cắt bỏ hẳn một biên tần, nên chỉ cắt bỏ một phần biên tần dưới.

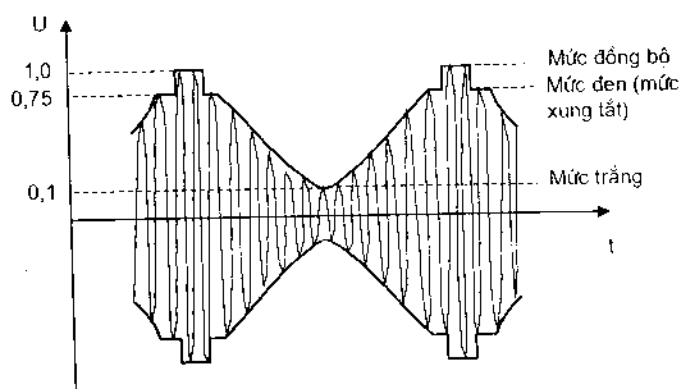
3. Dải thông và cấu trúc kênh truyền hình

Với một dải thông cơ bản xác định, điều biên sóng mang thông thường sẽ tạo ra hai biên trên và dưới mang thông tin giống nhau. Kết quả là dải thông thu được lớn hơn hai lần dải thông cơ bản. Với hệ thống 525/60, dải thông cần thiết sẽ là 8,4 MHz và hệ thống 625/50 cần dải thông kênh truyền là 10 MHz. Ngoài ra trong kênh truyền cần có thêm dải thông dành cho tín hiệu audio.

Để tránh được sự lãng phí công suất khi truyền đi cả hai biên trên và dưới của sóng mang tín hiệu video, các hệ thống truyền hình sử dụng phương thức truyền toàn bộ biên trên



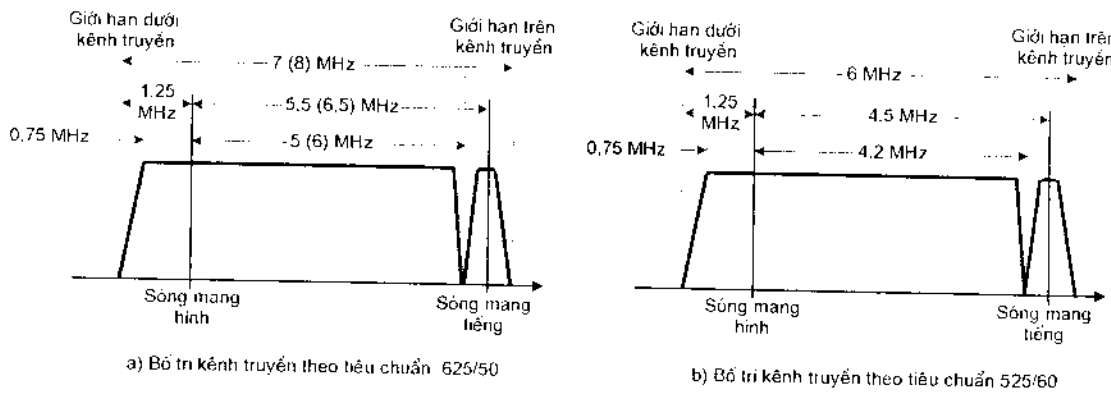
a) Cực tính dương



b) Cực tính âm

Hình 2-71. Tín hiệu điều biên.

và một phần biên dưới. Dải biên dưới tương ứng thành phần tần số cao được loại bỏ bằng bộ lọc tại máy phát. Hình 2-72 vẽ phổ kênh truyền hình dùng cho các hệ thống truyền hình.



Hình 2-72. Phổ kênh truyền hình.

Hệ thống truyền hình theo tiêu chuẩn 625/50 có dải thông kênh truyền là 7 MHz hoặc 8 MHz, còn đối với hệ truyền hình theo tiêu chuẩn 525/60, dải thông kênh truyền là 6 MHz. Sóng mang video cách biên dưới dải thông một khoảng $B_d = 1,25$ MHz.

Tín hiệu được điều chế nằm trong dải thông gồm toàn bộ biên trên và một phần dải biên dưới. Dải biên trên B_t là 5 MHz đối với hệ thống 625/50 và 4,2 MHz với hệ thống 525/60. Dải biên dưới có dải thông là 0,75 MHz.

Sóng mang audio điều tần có tần số trung tâm cách tần số sóng mang video một khoảng $f_{at} = 5,5$ MHz với hệ thống 625/50 và 4,5 MHz với hệ thống 525/60, và ở về phía trên của sóng mang hình được truyền đi trong cùng kênh truyền.

4. Mạng lưới truyền hình và phạm vi hoạt động của máy phát vô tuyến truyền hình

Để thực hiện truyền chương trình truyền hình trong một phạm vi rộng, phục vụ đông đảo người xem, thông thường phải thiết lập nhiều trung tâm truyền hình mà giữa chúng có các hệ thống chuyển tiếp chương trình, hình thành một mạng lưới truyền hình phức tạp.

Trung tâm truyền hình có nhiệm vụ xây dựng các chương trình truyền hình, và truyền các chương trình đó đến với người xem, bằng máy phát hình hoặc các phương tiện khác, hoặc ghi lại các chương trình đó để thực hiện trao đổi. Các trung tâm truyền hình có thể liên hệ với nhau để cùng phát một chương trình truyền hình hoặc sử dụng một phần chương trình truyền hình của các trung tâm truyền hình khác.

Ngoài các trung tâm truyền hình có khả năng xây dựng chương trình, còn có các trung tâm phát lại, có nhiệm vụ tiếp nhận các chương trình từ các trung tâm truyền hình khác phát đến, để rồi phát đi nhằm phục vụ cho một vùng nhất định bằng các máy phát hình thông thường. Các trung tâm truyền hình phát lại không tự xây dựng chương trình truyền hình riêng.

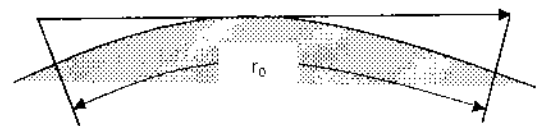
Để thực hiện chuyển tiếp các chương trình truyền hình cũng như phân phối chương trình truyền hình trực tiếp đến cho người sử dụng, có thể thực hiện qua các hệ thống thông tin vệ tinh, vi ba, các đường cáp v.v... Nhờ vậy, mạng lưới truyền hình ngày một mở rộng và phát triển mạnh mẽ. Các chương trình truyền hình có thể phục vụ cho rất nhiều đối tượng ở các vị trí khác nhau trên toàn cầu một cách nhanh chóng. Cùng với sự phát triển của các ngành công nghiệp viễn thông khác, một hệ thống thông tin tổng hợp đã dần được hình thành, và truyền hình đóng một vai trò quan trọng trong hệ thống thông tin đó. Việc sử dụng nhiều phương pháp truyền phát chương trình, tạo điều kiện cho hệ thống truyền hình điểm - điểm phát triển, cho phép phục vụ người xem một cách tốt nhất.

Tần số làm việc của máy phát vô tuyến truyền hình chọn trong dải sóng mét và decimet ($\lambda = 7,5 \text{ m} \div 5 \text{ dm}$). Tần số thấp hơn không dùng được cho máy phát vô tuyến truyền hình, vì không đảm bảo tần số mang lớn hơn nhiều lần tần số tín hiệu hình; đó là điều kiện cần thiết để có thể điều chế được. Nếu dùng tần số cao hơn, sẽ gây nên tổn hao của sóng rất lớn trong khí quyển. Vì đoạn sóng cm chỉ dùng cho hệ thống chuyển tiếp giữa các trung tâm truyền hình hoặc trên xe truyền hình lưu động.

Để có thể dùng chung một hệ thống anten - litor hay thiết bị phát, và dùng chung khối khuếch đại cao tần và trung tần trong máy thu, người ta phát âm thanh kèm theo trên tần số gần với tần số mang tín hiệu hình. Đối với hệ thống truyền hình thuộc OIRT, ta đã biết khoảng cách giữa tần số mang tiếng và hình là 6,5 MHz.

Do truyền sóng ở dạng sóng cực ngắn, phạm vi phục vụ của một trung tâm truyền hình chỉ giới hạn trong vùng nhìn thấy, hình 2-73. Vùng nhìn thấy của một đài phát vô tuyến truyền hình là một chòm cầu có bán kính r_0 , có giá trị phụ thuộc vào độ cao anten phát và thu.

Phạm vi hoạt động của một đài phát trong thực tế có lớn hơn vùng nhìn thấy, vì ở đoạn sóng mét có sự khúc xạ của sóng khi đi qua các lớp khí quyển có nhiệt độ áp suất, độ ẩm và các thông số về điện phân bố không đều nhau theo chiều cao. Trong điều kiện khí hậu bình thường, phạm vi hoạt động của đài phát có thể tăng thêm 15÷20% so với vùng nhìn thấy. Khi ấy bán kính hoạt động của đài phát tính gần đúng là:



Hình 2-73. Bán kính vùng nhìn thấy.

$$r_0 = 4,12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \text{ (km)}; \quad (2-101)$$

trong đó: h_1, h_2 - chiều cao anten phát và thu, tính bằng mét.

Trong thực tế, đôi khi còn xuất hiện hiện tượng siêu khúc xạ, sóng vô tuyến truyền hình có thể uốn cong theo mặt đất, nên phạm vi thu được sóng của đài phát vô tuyến

truyền hình có thể vượt quá rất nhiều vùng nhìn thấy. Ngoài ra, do có hiện tượng phản xạ sóng ở các tầng khí quyển bị ion hoá mạnh (gây ra bởi thiên thạch rơi vào, hoặc do có hiện tượng cực quang v.v...) mà phạm vi thu được sóng của đài phát vô tuyến truyền hình có thể đến hàng ngàn km cách đài phát. Tuy nhiên, hiện tượng thu xa này xảy ra không thường xuyên, phụ thuộc rất nhiều vào thời tiết, địa hình; cho nên không có ý nghĩa đáng kể.

Bán kính hoạt động của đài phát tính theo biểu thức (2-101) chỉ đúng khi công suất đài phát khá lớn, đảm bảo cường độ điện trường tương đối lớn trong vùng nhìn thấy. Nếu máy phát có công suất không đủ lớn, thì phạm vi thu có chất lượng tốt có thể nhỏ hơn nhiều so với vùng nhìn thấy.

Để có thể xác định bán kính hoạt động của đài phát, cần xác định cường độ điện trường tại những khoảng cách khác nhau tính từ đài phát, vào những thời điểm khác nhau lập thành bản đồ cường độ điện trường biến thiên theo khoảng cách và theo thời gian. Phạm vi hoạt động của đài phát là vùng mà ở đó cường độ điện trường đạt được giá trị quy định.

Theo tiêu chuẩn CCIR, cường độ điện trường tối thiểu để đảm bảo thu có chất lượng tốt, được quy định như sau:

- Ở tần đoạn I (kênh 1, 2): $E_{min} = 351 \mu\text{V/m}$ (50 dB).
- Ở tần đoạn II (kênh 3, 4, 5): $E_{min} = 500 \mu\text{V/m}$ (54 dB).
- Ở tần đoạn III (kênh 6÷12): $E_{min} = 700 \mu\text{V/m}$ (57 dB).
- Ở vùng thành phố (các kênh 1÷12): $E_{min} = 5 \text{ mV/m}$ (74 dB), mức 0 dB ứng với $E = 1 \mu\text{V/m}$.

Nếu có nhiễu của đài phát vô tuyến truyền hình trùng kênh, thì cường độ điện trường của tín hiệu muốn thu phải lớn hơn 45 dB so với cường độ điện trường của tín hiệu không muốn thu (tín hiệu nhiễu). Nhiễu của đài phát trùng kênh sẽ giảm khá nhiều nếu hiệu số của hai tần số mang bằng 1/2 tần số dòng và bằng bội số chẵn của tần số mật (đối với hệ thống OIRT, hiệu số đó bằng 7800 Hz). Khi ấy để thu có chất lượng tốt, tín hiệu cần thu chỉ cần lớn hơn 25 dB so với tín hiệu đài nhiễu là đủ. Như vậy dùng biện pháp dịch tần số mang để có chênh lệch 1/2 tần số dòng ($P = 1/2$) đã tăng được khả năng chống nhiễu trùng kênh lên $45 - 25 = 20 \text{ dB}$.

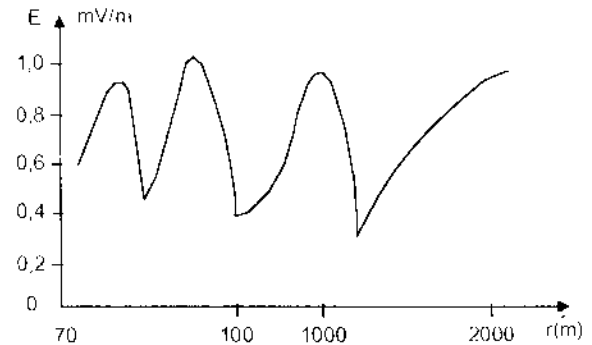
Trường hợp có 3 đài phát trùng kênh, thì tần số mang phải là $f_{sc}; f_{sc} + \frac{2}{3}f_H; f_{sc} - \frac{2}{3}f_H$, trong đó f_H là tần số dòng (tương ứng công suất phát $P = 2/3$).

Khả năng chống nhiễu đài trùng kênh khi dùng biện pháp dịch tần số mang ứng với các giá trị P khác nhau, xác định theo bảng sau:

P :	1/12	1/6	1/4	1/3	5/12	1/2	7/12	2/3	3/4	5/6	11/12
$N_0(\text{dB})$	4	7	11	15	18	20	18	15	11	7	4

(N_0 - mức độ tăng tỉ số S/N khi dịch tần số mang).

Ở vùng gần đài phát, nói chung, cường độ điện trường rất lớn. Tuy nhiên, do có sự giao thoa giữa sóng trực tiếp và sóng phản xạ, cường độ điện trường có thể biến đổi rất nhiều theo khoảng cách, hình 2-74. Khi khoảng cách r tăng dần, sự biến thiên của cường độ điện trường theo khoảng cách chậm dần và khi thoả mãn điều kiện (2-102) thì cường độ điện trường bắt đầu giảm đơn điệu theo khoảng cách r :



Hình 2-74. Cường độ điện trường vùng gần đài phát.

$$r \gg \frac{4h_1 h_2}{\lambda}; \quad (2-102)$$

trong đó: λ - bước sóng đài phát.

Giá trị cường độ điện trường trung bình có thể tính theo biểu thức:

$$E_{tb} = \frac{2.18 \sqrt{P_{ra} D h_1 h_2}}{\lambda r^2} \quad [\text{mV/m}]; \quad (2-103)$$

trong đó: P_{ra} - công suất ra của máy phát hình, tính bằng KW;

D - độ khuếch đại công suất của anten phát;

$P_{ra} D = P_{bx}$ - công suất bức xạ của đài phát;

h_1, h_2 - chiều cao anten phát và thu, tính bằng m;

λ - bước sóng đài phát, tính bằng m;

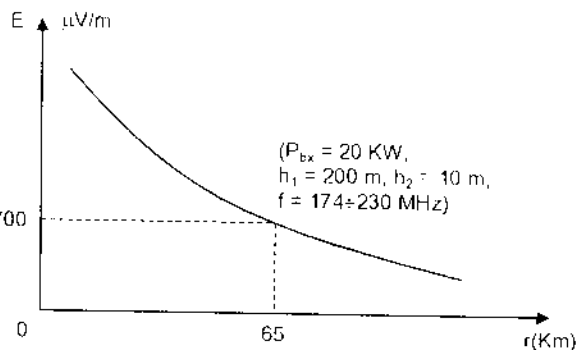
r - khoảng cách tính từ đài phát, tính bằng Km.

Ngoài vùng nhìn thấy, cường độ điện trường giảm rất nhanh theo khoảng cách. Bước sóng càng ngắn, tốc độ giảm của điện trường càng nhanh.

Giá trị của điện trường xác định theo đồ thị trên hình 2-75 hoặc theo biểu thức (2-103) chỉ là giá trị trung bình thống kê. Tùy thuộc điều kiện truyền sóng, cường độ điện trường có thể biến đổi rất nhiều theo thời gian trong ngày và theo mùa (giả thiết công suất đài phát, anten và khoảng cách đến đài phát giữ cố định). Do đó, người ta thường cho các đồ thị

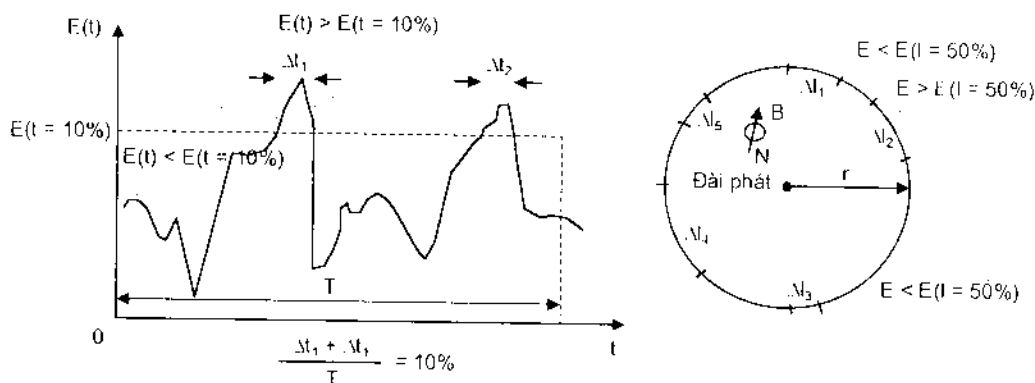
cường độ điện trường ứng với các tỉ lệ thời gian khác nhau. Ví dụ $E(t = 50\%)$, $E(t = 90\%)$, $E(t = 10\%)$ v.v... trong đó cần hiểu $E(t = 10\%)$ là giá trị mà cường độ điện trường tại một điểm nào đó có thể đạt được trong 10% thời gian quan sát. Rõ ràng, theo ý nghĩa đó phải có $E(t = 10\%) > E(t = 50\%) > E(t = 90\%)$.

Cũng tương tự như vậy, cường độ điện trường ở những khoảng cách như nhau tính từ đài phát, có thể có giá trị rất khác nhau tùy thuộc địa hình, phương hướng so với đài phát v.v... Do đó, cần chỉ rõ cường độ điện trường đã cho là ứng với bao nhiêu phần trăm số điểm đạt được. Ví dụ: $E(I = 50\%)$, $E(I = 90\%)$, $E(I = 10\%)$. Trên hình 2-76 cho ta cách xác định $E(I, t)$.



Hình 2-75. Cường độ điện trường vùng xa đài phát.

Để có thể xác định bán kính hoạt động của đài phát, không những cần đo đặc cường độ điện trường của tín hiệu cần thu, mà còn phải xác định được cường độ nhiễu (nhiều công nghiệp, nhiều đài phát trùng kênh v.v...). Do đó, việc thiết kế một mạng lưới gồm nhiều đài phát vô tuyến truyền hình phục vụ khắp các vùng của một nước là một nhiệm vụ khó khăn.



Hình 2-76. Cách xác định $E(I, t)$.

Việc chọn tần số, công suất, đặc tính phương hướng của anten, địa điểm đặt đài phát v.v... phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Nhiều của môi trường (nhiều công nghiệp, đài phát thanh, nhiễu khí quyển v.v...) phải ít nhất đối với kênh sóng chọn dùng.
- Nhiều lẫn nhau giữa các đài phát hình ít nhất.

- Phạm vi hoạt động của các đài phát không gối lên nhau nhiều và bao kín được các vùng có dân cư đông đúc.

- Việc chuyển tiếp chương trình giữa các đài phát là thuận lợi nhất.

- Điều kiện khí hậu, xây dựng nhà cửa, bảo quản thiết bị là thuận lợi nhất.

2-12. ĐẶC ĐIỂM MÁY THU HÌNH ĐEN - TRẮNG

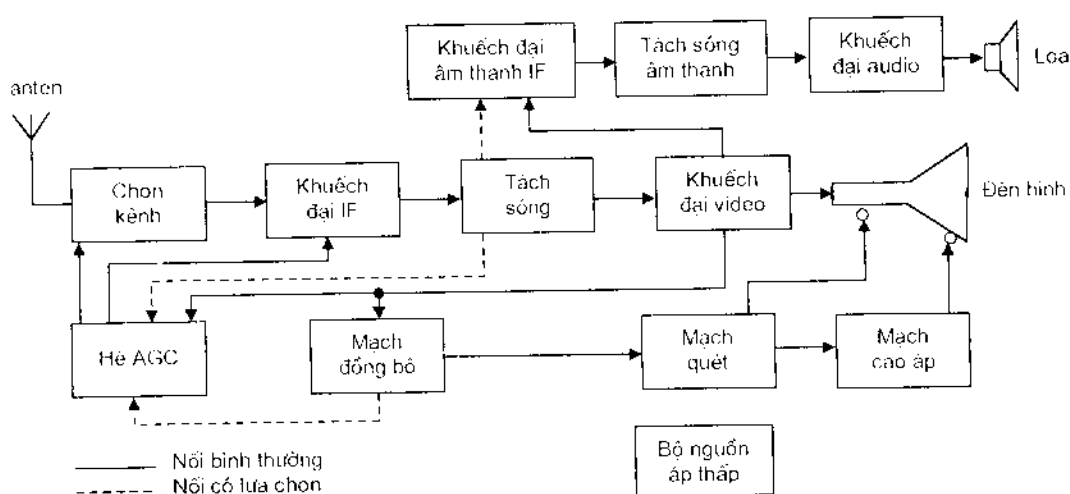
1. Chức năng

Nhiệm vụ của máy thu vô tuyến truyền hình là tiếp nhận tín hiệu cao tần cảm ứng trên anten thu, khuếch đại và biến đổi tín hiệu đó thành tín hiệu hình ảnh và tín hiệu âm thanh, khôi phục hình ảnh và âm thanh đã phát đi.

Máy thu hình có những đặc tính chung của máy thu thanh sóng cực ngắn. Tuy nhiên vì tín hiệu hình có dải tần khá rộng, việc khôi phục hình ảnh trên ống thu đòi hỏi khá nhiều mạch phụ; bên cạnh việc thu hình lại còn có cả việc thu tiếng v.v...

2. Sơ đồ khối máy thu hình đen - trắng

Sơ đồ khối máy thu hình đen trắng như ở hình 2-77.



Hình 2-77. Sơ đồ khối máy thu hình đen - trắng.

• Khối chọn kênh có nhiệm vụ:

- Từ các tín hiệu và nhiễu, sơ bộ chọn ra tín hiệu của chương trình truyền hình cần xem, truyền ở các băng sóng mét hay decimét.

- Khuếch đại tín hiệu tần số vô tuyến nhận được từ anten thu tới mức cần thiết, đảm bảo độ khuếch đại đồng đều ở các kênh.

- Đổi tín hiệu tần số vô tuyến thành tín hiệu tần số trung gian (gọi tắt là trung tần).

- Đảm bảo phối hợp tốt giữa trở kháng vào của máy thu hình với trở kháng sóng của cáp nối với anten thu.

- Giảm tới mức tối thiểu ảnh hưởng của các loại nhiễu bên ngoài: trong đó đặc biệt nhiễu có tần số ảnh và tần số trung gian. Đảm bảo tỉ số tín hiệu trên nhiễu ở lối ra khỏi chọn kênh (vì nhiễu sinh ra ở khối chọn kênh ảnh hưởng lớn tới chất lượng ảnh).

- Khối khuếch đại trung tần hình thường có 3 đến 5 tầng khuếch đại đảm nhận các nhiệm vụ:

- Khuếch đại tín hiệu tần số trung gian đến mức cần thiết đảm bảo cho tầng tách sóng hình làm việc bình thường.

- Đảm bảo độ chọn lọc cần thiết đối với các kênh truyền hình lân cận.

- Đảm bảo tỉ lệ giữa giá trị tín hiệu trung tần tiếng và tín hiệu trung tần hình ở lối vào mạch tách sóng hình.

- Tầng tách sóng hình đảm nhận hai nhiệm vụ:

- Từ tín hiệu trung tần hình tách lấy tín hiệu hình.

- Hình thành tín hiệu trung tần tiếng thứ hai (6,5 MHz đối với tiêu chuẩn OIRT, 5,5 MHz đối với tiêu chuẩn CCIR và 4,5 MHz đối với tiêu chuẩn FCC). Đây là tín hiệu điều tần mang tín hiệu âm thanh. Nó được hình thành giữa tín hiệu trung tần hình và tín hiệu trung tần tiếng.

- Mạch khuếch đại hình (thường có từ 1 đến 3 tầng khuếch đại) có nhiệm vụ chính là khuếch đại tín hiệu hình đến mức cần thiết để điều khiển mật độ tia điện tử trong truyền hình đen – trắng. Đối với hầu hết các máy thu hình đen – trắng hiện nay, tín hiệu hình cực tính âm từ lối ra mạch khuếch đại hình truyền đến catốt đèn hình.

- Mạch AGC có nhiệm vụ tạo điện áp một chiều có giá trị biến đổi theo mức tín hiệu ở lối vào máy thu hình, để điều khiển độ khuếch đại của tầng khuếch đại tần số radio và của khối khuếch đại trung tần hình, nhằm duy trì giá trị tín hiệu hình ở lối ra mạch tách sóng hình hầu như không đổi, khi mức tín hiệu ở lối vào máy thu hình thay đổi. Tùy theo mạch AGC cụ thể mà tín hiệu đặt lên lối vào mạch AGC có thể lấy từ lối ra mạch tách sóng hình hoặc mạch khuếch đại hình. Trong nhiều máy thu hình sử dụng mạch AGC khoá, lúc đó còn có cả xung tần số đồng lấy từ khối quét đồng truyền đến mạch AGC.

- Kênh tiếng gồm có mạch khuếch đại trung tần tiếng (thường có từ một đến ba tầng), mạch tách sóng âm thanh, và từ một đến ba tầng khuếch đại âm tần. Tín hiệu tần số hiệu truyền đến lối vào kênh tiếng có thể lấy từ lối ra mạch tách sóng hình, nhưng thường lấy từ lối ra tầng khuếch đại hình (nếu có nhiều tầng thì lấy từ lối ra tầng thứ nhất).

- Mạch đồng bộ bao gồm:

- Mạch chọn xung đồng bộ, đảm nhận nhiệm vụ chọn lấy xung đồng bộ đầy đủ từ tín hiệu hình đầy đủ.

- Mạch tích phân có nhiệm vụ tách lấy xung đồng bộ mạnh để thực hiện đồng bộ cường bức khối quét màn hình, đảm bảo cho quá trình quét màn hình ở máy thu hình và máy phát hoạt động đồng bộ và đồng pha với nhau. Ngoài ra nó còn nén các loại nhiễu tồn tại trong thời gian ngắn (nhiều xung) và xung đồng bộ đồng.

- Mạch vi phân có nhiệm vụ tách xung đồng bộ đồng từ xung đồng bộ đầy đủ.

- Mạch so pha có nhiệm vụ so sánh tần số và pha của xung đồng bộ do khối quét đồng trong máy thu hình tạo ra với tần số và pha của xung đồng bộ đồng do phía phát truyền đến. Ở lối ra của mạch so pha nhận được điện áp một chiều mà giá trị và dấu (dương hoặc âm) của nó phụ thuộc vào mức độ và chiều (lớn hơn hoặc nhỏ hơn) sai lệch tần số của xung đồng bộ so với xung đồng bộ đồng. Điện áp này điều khiển mạch tạo xung tần số đồng, nhằm đảm bảo cho tần số và pha của xung đồng bộ bằng tần số và pha của xung đồng bộ đồng. Điện áp này điều khiển mạch tạo xung tần số đồng, nhằm đảm bảo cho tần số và pha của xung đồng bộ bằng tần số và pha của xung đồng bộ đồng. Do đó mà thực hiện đồng bộ và đồng pha quá trình quét đồng giữa phía thu với phía phát. Ngoài ra, nó còn giảm ảnh hưởng của nhiễu xung đến quá trình quét đồng.

• Mạch quét bao gồm:

- Khối quét màn hình gồm có tầng tạo điện áp răng cưa tần số màn hình và tầng ra. Trong trường hợp dùng dụng cụ bán dẫn giữa hai tầng này có thể có thêm từ một đến ba tầng khuếch đại nữa. Nhiệm vụ chính của khối quét mặt là:

+ Tạo dòng điện răng cưa tần số màn hình, cung cấp cho cuộn lệch màn hình.

+ Tạo xung để tắt tia điện tử ở đèn hình trong hành trình ngược của quét mặt.

+ Đôi khi tạo điện áp một chiều cung cấp cho cực gia tốc đèn hình.

- Khối quét dòng gồm có tầng tạo xung tần số dòng, tầng ra và chỉnh lưu cao áp.

- Khối quét dòng đảm nhận các nhiệm vụ:

+ Tạo dòng điện răng cưa tần số màn hình, cung cấp cho cuộn lệch màn hình.

+ Tạo xung để tắt tia điện tử ở đèn hình trong hành trình ngược của quét dòng.

+ Tạo điện áp một chiều, cao đến hàng chục KV, cấp cho anốt thứ 2 đèn của hình.

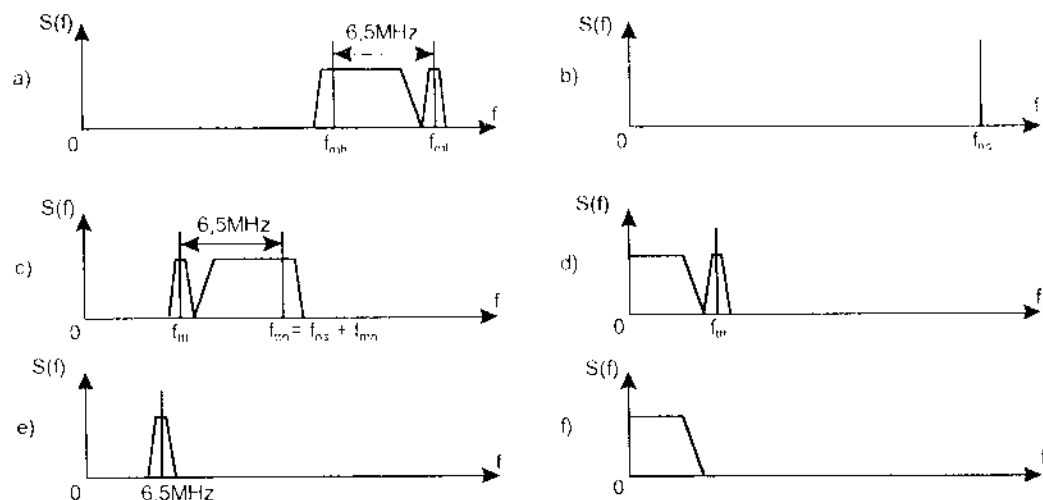
+ Tùy theo từng loại máy thu hình, nó còn tạo các điện áp một chiều cung cấp cho điện cực gia tốc, điện cực hội tụ của đèn hình, hoặc cấp cho các tầng khác (như tầng khuếch đại hình, tầng tạo điện áp răng cưa tần số màn hình v.v...)

+ Tạo xung cho mạch so pha, cho mạch AGC khóa.

• Khối nguồn nuôi: Tạo các điện áp một chiều cần thiết cung cấp cho các khối trong máy thu hình. Khối nguồn nuôi có thể là nguồn một chiều như pin, ắc quy; có thể

là mạch chỉnh lưu. Đối với các máy thu hình bán dẫn, vì điện tử nếu sử dụng nguồn điện xoay chiều thì trong khối nguồn nuôi thường có cả mạch ổn định điện áp một chiều.

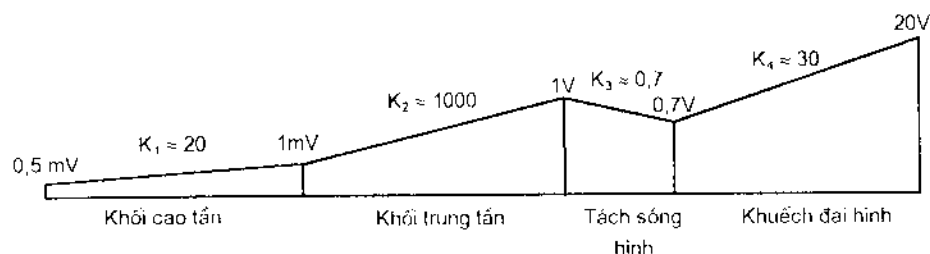
Trên hình 2-78 cho thấy dạng phổ của tín hiệu qua các bộ phận khác nhau của máy thu hình theo hệ OIRT.



Hình 2-78. Phổ của tín hiệu qua các bộ phận khác nhau của máy thu hình.

- Phổ tín hiệu trước khi đổi tần.
- Phổ dao động ngoại sai (f_{ns} : tần số ngoại sai).
- Phổ tín hiệu sau khi đổi tần (f_{th} : tần số trung tần hình).
- Phổ tín hiệu sau khi tách sóng biên độ (f_{mn} : tần số trung tần tiếng).
- Phổ tín hiệu ở lối vào tách sóng tiếng (6,5 MHz: tần số hiệu số).
- Phổ tín hiệu hình sau bộ khuếch đại tín hiệu hình.

Mức tín hiệu hình qua các bộ phận khác nhau của một máy thu hình tiêu biểu được biểu thị bằng đồ thị như hình 2-79.



Hình 2-79. Mức tín hiệu qua các bộ phận khác nhau của máy thu hình.

Bộ khuếch đại trung tần có độ khuếch đại rất lớn, đảm bảo cho máy thu hình có độ nhạy cao. Bộ khuếch đại tần số radio có độ khuếch đại nhỏ vì tần số làm việc quá cao lại thay đổi theo từng kênh. Bộ khuếch đại tín hiệu hình cũng có độ khuếch đại nhỏ vì nó thường là bộ khuếch đại một chiều có số tầng ít (để đảm bảo làm việc ổn định).

Độ khuếch đại của khối cao tần và trung tần phải đủ lớn để tín hiệu ở lối vào bộ tách sóng có biên độ cỡ 1V nhằm đảm bảo cho bộ tách sóng hình làm việc ở chế độ đường thẳng, tránh méo không đường thẳng.

Độ khuếch đại của bộ khuếch đại hình cũng nên có khả năng thay đổi được, để thay đổi mức tín hiệu vào ống thu, làm thay đổi độ contrast (độ tương phản) của ảnh truyền hình. Tuy nhiên, cũng có nhiều loại máy thu hình mà độ khuếch đại của bộ khuếch đại hình không thể thay đổi lúc đó. Muốn thay đổi contrast phải thay đổi độ khuếch đại của bộ khuếch đại trung tần.

3. Các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của máy thu hình

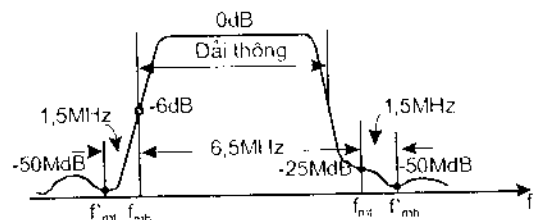
a) Dải tần số làm việc - kênh sóng

Máy thu hình có thể làm việc trên dải tần số VHF (dài sóng mét), theo hệ OIRT ở dải tần số này gồm 12 kênh sóng hoặc làm việc trên dải tần số sóng decimét (dài UHF), chia ra 47 kênh sóng (đối với máy thu hình hệ OIRT).

b) Độ nhạy

Độ nhạy của máy thu hình được đánh giá bằng mức tín hiệu vào vào máy thu cần thiết để trên lối ra bộ khuếch đại tín hiệu hình đạt được tỉ số tín hiệu trên nhiễu (S/N) quy định (thường là 20 dB).

Nhiều nội bộ của máy thu hình hạn chế độ nhạy tối đa của máy. Vì vậy, đối với máy thu hình, độ nhạy không những phụ thuộc vào bộ khuếch đại của các khối trong máy thu, mà còn phụ thuộc vào mức nhiễu của các khối và dải thông toàn máy.



Hình 2-80. Đặc tuyến tần số của máy thu hình.

c) Độ chọn lọc

Độ chọn lọc đối với tần số lân cận được đánh giá bằng tỉ số giữa độ khuếch đại đối với tín hiệu cần thu với độ khuếch đại đối với tín hiệu của các kênh lân cận. Tín hiệu của các kênh lân cận có tần số khá sát với giới hạn dải thông máy thu hình; do đó, đặc tuyến tần số của máy thu hình phải rất dốc ở vùng giới hạn của dải thông (xem hình 2-80, f'_{mh} : tần số mang hình ở kênh trên; f'_{mt} : tần số mang tiếng ở kênh dưới).

Độ chọn lọc đối với tần số lân cận cần lớn hơn khoảng 40 dB đối với máy thu hình có chất lượng trung bình. Việc tăng độ chọn lọc đối với tần số lân cận bị hạn chế bởi sự méo pha do đặc tuyến tần số quá dốc ở vùng giới hạn của dải thông.

d) Dải thông

Độ rộng dải thông quyết định độ rõ của ảnh truyền hình. Dải thông của các máy thu hình tốt chỉ đạt gần 6 MHz ở mức - 6 dB, hình 2-80.

Đôi khi để đặc trưng cho chất lượng của máy thu hình về độ rõ nét: thay cho dải thông người ta cho chỉ tiêu độ phân biệt theo chiều ngang tính bằng số vạch đứng. Giữa độ rộng dải thông và số vạch đứng có thể phân biệt được có quan hệ phụ thuộc đơn trị.

Ngoài các chỉ tiêu cơ bản trên còn có thể đánh giá chất lượng máy thu hình qua một số chỉ tiêu khác, như: Độ nhảy của đường tiếng, tín hiệu hiệu vào máy thu cực đại cho phép độ rộng dải tần số đường tiếng, độ chọn lọc đối với tần số "ảnh", độ chọn lọc đối với nhiễu tần số trung tần, mức độ nhiễu của tín hiệu hiệu số đối với trung tần hình, mức độ điều biên ký sinh trong đường tiếng, phạm vi biến đổi độ contrast, kích thước màn ảnh, méo hình học v.v...

PHẦN II

KỸ THUẬT TRUYỀN HÌNH MÀU

Chương 3

NGUYÊN LÝ TRUYỀN HÌNH MÀU

3-1. SƠ ĐỒ KHỐI HỆ THỐNG TRUYỀN HÌNH MÀU

1. Giới thiệu

Hệ thống truyền hình đen - trắng thực hiện phân tích hình ảnh cần truyền thành các mẫu rồi rạc rồi truyền lần lượt các mẫu đó. Thông tin được truyền đi là thông tin về độ chói của các điểm ảnh. Tại phía thu sẽ khôi phục được hình ảnh truyền đi thành một ảnh đen - trắng. Tuy nhiên, cảnh vật quanh ta chứa đầy màu sắc, và vì vậy, truyền hình - cần phải truyền đi được các thông tin về màu sắc của ảnh sao cho phía thu có thể khôi phục được thành hình ảnh có màu sắc như thực tế.

Hình ảnh màu có thể coi do nhiều hình ảnh đơn sắc hợp lại. Mỗi hình ảnh đơn sắc là một mẫu của hình ảnh màu. Vì vậy, hình ảnh màu có chứa nhiều thông tin hơn hình ảnh đơn sắc.

Vấn đề đặt ra cho kỹ thuật truyền hình màu là làm thế nào không tăng số kênh thông tin mà vẫn truyền được hình ảnh màu, hay nói cách khác cần biến hình ảnh màu thành một tín hiệu điện biến đổi theo thời gian để có thể truyền đi bằng một kênh thông tin duy nhất. Kỹ thuật truyền hình màu đã phải dựa vào lý thuyết về màu sắc (màu sắc học), về các định lý phân tích và tổng hợp màu để thực hiện được mục đích của truyền hình màu.

Như chúng ta đã biết mắt người có thể phân biệt được 160 sắc độ, hay nói cách khác có thể phân tích hình ảnh màu ra khoảng 160 hình ảnh đơn sắc. Không những thế, mỗi một màu đơn sắc lại có thể phân biệt được rất nhiều mức độ đậm nhạt khác nhau (được gọi là độ thuần khiết khác nhau). Như vậy, vô số hình ảnh với màu sắc khác nhau về sắc độ và độ thuần khiết hợp lại thành hình ảnh màu phức tạp.

Bộ môn khoa học về màu sắc đã cho biết, các màu sắc trong thiên nhiên không độc lập đối với nhau. Có một số màu có thể tạo ra bằng cách cộng những màu khác lại. Trong số các màu có thể chọn ba màu độc lập là màu đỏ, lục, lam, chúng được trộn với nhau để tạo thành hầu hết các màu sắc khác có trong thiên nhiên. Như vậy, nếu truyền

hình ảnh màu đi bằng cách truyền ba màu cơ bản: đỏ, lục, lam sẽ cho phép tái tạo lại gần hầu hết các màu sắc có trong hình ảnh cần phát. Hệ thống truyền hình màu về nguyên tắc có thể tạo ra bằng cách ghép ba hệ thống truyền hình đen - trắng thông thường để truyền ba hình ảnh màu cơ bản.

Tuy nhiên vấn đề đặt ra là cần biến đổi và ghép các tín hiệu màu sao cho chỉ dùng một kênh thông tin duy nhất (một hệ thống thu phát vô tuyến điện chẳng hạn) cũng có thể truyền đi được hình ảnh màu.

Giải pháp ghép tín hiệu theo tần số như thông tin nhiều kênh có thể truyền đi được hình ảnh màu bằng một hệ thống thu phát. Tuy nhiên khi ấy dải thông tần dành cho một hệ thống truyền hình màu sẽ rộng gấp 3 lần so với hệ thống truyền hình đen - trắng. Mặt khác phát tín hiệu vô tuyến truyền hình như vậy không thể thu được bằng máy thu truyền hình đen - trắng, không tận dụng được số lượng rất lớn các máy thu vô tuyến truyền hình đen - trắng đã có, nghĩa là hệ thống vô tuyến truyền hình màu như vậy không có tính tương hợp (hay kết hợp).

Để thỏa mãn được điều kiện kết hợp, nghĩa là có thể tạo nên ảnh đen - trắng trung thực trên màn ảnh máy thu đen - trắng (khi dùng máy thu đen - trắng để tiếp nhận tín hiệu vô tuyến truyền hình màu), người ta phải phát cả tín hiệu phản ánh độ chói của hình ảnh kèm với các tín hiệu mang tin tức về màu sắc. Tín hiệu phản ánh độ chói (gọi là tín hiệu chói) có thể tạo ra từ ba tín hiệu của các ảnh màu cơ bản (tín hiệu màu cơ bản). Cơ sở của việc tạo ra tín hiệu chói là mỗi phân tử ánh sáng màu cơ bản đều có độ chói nhất định. Độ chói đó phụ thuộc cường độ sáng cường độ sáng của ánh sáng màu đó (nếu hình ảnh màu đó là nguồn phát sáng) hoặc phụ thuộc dòng quang năng phản xạ từ ánh sáng màu đó (nếu ánh sáng màu đó được chiếu sáng). Ngoài ra độ chói còn phụ thuộc vào màu sắc vì mắt người có độ nhạy cảm không đều với các màu sắc. Xét ba tia màu cơ bản có cùng cường độ chùm tia như nhau thì tia lục tạo ra độ chói cao nhất, sau đến tia đỏ và cuối cùng là tia lam.

Vì tín hiệu chói và ba tín hiệu màu cơ bản phụ thuộc tuyến tính với nhau. Cho nên có thể chỉ cần truyền đi đến bên thu ba tín hiệu bất kỳ trong số bốn tín hiệu nói trên, tín hiệu thứ tư có thể tạo lại bằng tổ hợp ba tín hiệu nhận được. Trong kỹ thuật truyền hình màu người ta phát đi tín hiệu chói và hai tín hiệu mang tin tức về màu cơ bản khác hoặc phát đi tín hiệu chói và hai tín hiệu mang tin tức về màu. Các tín hiệu mang tin tức về màu là tổ hợp phức tạp của các tín hiệu màu cơ bản, đảm bảo có thể tạo lại các tín hiệu màu cơ bản khi nhận được các tín hiệu mang tin tức về màu và tín hiệu chói.

Để có thể phát đi đồng thời ba tín hiệu với hệ thống thu phát có dải thông tần không rộng hơn so với hệ thống truyền hình đen - trắng, người ta đã đề ra khá nhiều giải pháp khác nhau, hình thành nhiều tiêu chuẩn truyền hình khác nhau. Chúng có những ưu điểm và nhược điểm riêng của từng loại, cho đến nay chưa có một tiêu chuẩn nào được thừa nhận chúng là tối ưu và cần phổ biến trên toàn thế giới.

Năm 1950 ở Mỹ hình thành hệ thống truyền hình màu NTSC (National Television Standard Committee), hệ thống này thoả mãn điều kiện kết hợp. Theo NTSC tín hiệu chói được tạo ra từ ba tín hiệu màu cơ bản và được phát đi trong toàn dải tần dành cho hệ thống truyền hình đen - trắng thông thường. Hai tín hiệu khác cũng được truyền đi là hai tín hiệu mang tin tức về màu. Vì khả năng phân biệt của mắt (theo không gian) đối với ảnh màu kém hơn ảnh đen - trắng, cho nên các tín hiệu mang tin tức về màu được phát đi trong dải tần hẹp hơn. Mặt khác, vì cấu trúc phổ của tín hiệu chói không liên tục, do đó có thể phát các tín hiệu mang tin tức về màu vào những chỗ trống nằm giữa các vạch phổ của tín hiệu chói.

Để có thể "đan" các vạch phổ vào nhau, tín hiệu mang tin tức về màu (gọi tắt là tín hiệu màu) được dịch phổ về phía trên bằng phép điều chế với tần số mang phụ xác định. Sự điều chế ở đây khá đặc biệt gọi là điều chế vuông góc, cho phép bằng một tần số mang phụ có thể mang đi hai tín tức độc lập, đó là hai tín hiệu màu. Sự biến đổi về pha và về biên độ sóng mang phụ do 2 tín hiệu màu đó quy định.

Sau khi đem tín hiệu màu đã điều chế vuông góc sóng mang phụ "đan" với tín hiệu chói, nhận được tín hiệu phức hợp có dải tần hoàn toàn giống như tín hiệu truyền hình đen - trắng, nó được truyền đi bằng một hệ thống thu phát thông thường.

Hệ thống PAL là một hệ thống trong ba hệ thống được dùng rộng rãi hiện nay. Nó được dùng chủ yếu ở Tây Âu. Hệ thống này khắc phục được nhược điểm nhạy cảm với méo pha của hệ thống NTSC. Sự khác nhau với hệ thống NTSC về nguyên lý chủ yếu ở chỗ cho một tín hiệu màu đối dấu sau từng dòng một. Bằng cách đó sự sai do sai pha trên đường truyền tín hiệu của hai dòng kế tiếp được bù trừ cho nhau, vì sự sai pha của hai dòng kế tiếp là ngược chiều nhau.

Sự bù trừ sai màu đó tiến hành bằng phương pháp điện tử. Nhờ một dây trễ với thời gian trễ là một chu kỳ quét dòng có thể lưu lại tin tức về màu của dòng trước cho đến khi xuất hiện tin tức màu của dòng sau (kế sau). Cộng hoặc trừ tín hiệu màu đã bị trễ với tín hiệu màu vừa đến trực tiếp, chúng ta thu được trở lại hai tín hiệu màu một cách đồng thời, sai pha của kênh truyền tín tự động được khử đi.

Hệ thống NTSC-ART là phương án cải tiến của NTSC. Người ta xếp chồng thêm vào tín hiệu phức hợp NTSC một tín hiệu chuẩn không điều chế, có biên độ nhỏ và có tần số trùng với tần số mang phụ của màu. Tín hiệu này được bên máy thu tiếp nhận như một tín hiệu chuẩn để tách sóng màu, tín hiệu này chịu sự di pha như tín hiệu sóng mang màu đã điều chế khi truyền đi qua không gian.

Năm 1957, Henry de France đề ra hệ thống SECAM-AM. Ngoài tín hiệu chói còn phát hai tín hiệu màu lần lượt nhau sau từng dòng, như vậy chỉ cần điều chế một lần, cho phép giảm nhỏ sự nhạy cảm đối với các loại méo do kênh thông tin gây ra. Ở đây, các tín hiệu màu cũng được phát đi theo nguyên tắc thông tin ghép kênh theo thời gian. Còn

các tín hiệu chói và các tín hiệu màu lại được phát đi theo nguyên tắc thông tin ghép kênh theo tần số. Cứ phát hai dòng bên thu mới có đầy đủ tín tức về màu trong một dòng. Để có tín hiệu màu liên tục, phải thực hiện làm trễ tín hiệu để giữ chậm lại đúng một chu kỳ quét dòng. Như vậy, hai dòng kế nhau có cùng tín tức màu như nhau, nghĩa là khả năng phân biệt về màu theo chiều đứng bị giảm đi. Điều này không có gì nguy hại đến chất lượng ảnh màu vì độ phân biệt theo chiều ngang của màu cũng đã được giảm vì dải tần số tín hiệu màu đã bị cắt bớt.

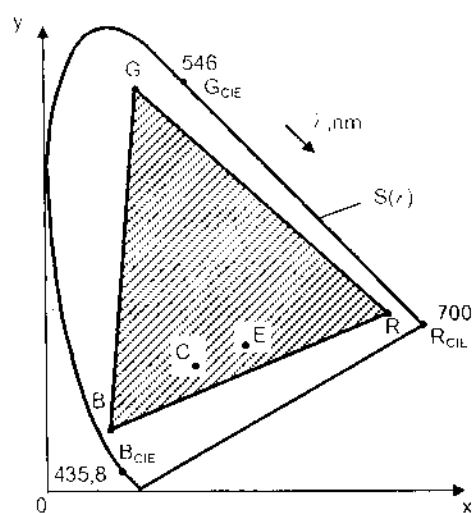
Hệ thống SECAM-AM sau đó được thay bằng SECAM-FM. Thay cho điều chế biên độ sóng mang phụ, người ta điều chế tần số (lần lượt với hai tín hiệu màu). Cách điều chế này làm cho hệ thống trở nên không nhạy cảm với méo pha và biên độ của kênh thông tin. Tuy nhiên sau khi điều chế, tín hiệu tần số mang phụ luôn luôn tồn tại, gây nên trên màn ảnh các vạch nhiễu. Để giảm nhỏ nhiễu này, người ta nén bớt tín hiệu tần số mang phụ bằng bộ lọc có đặc tuyến suy giảm hình chuông, tại tần số sóng mang phụ độ suy giảm lớn nhất, ra ngoài hai biên tần suy giảm bé dần. Bên máy thu dùng bộ lọc có đặc tuyến suy giảm ngược lại để khử méo.

Kết quả của sự cải tiến hệ thống SECAM-FM là sự ra đời hệ thống SECAM III tối ưu. Có một số đổi mới so với hệ thống SECAM-FM. Trong hệ thống này người ta dùng hai tần số mang phụ thay nhau để mang hai tín hiệu màu. Ở Nga (trước đây là Liên Xô) người ta đưa ra hệ thống NIR (SECAM IV hay SEQUAM). Giống như hệ thống SECAM, ở đây cũng dùng cách thay tín hiệu sau từng dòng, nhưng không phải thay các tín hiệu màu, mà một dòng thì phát tín hiệu điều chế vuông góc như NTSC, còn dòng sau thì phát tín hiệu chuẩn có biên độ và pha cố định như trong hệ NTSC-ART.

2. Màu cơ bản trong truyền hình màu

Các màu cơ bản trong truyền hình màu được chọn là đỏ (R), lục (G) và lam (B). Đó là những màu thực, có thể tạo ra bằng cách bắn phá các chất huỳnh quang khác nhau bằng tia điện tử.

Các màu thực đó thường là không thuần khiết, khác với các màu cơ bản được tổ chức CIE chọn dùng trong hệ thống đo màu. Việc chọn các màu cơ bản RGB phải thoả mãn điều kiện quan trọng là màu tạo lại phía bên thu phải bao gồm hầu hết các màu có trong thiên nhiên và với độ bão hoà cao, điều đó có nghĩa là diện tích tam giác màu RGB phải chiếm gần hết diện tích chứa trong đường cong hình móng ngựa $S(\lambda)$ (xem hình 3-1). Muốn vậy thì các màu cơ bản cần thuần khiết. Tuy nhiên việc chế tạo các chất



Hình 3-1. Màu cơ bản và diện tích các màu thu nhận được.

huỳnh quang bức xạ ra mà thuần khiết với hiệu suất bức xạ quang cao là việc chưa thực hiện được.

Vì vậy đến nay các hệ thống truyền hình màu đều lấy các màu cơ bản là *RGB* với tọa độ như sau:

$$\begin{aligned}x_R &= 0,670 & y_R &= 0,330 \\x_G &= 0,210 & y_G &= 0,710 \\x_B &= 0,140 & y_B &= 0,080\end{aligned}$$

Các màu đỏ và lam do FCC¹ đề nghị có độ chói tương đối cao hơn so với các màu đỏ và lam theo quy định của CIE, do đó tăng được hiệu suất quang của ống thu.

Quan hệ giữa màu cơ bản *RGB* của FCC với màu *XYZ* của CIE như sau:

$$\left. \begin{aligned}R &= 1,910X - 0,532Y - 0,288Z \\G &= -0,982X + 2,000Y - 0,028Z \\Z &= 0,059X - 0,119Y + 0,900Z\end{aligned} \right\} \quad (3-1)$$

Các phương trình biến đổi ngược:

$$\left. \begin{aligned}X &= 0,608R + 0,174G + 0,200B \\Y &= 0,299R + 0,587G + 0,114B \\Z &= 0,000R + 0,066G + 1,112B\end{aligned} \right\} \quad (3-2)$$

Nếu thay $R = G = B = 1$ vào các phương trình trên ta có $X = 0,982$, $Y = 1,000$, $Z = 1,178$. Đó là một màu được biểu thị bằng điểm *C* trên đồ thị đo màu với tọa độ $x_C = 0,310$, $y_C = 0,316$, nó có thể thay thế cho điểm trắng *E* để tính toán màu.

Khi đã có giá trị $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$, chúng ta có thể xác định các thành phần màu cơ bản của bất cứ nguồn bức xạ phức tạp nào nhờ biểu thức 1-32.

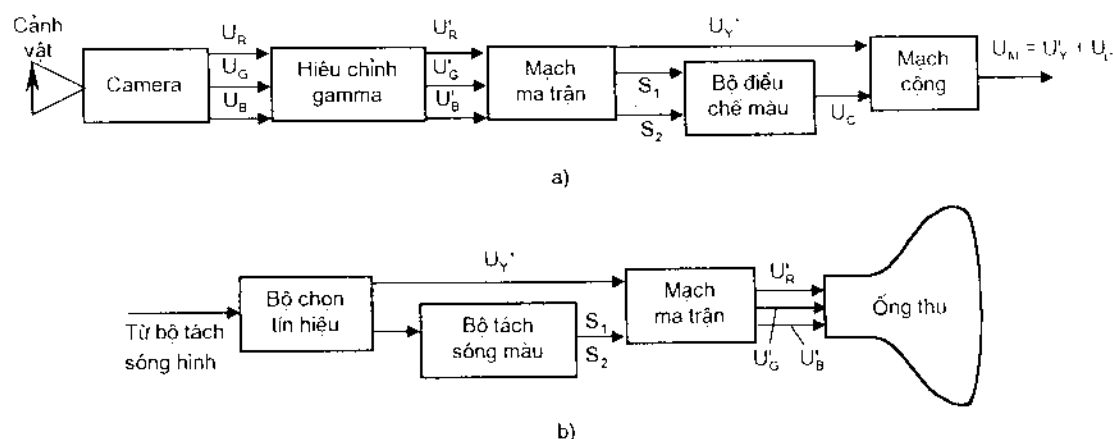
Nếu một vật không bức xạ mà được chiếu sáng bởi nguồn sáng có mật độ phân bố năng lượng $p(\lambda)$ và vật có hệ số phản xạ là $\rho(\lambda)$ thì các thành phần màu cơ bản của vật là:

$$\left. \begin{aligned}R &= \int_0^\infty \bar{r}(\lambda) \rho(\lambda) p(\lambda) d\lambda \\G &= \int_0^\infty \bar{g}(\lambda) \rho(\lambda) p(\lambda) d\lambda \\B &= \int_0^\infty \bar{b}(\lambda) \rho(\lambda) p(\lambda) d\lambda\end{aligned} \right\} \quad (3-3)$$

¹ FCC. Hiệp hội truyền thông liên bang (thuộc Mỹ)

3. Sơ đồ khối hệ thống truyền hình màu

Hình ảnh cần truyền qua camera truyền hình màu được biến đổi thành 3 tín hiệu màu cơ bản U_R, U_G, U_B như hình 3-2. Các tín hiệu màu cơ bản này được đưa qua các mạch hiệu chỉnh gamma, các mạch này sử dụng để bù méo gamma do ống thu ở phía bên thu gây lên. Các tín hiệu đã bù méo U'_R, U'_G, U'_B được đưa vào mạch ma trận tạo ra tín hiệu chói U'_Y và hai tín hiệu mang màu S_1, S_2 . Các tín hiệu S_1 và S_2 điều chế dao động tần số mang phụ tạo ra tín hiệu mang màu cao tần U_C . Trong bộ cộng, các tín hiệu U'_Y và U_C được trộn với nhau để trở thành tín hiệu truyền hình màu tổng hợp $U_M = U'_Y + U_C$. Tín hiệu U_M này được truyền đến bên thu bằng cáp, hệ thống viba hoặc máy thu phát vô tuyến điện.



Hình 3-2. Sơ đồ tổng quát hệ thống truyền hình màu.

Quá trình biến đổi các tín hiệu màu cơ bản U_R, U_G, U_B thành tín hiệu truyền hình màu tổng hợp U_M gọi là quá trình mã hoá tín hiệu màu.

Phía bên thu, từ tín hiệu U_M nhận được (sau tách sóng video) biến đổi thành các tín hiệu màu cơ bản U'_R, U'_G, U'_B . Quá trình biến đổi ngược đó gọi là quá trình giải mã tín hiệu màu.

Quá trình giải mã thực hiện trong phần tần số video của máy thu hình màu. Tín hiệu truyền hình màu tổng hợp U_M nhận được sau tách sóng được lọc ra thành tín hiệu chói U'_Y và tín hiệu mang màu cao tần U_C . Sau bộ tách sóng màu, ta thu được tín hiệu mang màu S_1 và S_2 , đó là các tín hiệu hiệu số màu.

Nhờ có mạch ma trận, từ tín hiệu U'_Y, S_1, S_2 tạo ra tín hiệu mang màu cơ bản U'_R, U'_G, U'_B (hoặc tín hiệu $U'_R-U'_Y, U'_G-U'_Y, U'_B-U'_Y$). Phần tử cuối cùng của hệ thống là ống thu, ở đây biến đổi các tín hiệu màu thành hình ảnh phức tạp.

3-2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ TỔNG HỢP ẢNH MÀU

1. Phân tích ảnh màu

Dụng cụ cơ bản trong hệ thống quang học để phân tích ảnh màu thành các ảnh đơn màu là bộ lọc màu. Bộ lọc màu thực hiện hấp thụ hoặc phản xạ một đoạn quang phổ của chùm tia tới, đoạn quang phổ còn lại thì cho qua.

Có thể chia ra hai loại bộ lọc màu: loại hấp thụ và loại giao thoa.

- *Bộ lọc loại hấp thụ*: Là những tấm bản mỏng bằng thuỷ tinh màu hoặc bằng các chất nhựa trong suốt nhuộm màu. Đôi khi người ta còn làm bằng các dung dịch được pha màu chứa trong các bình chứa dẹt có thành song song.

Sự hấp thụ của bộ lọc phụ thuộc vào bề dày d của tấm bản mỏng (hoặc bề dày dung dịch màu) và phụ thuộc nồng độ C của chất pha màu. Dĩ nhiên sự hấp thụ của bộ lọc còn phụ thuộc vào đặc tính hấp thụ theo bước sóng m_λ của chất pha màu.

$$\text{Hệ số thông qua của bộ lọc: } \tau_\lambda = 10^{-m_\lambda d} \quad (3-4)$$

Hệ số thông qua có giá trị cực đại là bằng 1 khi thông qua toàn bộ và có giá trị cực tiểu bằng không khi bị hấp thụ toàn bộ.

Bên cạnh hệ số thông qua τ còn có đại lượng suất độ quang D của bộ lọc:

$$D = \log \frac{1}{\tau} \quad (3-5)$$

Hệ số thông qua của nhiều bộ lọc đặt xếp chồng lên nhau bằng tích số các hệ số thông qua của các bộ lọc riêng rẽ.

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \dots \cdot \tau_n \quad (3-6)$$

Mật độ quang của nhiều bộ lọc xếp chồng bằng tổng số mật độ quang của các bộ lọc riêng rẽ:

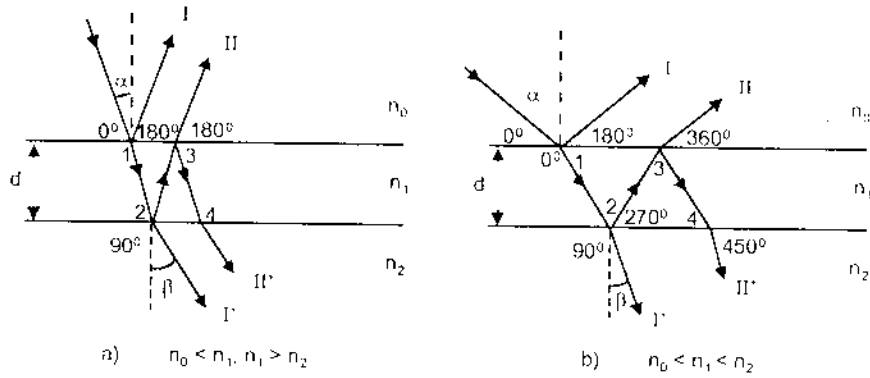
$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n \quad (3-7)$$

- *Bộ lọc loại giao thoa*: Loại này dựa vào hiện tượng cộng hoặc trừ các tia sáng có quãng đường đi khác nhau do đó pha khác nhau.

Như đã biết, tia sáng tới gặp bề mặt giới hạn giữa hai môi trường chiết xuất khác nhau thì bị phản xạ một phần và phần năng lượng còn lại thì đi qua bề mặt đó.

Nếu tia sáng đi từ môi trường chiết xuất thấp đến môi trường chiết xuất cao hơn thì tia phản xạ bị quay pha 180° sau lần phản xạ trên miền giới hạn. Ngược lại, từ môi trường chiết xuất cao sang môi trường chiết xuất thấp thì tia phản xạ không bị quay pha.

Trên hình 3-3a, tại các điểm 2, 3, 4 tia phản xạ không bị quay pha, còn tại điểm 1 thì tia phản xạ bị quay pha 180° .



Hình 3-3. Bộ lọc loại giao thoa.

Nếu bước sóng tia sáng tới thỏa mãn điều kiện:

$$n_1 \cdot \Delta l_{1,2} \approx \frac{\lambda}{4} \quad (3-8)$$

Khi đó tia sáng I và II trùng pha nhau, còn tia I' và II' thì ngược pha nhau. Kết quả tia phản xạ có năng lượng lớn, tia đi thông qua có năng lượng gần triệt tiêu (xem tia phản xạ tại điểm 4 có năng lượng không đáng kể).

Như vậy, đối với tia sáng bước sóng λ nhất định, bộ lọc như hình 3-3a có hệ số phản xạ gần bằng 1, hệ số thông qua gần bằng 0. Ở bước sóng khác, điều kiện (3-8) không thỏa mãn nữa, các tia I và II không còn trùng pha, do đó hệ số phản xạ sẽ nhỏ hơn 1.

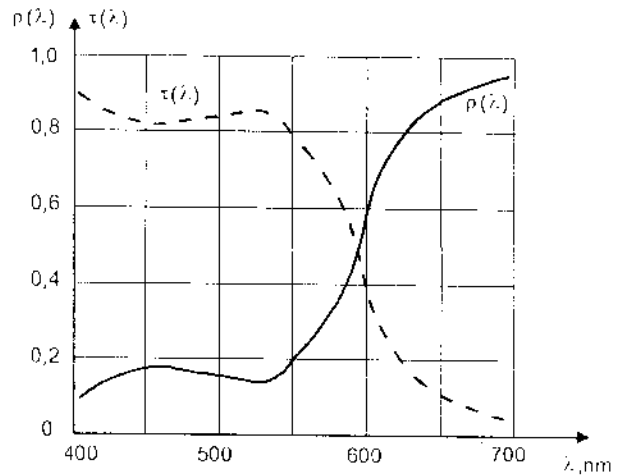
Bằng cách phủ lên một tấm thủy tinh nhiều lớp chất trong suốt có chiết suất khác nhau, chiều dày khác nhau, có thể tạo nên được các bộ lọc hay gương lọc có hệ số phản xạ $\rho(\lambda)$ và thông qua $\tau(\lambda)$ mong muốn.

Đối với bộ lọc loại giao thoa có thể viết:

$$\rho(\lambda) + \tau(\lambda) = 1 \quad (3-9)$$

Nghĩa là ở đoạn quang phổ có $\rho(\lambda)$ gần bằng 1 thì $\tau(\lambda)$ sẽ gần bằng 0 và ngược lại (xem hình 3-4).

Để có được đặc tuyến $\rho(\lambda)$ hay $\tau(\lambda)$ tương đối gần lý tưởng, đặc tính chọn lọc tốt, ngoài cấu trúc như hình 3-3a đã mô tả ở trên, người ta ghép thêm các bản mỏng có cấu trúc như hình 3-3b ($n_0 < n_1 < n_2$).



Hình 3-4. Bộ lọc thông qua màu lam và lục, phản xạ màu đỏ

Có thể thấy rằng, với bước sóng λ nhất định phần bộ lọc như hình 3-3b có hệ số thông qua gần bằng 1, còn hệ số phản xạ thì gần bằng không.

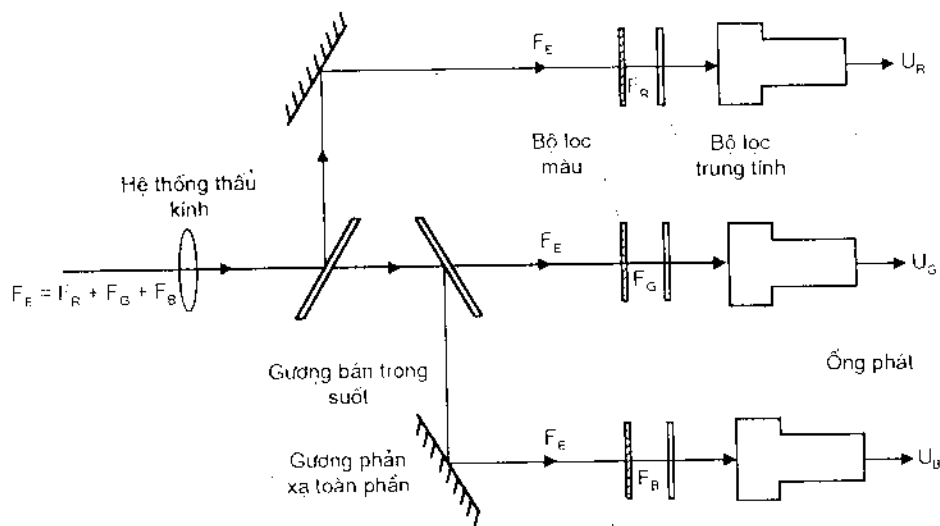
Để có thể phân tích ảnh màu phức tạp ra các ảnh màu cơ bản có thể sử dụng ba bộ lọc màu loại hấp thụ, chúng xếp trước các ống phát như hình 3-5.

Các gương bán trong suốt cho chùm tia sáng xuyên qua một phần và phần còn lại bị phản xạ. Hệ số phản xạ và hệ số thông qua không phụ thuộc bước sóng ánh sáng. Các gương phản xạ toàn phần dùng để quay hướng chùm tia sáng.

Chùm tia sáng sau khi được tách làm ba được cho qua các bộ lọc màu, sau bộ lọc màu chúng ta thu được các ảnh màu cơ bản. Để điều chỉnh các ảnh màu cơ bản, người ta dùng thêm các bộ lọc trung tính, chỉ làm thay đổi độ chói của các ảnh màu cơ bản mà không làm thay đổi đặc tính màu sắc của chúng. Ống phát có nhiệm vụ biến đổi các ảnh đơn màu thành các tín hiệu màu cơ bản.

Đôi khi người ta đặt thêm vào giữa bộ lọc màu và bộ lọc trung tính các bộ lọc hiệu chỉnh để sửa lại đặc tính màu sắc của các ảnh màu cơ bản.

Hệ thống lọc màu bằng bộ lọc hấp thụ như trên có nhược điểm lớn là hiệu suất ánh sáng rất thấp, làm cho độ nhạy của camera thấp. Trên hình 3-6 cho thấy cách bố trí các gương lọc màu (bộ lọc loại giao thoa) trong các camera màu thông dụng.

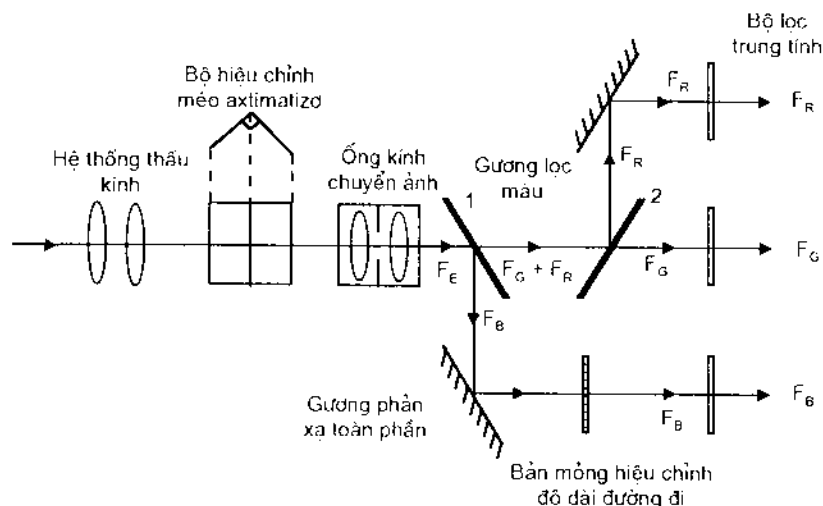


Hình 3-5. Hệ thống lọc màu loại hấp thụ.

Gương lọc màu thứ nhất phản xạ các tia sáng màu lam (B), cho qua các tia lục (G) và đỏ (R). Gương lọc màu thứ hai phản xạ các tia sáng màu đỏ (R), cho qua các tia còn lại. Bằng hai gương màu loại giao thoa chúng ta có thể tách ra ba ảnh màu cơ bản.

Bởi vì tia sáng màu lam không xuyên qua hai gương lọc màu như các tia khác cho nên đường đi của tia sáng đỏ ngắn hơn. Để cân bằng độ dài đường đi trong thủy tinh cần đặt thêm một bản mỏng thủy tinh có độ dày thích hợp để hiệu chỉnh độ dài đường đi.

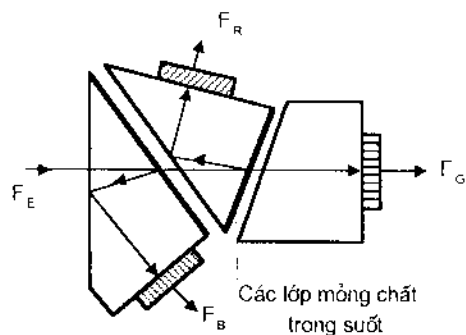
Ngoài ra cần bố trí các ống phát ở vị trí thích hợp trên trục các tia sáng để cân bằng độ dài đường đi trong không khí của các tia sáng ở 3 kênh màu.



Hình 3-6. Hệ thống lọc màu loại giao thoa.

Các tia sáng tới đập vào các gương lọc dưới một góc khoảng 45° . Sự khúc xạ của tia sáng khi đi qua các gương lọc không giống nhau ở phương nằm ngang và phương thẳng đứng do đó sinh ra méo aximatizơ. Để khử méo nói trên cần đặt trên đường đi của tia sáng một bộ hiệu chỉnh méo aximatizơ dưới dạng hai bản mỏng đặt vuông góc nhau và nghiêng một góc 45° so với trục tia sáng. So với các gương lọc màu, các bản mỏng quay đi một góc 90° chung quanh trục tia sáng (hình 3-6).

Để có thể đặt được các gương lọc màu, các bản mỏng hiệu chỉnh giữa hệ thống thấu kính và các ống phát, cần chọn hệ thống thấu kính có tiêu cự dài. Điều này làm giảm nhỏ cường độ sáng chiếu vào ống phát và làm giảm nhỏ góc nhìn của camera. Trong thực tế người ta dùng ống kính tiêu cự ngắn kết hợp với một hệ thống thấu kính phụ và thấu kính chuyển ảnh để kéo dài khoảng cách từ ống kính đến ống phát. Ống kính chuyển ảnh có kết cấu phức tạp như ống kính tiêu cự dài, ở giữa các thấu kính có đặt thêm màn chắn để điều chỉnh độ sáng của ảnh màu. Nhiệm vụ của ống kính chuyển ảnh là dời ảnh thu được bởi hệ thống ống kính đặt trước nó sang phía ống phát với tỉ lệ 1/1.



Hình 3-7. Lăng kính lọc màu.

Việc đặt thêm các hiệu chỉnh và ống kính chuyển ảnh làm cho hệ thống quang học của camera màu trở nên quá phức tạp, do đó ngày nay người ta đang tìm cách chế tạo các bộ lọc màu đơn giản hơn mà vẫn có chất lượng cao.

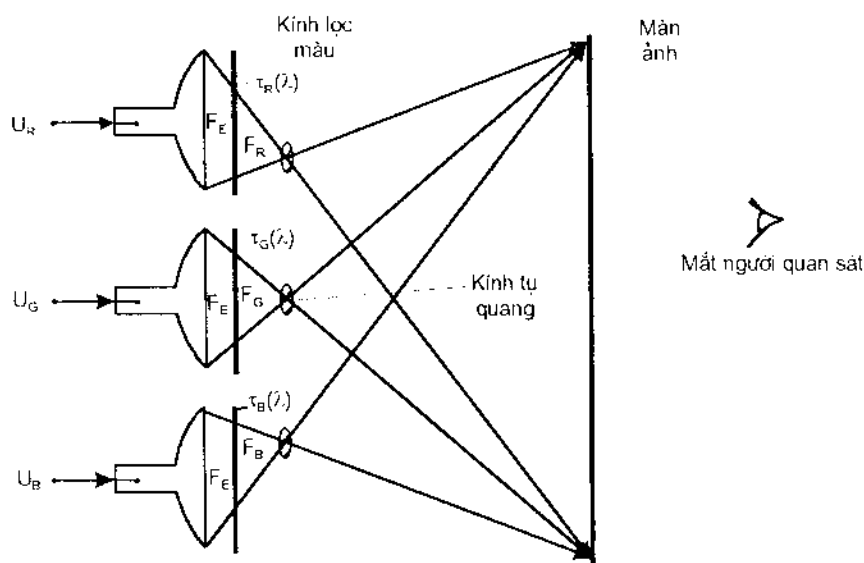
Trên hình 3-7 cho thấy bộ lọc màu dùng lăng kính ghép có tác dụng như tổ hợp của các gương lọc màu kiểu giao thoa và gương phản xạ toàn phần. Mặt trước của các lăng kính cho xuyên qua các tia sáng tới và phản xạ toàn phần các tia phản xạ từ các lớp mỏng trong suốt quay về. Mặt sau của các lăng kính có phủ các lớp mỏng trong suốt có hệ số chiết xuất khác chiết xuất của thủy tinh dùng làm gương lọc kiểu giao thoa.

Khi dùng lăng kính lọc màu, tia sáng chủ yếu đi trong thủy tinh kín, tránh được sự nhiễm bẩn các bề mặt phản xạ do có bụi của môi trường, đồng thời rút ngắn được độ dài đường đi của tia sáng, giảm nhỏ kích thước của camera.

2. Tổng hợp ảnh màu

Phía bên phát, nhờ có bộ lọc màu mà ảnh màu phức tạp được phân tách thành ba ảnh màu cơ bản. Giả thiết rằng hệ thống truyền hình thực hiện hoàn hảo việc biến đổi ba ảnh màu cơ bản đó thành ba tín hiệu màu cơ bản tương ứng U_R , U_G , U_B và truyền chúng đến bên thu không bị sai lệch, nhiễu. Chúng ta xét điều kiện để tổng hợp lại được ảnh màu phức tạp đã phát và các phương pháp tổng hợp màu.

Để có lại được ảnh màu phức tạp đã phát chúng ta có thể thực hiện như sau: Đưa các tín hiệu U_R , U_G , U_B vào ba ống thu đen - trắng, tạo nên ba ảnh đen - trắng có độ chói tỉ lệ độ lớn tín hiệu đưa vào ống thu, các ảnh ấy qua ba bộ lọc màu có đặc tính thông qua là $\tau_R(\lambda)$, $\tau_G(\lambda)$, $\tau_B(\lambda)$ sẽ nhận được ba màu cơ bản. Bằng một hệ thống quang học có thể chiếu chồng ba ảnh màu cơ bản đó lên cùng một màn ảnh, chúng ta sẽ thu được ảnh màu đã phát (hình 3-8).



Hình 3-8. Tổng hợp ảnh màu có dùng bộ lọc màu.

Giả thiết rằng ống thu có độ chói phát ra tỉ lệ tuyến tính với tín hiệu đưa vào, các loại méo hình học không đáng kể. Điều kiện để không méo màu là tọa độ màu của các bộ lọc có giá trị đúng như ICC đã quy định. Ví dụ, đối với bộ lọc màu đỏ cần có:

$$x_R = 0,670; \quad y_R = 0,330;$$

trong đó:
$$x_R = \frac{X_R}{X_R + Y_R + Z_R} \quad y_R = \frac{Y_R}{X_R + Y_R + Z_R} \quad (3-10)$$

$$\left. \begin{aligned} X_R &= \int_0^\infty \tau_R(\lambda) p(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y_R &= \int_0^\infty \tau_R(\lambda) p(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z_R &= \int_0^\infty \tau_R(\lambda) p(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \right\}; \quad (3-11)$$

trong đó: $p(\lambda)$ - mật độ phân bố năng lượng của màn ống thu đen - trắng lúc phát sáng;

$\tau_R(\lambda)$ - hệ số thông qua của bộ lọc màu đỏ.

Có thể thấy rằng có nhiều dạng đường cong $\tau_R(\lambda)$ khác nhau cùng thoả mãn các điều kiện không gây méo màu. Đường cong $\tau_G(\lambda)$, $\tau_B(\lambda)$ cũng có nhiều dạng khác nhau. Điều này xuất phát từ định lý thứ ba của Grassman, theo định lý đó các bức xạ có đặc tính phổ khác nhau nhưng có thể có cùng màu sắc (có cùng tọa độ x, y, z).

Phương pháp tổng hợp ảnh màu như đã xét trên là "phương pháp đồng thời", nghĩa là các ảnh màu cơ bản xuất hiện đồng thời và được trộn trên một màn ảnh chung. Sự trộn màu sắc này có chất lượng rất cao. Tuy nhiên, thiết bị trộn màu theo kiểu này quá cồng kềnh và đắt. Một phương pháp khác cần khảo sát là "phương pháp lần lượt". Các ảnh màu cơ bản không xuất hiện đồng thời mà lần lượt theo một thứ tự nhất định. Nhờ con mắt có khả năng tổng hợp các màu xuất hiện lần lượt mà ta có thể thu nhận được cảm giác màu phức tạp (khi tần số thay đổi màu lớn). Bằng cách này chỉ cần dùng ống thu là đủ để tổng hợp lại ảnh màu phức tạp đã phát.

Trong số các phương pháp tổng hợp màu kiểu màu lần lượt có thể kể đến các phương pháp khác như cho xuất hiện ba hình ảnh màu cơ bản trên cùng một màn ảnh màu ống thu, chúng xếp kế nhau theo chiều thẳng đứng, mỗi ảnh chiếm 1/3 chiều cao của màn ống thu. Các ảnh đó có được màu cơ bản nhờ ba bộ lọc đặt trước ống thu đen - trắng hoặc nhờ phủ ba chất huỳnh quang khác nhau. Các ảnh màu cơ bản xuất hiện lần lượt vì cùng do một tia điện tử vẽ lên, sau đó cùng được chiếu vào một màn ảnh nhỏ nhờ ba hệ thống ống kính giống nhau.

Trong các phương pháp kể trên, các ảnh màu cơ bản được đặt tách riêng ra, sau đó nhờ các hệ thống ống kính được xếp chồng lên nhau để trộn màu. Ở các phương pháp trên chưa sử dụng khả năng của mắt tổng hợp các vạch hoặc điểm màu khác nhau khi chúng được đặt khá gần nhau. Nếu các ảnh màu cơ bản được chia nhỏ thành tập hợp của những vạch hoặc chấm nhỏ rời nhau. Sau đó xếp các ảnh màu cơ bản đó lồng xen kẽ với nhau, sao cho các vạch hoặc chấm của các màu cơ bản nằm kế sát nhau thành từng nhóm ba vạch hoặc ba điểm thì khi đó mắt người sẽ tổng hợp màu thành một ảnh màu duy nhất có màu phức tạp. → Dựa trên nguyên tắc đó người ta chế tạo ra các loại ống thu màu khác nhau. Các ống thu màu có ba súng điện tử loại có mặt nạ (tấm chắn khoét lỗ), loại có một súng điện tử đều tạo ra đồng thời các ảnh màu cơ bản nằm xen kẽ.

3.3. TÍN HIỆU CHÓI VÀ TÍN HIỆU HIỆU MÀU

1. Tín hiệu chói

Nếu các ống phát tạo ra tín hiệu tỉ lệ với dòng quang năng P của tia sáng xuyên qua các bộ lọc màu cơ bản rơi vào ống phát, thì ta thu được các tín hiệu màu cơ bản U_R , U_G , U_B . Điều kiện để không gây méo màu sắc là độ nhạy cảm của ống phát $\eta(\lambda)$ không phụ thuộc vào bước sóng λ (giả thiết các bộ lọc màu đã có đặc tính chọn lọc đúng yêu cầu). Các tín hiệu màu cơ bản U_R , U_G , U_B có thể được truyền đến phía thu và đưa vào các ống thu để tái tạo lại các màu cơ bản.

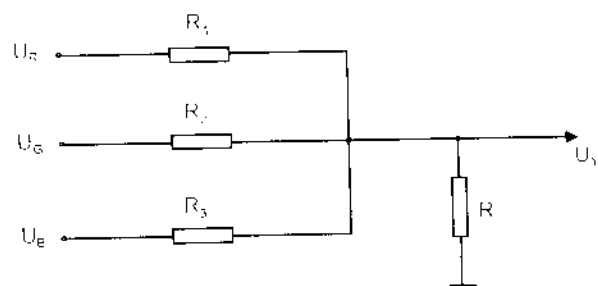
Tuy nhiên việc truyền trực tiếp và đồng thời các tín hiệu U_R , U_G , U_B đòi hỏi dải thông của hệ thống truyền hình quá rộng không thỏa mãn yêu cầu kết hợp. Do đó, cần biến đổi các tín hiệu màu thu được

sau các ống phát thành tín hiệu phức tạp hơn chứa đầy đủ các tin tức về độ chói và sắc độ của hình ảnh cần phát, đồng thời thỏa mãn các yêu cầu về tính kết hợp.

Các tín hiệu truyền hình màu cơ bản đều có mang tin tức về độ chói, vì rằng khi độ chói của hình cần truyền tăng hoặc giảm thì biên độ các tín hiệu màu cơ bản cũng tăng hoặc giảm theo, nhưng tỉ lệ giữa chúng không thay đổi.

Tín hiệu chói trong các hệ truyền hình màu sau hiệu chỉnh gamma được chọn theo biểu thức:

$$U'_Y = 0,299U'_R + 0,587U'_G + 0,114U'_B \quad (3-12)$$



Hình 3-9. Mạch ma trận tạo tín hiệu độ chói.

trong đó: U'_Y - điện áp hiệu chỉnh gamma tín hiệu chói của tín hiệu ảnh màu;

U'_R, U'_G và U'_B - các điện áp hiệu chỉnh gamma ứng với các tín hiệu đỏ, lục và lơ khi quét phần tử ảnh đã qua.

Rõ ràng là các tín hiệu màu cơ bản đều có quan hệ đến tín hiệu chói. Muốn nhận được tín hiệu chói phải nhận đủ ba tín hiệu màu cơ bản. Hình 3-9 là ví dụ một mạch ma trận tạo độ chói U_Y từ biểu thức trên.

Để thực hiện được biểu thức 3-12 ta phải chọn các linh kiện theo điều kiện sau:

$$\frac{R}{R_1} = 0,299 \quad \frac{R}{R_2} = 0,587 \quad \frac{R}{R_3} = 0,114$$

2. Tín hiệu hiệu số màu

Từ lý thuyết về màu sắc chúng ta đã biết rằng màu sắc được đặc trưng bởi ba thành phần. Ba thành phần đó có thể là: a) X, Y, Z ; b) m, x, y ; c) R, G, B v.v...

Các thành phần đó là độc lập tuyến tính với nhau (từ hai thành phần không thể suy ra thành phần thứ ba). Do đó, để có được hình ảnh màu nhất thiết phải truyền đủ ba tín hiệu. Để thoả mãn điều kiện kết hợp, một trong số ba tín hiệu được truyền đi phải là tín hiệu chói U_Y . Còn lại hai tín hiệu nữa cần phải truyền được gọi là tín hiệu mang màu. Tín hiệu mang màu có thể chọn là tín hiệu U_R, U_B hoặc hai tín hiệu nào khác. Có thể dễ dàng thấy rằng khi có U_Y, U_R, U_B thì có thể tìm ra U_G từ biểu thức (3-12):

$$U_G = \frac{U_Y - 0,299U_R - 0,114U_B}{0,587} \quad (3-13)$$

Tuy nhiên, việc chọn U_R, U_B làm tín hiệu mang màu là không hợp lý. Trước hết tính không hợp lý thể hiện ở chỗ R và B tồn tại ngay cả khi phát ảnh đen - trắng, do đó khối tạo tín hiệu màu phải làm việc ngay cả khi thu chương trình truyền hình đen - trắng $\rightarrow$ không cần thiết và không thoả mãn điều kiện kết hợp. Ngoài ra, khi độ chói ảnh tăng lên thì không những OY tăng mà cả U_R, U_B cũng tăng, làm cho tín hiệu tổng hợp đưa vào máy phát hình có biên độ tăng lớn, dễ dàng gây ra điều chế quá mức trong máy phát.

Cần chọn tín hiệu mang màu sao cho khi phát ảnh đen - trắng thì tín hiệu mang màu triệt tiêu, chỉ còn lại U_Y . Ngoài ra tín hiệu mang màu không tăng biên độ khi tăng độ chói của ảnh, nghĩa là tín hiệu mang màu không mang tin tức về độ chói.

Trong số các tín hiệu được chọn làm tín hiệu mang màu thoả mãn các điều kiện nêu trên, chúng ta làm quen trước hết các tín hiệu $U_R - U_Y$ và $U_B - U_Y$, chúng được gọi là tín hiệu hiệu số màu. Tín hiệu $U_R - U_Y$ và $U_B - U_Y$ là các tín hiệu tỉ lệ với các thành phần $R - Y$ và $B - Y$, đó là các thành phần hiệu số màu. Chúng ta dễ dàng thấy rằng các thành phần $R - Y$ và $B - Y$ bị triệt tiêu khi phát ảnh đen - trắng và chúng không thay đổi khi độ chói thay đổi.

Thật vậy, khi phát ánh đen - trắng thì các thành phần cơ bản luôn luôn bằng nhau:

$$U_R = U_G = U_B = k \quad (0 \leq k \leq 1)$$

Khi ấy thành phần chói:

$$U_Y = 0,299U_R + 0,587U_G + 0,114U_B = 0,299k + 0,587k + 0,114k = k$$

Do đó: $U_R - U_Y = 0; U_B - U_Y = 0$

Vì vậy, tín hiệu $U_R - U_Y = 0$ và $U_B - U_Y = 0$ khi phát ánh đen - trắng.

Khi độ chói của ánh bằng không ($k = 0$) thì $U_R = U_G = U_B = 0$ và U_Y cũng bằng không, lúc đó $U_R - U_Y = U_B - U_Y = 0$. Khi độ chói của ánh là cực đại ($k = 1$) thì $U_R = U_G = U_B = 1$ đơn vị điện áp và $U_Y = 1$ đơn vị điện áp, lúc đó $U_R - U_Y = U_B - U_Y = 0$.

Khi ta dùng các thành phần $U_Y, U_R - U_Y, U_B - U_Y$ để đặc trưng cho màu sắc thì một màu sắc bất kỳ đều được biểu thị bằng 1 vector trong hệ tọa độ màu $Y, R-Y, B-Y$. Các trục $Y, R-Y, B-Y$ có vị trí xác định trong hệ tọa độ XYZ và RGB . Giữa các hệ tọa độ kể trên có quan hệ với nhau, biết được các thành phần của một màu nào đó trong hệ tọa độ này có thể suy ra các thành phần của màu đó trong các hệ tọa độ khác.

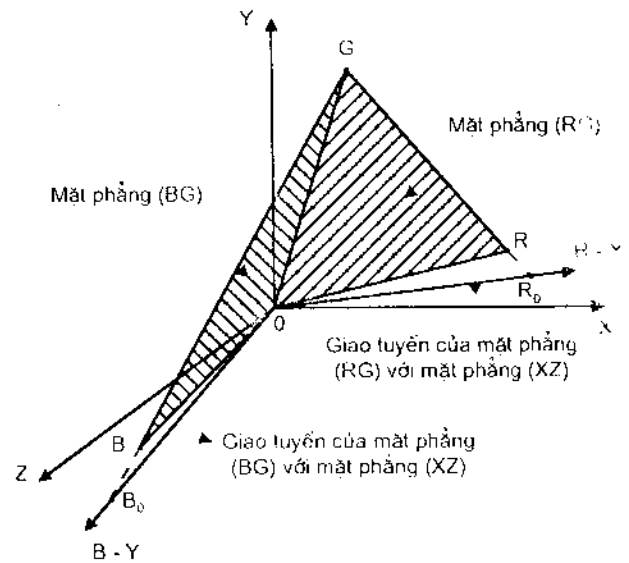
Chúng ta xác định vị trí của các trục $Y, R-Y, B-Y$ trong hệ tọa độ XYZ . Trục $R-Y$ phải thỏa mãn các điều kiện:

- Thành phần chói Y của các vector màu nằm trùng hướng trục $R-Y$ phải bằng không. Như vậy trục $R-Y$ phải nằm trên mặt phẳng độ chói bằng không, đó chính là mặt phẳng XZ .

- Thành phần $B-Y$ của các vector màu nằm trùng hướng trục $R-Y$ phải bằng không. Như vậy trên trục $R-Y$ thành phần B phải bằng không (vì trên trục $R-Y$ đã có $Y=0$, nên muốn cho $B-Y=0$ thì B cũng phải bằng không). Điều đó cũng có nghĩa trục $R-Y$ phải nằm trên mặt phẳng RG .

Kết hợp hai điều kiện trên có thể suy ra rằng trục $R-Y$ là giao tuyến của mặt phẳng XZ với mặt phẳng RG .

Suy luận tương tự có thể rút ra kết luận trục $B-Y$ là giao tuyến của mặt phẳng XZ với mặt phẳng BG (hình 3-10).



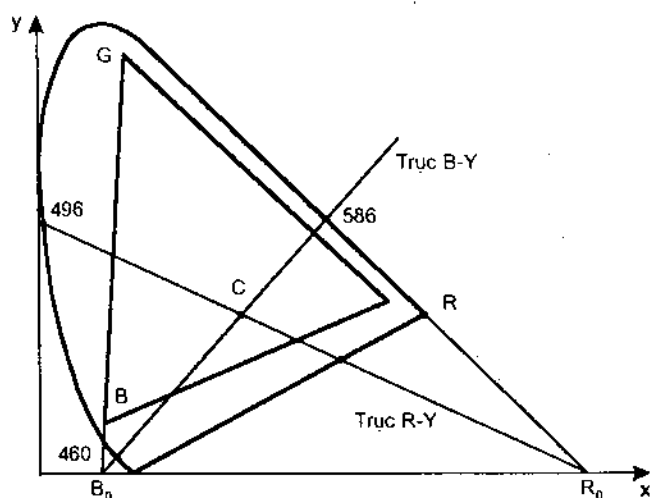
Hình 3-10. Vị trí trục $R-Y$ và $B-Y$ trong hệ tọa độ XYZ .

Để dựng giao tuyến của mặt phẳng RG với mặt phẳng XZ , ta kéo dài đường thẳng nối các điểm G, R nằm trên mặt phẳng đơn vị, đường thẳng này gặp mặt phẳng XZ ở R_0 . Đường thẳng qua gốc toạ độ O và qua R_0 chính là giao tuyến cần tìm, đó chính là trục $R-Y$.

Tương tự, B_0 là giao điểm của đường nối GB trên mặt phẳng đơn vị với mặt phẳng XZ . Đường thẳng qua O và B_0 là trục $B-Y$.

Điểm B_0 và R_0 vừa nằm trên mặt phẳng đơn vị (qua điểm $Y = 1, X = 1, Z = 1$) vừa nằm trên mặt phẳng XZ . Do đó khi chiếu lên mặt phẳng XY ta có được điểm (B_0) và (R_0) nằm trên đồ thị đo màu là giao điểm của đường $\overline{(B)}(G)$ và $\overline{(R)}(G)$ với trục x , hình 3-11)

Trên đồ thị đo màu điểm C tương ứng với màu trắng ($R = G = B$), tại đây $R-Y$ và $B-Y$ đều bằng không. Vậy có thể chọn điểm C làm gốc toạ độ của hệ trục $R-Y$ và $B-Y$ trong mặt phẳng. Nối điểm C với các điểm (B_0) và (R_0) chúng ta sẽ có được các trục $R-Y$ và $B-Y$. Nếu không để ý đến thành phần chói thì màu sắc có thể được đặc trưng bằng hai thành phần $R-Y$ và $B-Y$, nghĩa là bất cứ một màu nào cũng có thể biểu thị bằng một điểm trong mặt phẳng đo trục $R-Y$ và $B-Y$ tạo nên.



Hình 3-11. Vị trí trục $R-Y$ và $B-Y$ trong đồ thị đo màu xy .

Hệ thống toạ độ $R-Y$ và $B-Y$ rất gần gũi với hệ thống toạ độ cực thường được sử dụng rộng rãi trong lý thuyết mạch điện và sử dụng rất thuận lợi cho việc tính toán màu và độ sai màu trong các hệ thống truyền hình màu.

Các màu trong hệ toạ độ $R-Y$ và $B-Y$ được đặc trưng bởi toạ độ $(R-Y)$ và $(B-Y)$ hoặc bởi môđun A và góc φ , trong đó:

$$A = \sqrt{(R-Y)^2 + (B-Y)^2} \quad \text{và} \quad \varphi = \arctg \frac{(R-Y)}{(B-Y)}$$

Ví dụ: - Màu trắng có $R = G = B = 1$, lúc đó: $Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B = 1$ và $(R-Y) = (B-Y) = 0$ hay $A = 0$; φ không xác định. Vậy màu trắng (ký hiệu C) được biểu thị bằng điểm gốc toạ độ.

- Màu đỏ tinh khiết có $R = 1; G = B = 0$, lúc đó: $Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B = 0,3$ và $(R - Y) = 0,7; (B - Y) = -0,3$;

$$A_R = \sqrt{0,7^2 + (-0,3)^2} = 0,76;$$

$$\varphi_R = \arctg\left(-\frac{0,7}{0,3}\right) = 113^{\circ}, 20'.$$

Tính toán tương tự cho màu lục và lam tinh khiết, chúng ta có:

$$A_G = 0,83; \quad \varphi_G = 225^{\circ}$$

$$A_B = 0,9; \quad \varphi_B = -7^{\circ}$$

Nếu biểu thị màu bằng vector có gốc ở tại điểm C và mút ở tại điểm đặc trưng cho màu được xét ở trên mặt phẳng $R-Y$ và $B-Y$, thì chúng ta có thể dễ dàng tìm vị trí biểu diễn các màu tổng bất kỳ bằng phép tổng vector (hình 3-12).

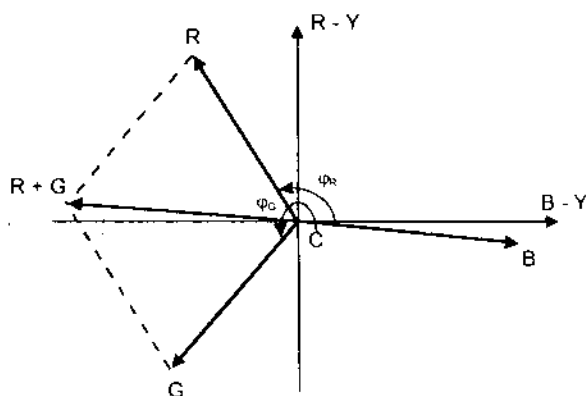
Ví dụ: - Màu vàng là kết quả trộn màu đỏ và lục, các thành phần của màu vàng là $R = 1, G = 1, B = 0$ tương ứng có thành phần chói và các thành phần hiệu số màu là:

$$Y = 0,3 + 0,59 = 0,89$$

$$(R - Y) = 1 - 0,89 = 0,11$$

$$(B - Y) = 0,0 - 0,89 = -0,89$$

$$A = 0,9; \quad \varphi = 173^{\circ}$$



Hình 3-12. Biểu thị màu bằng vector trong mặt phẳng.

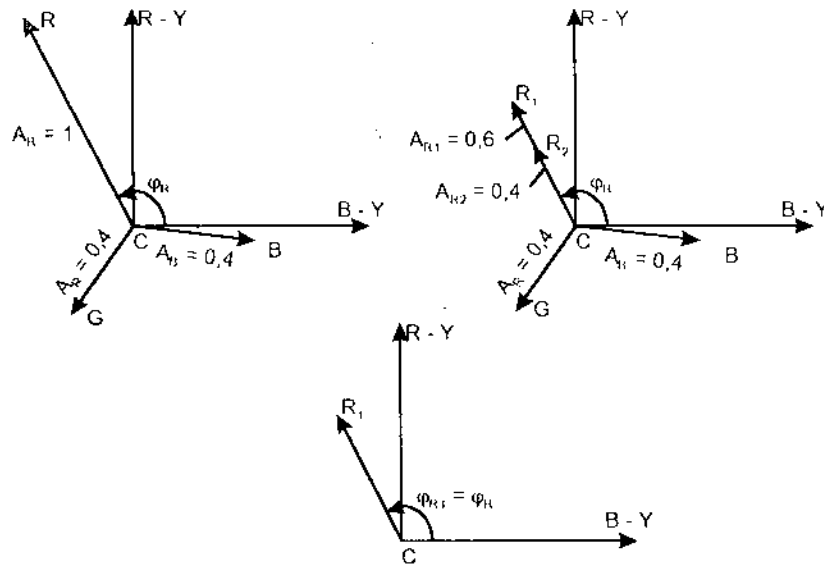
Trên đồ thị vector màu vàng được xác định bằng tổng của các vector $\vec{R}$ và $\vec{G}$. Vector biểu thị màu vàng đối xứng qua điểm C đối với vector biểu thị màu lam $\vec{B}$. Như vậy các màu phụ nhau (cộng lại cho màu trắng) được biểu diễn bằng cặp vector đối xứng qua gốc toạ độ, nghĩa là cùng môđun, nhưng góc khác nhau 180° .

Có thể áp dụng nguyên lý tổng vector để tìm vector biểu thị màu không thuần khiết. Ví dụ, xét màu đỏ không thuần khiết có các thành phần $R = 1; G = 0,4; B = 0,4$. Màu không thuần khiết như vậy có thể biểu thị bằng 4 vector $\vec{R}_1, \vec{R}_2, \vec{G}, \vec{B}$ có môđun lần lượt là $A_{R_1} = 0,6; A_{R_2} = 0,4; A_G = 0,4; A_B = 0,4$ (hình 3-13).

Bởi vì tổng của $\vec{R}_2, \vec{G}, \vec{B}$ cho ra màu trắng cho nên tổng vector của chúng là triệt tiêu. Màu đỏ không thuần khiết đang xét có thể biểu thị bằng một vector duy nhất $\vec{R}_1$ có

cùng góc pha như màu đỏ thuần khiết nhưng có môđun nhỏ hơn. Độ thuần khiết càng thấp thì môđun càng nhỏ. Khi độ thuần khiết bằng không thì môđun cũng bằng không.

Như vậy trên hệ toạ độ $R-Y$, $B-Y$, góc φ biểu thị màu sắc còn môđun A biểu thị độ thuần khiết của màu.



Hình 3-13. Biểu thị màu không thuần khiết.

Như đã nói ở trước, tín hiệu $R-Y$ và $B-Y$ chỉ là một cặp tín hiệu mang màu trong số nhiều cặp tín hiệu mang màu khác thoả mãn điều kiện không mang tin tức về độ chói. Nếu ta dùng cặp tín hiệu mang màu khác ký hiệu là S_R và S_B , trong đó:

$$\left. \begin{aligned} S_R &= 0,877(R - Y) \\ S_B &= 0,493(B - Y) \end{aligned} \right\} \quad (3-14)$$

thì cặp tín hiệu mang màu này cũng không mang tin tức về độ chói. Hệ toạ độ S_R và S_B hoàn toàn trùng hướng với hệ toạ độ $R-Y$ và $B-Y$, tuy nhiên hệ số tỉ lệ ở hai trục là không bằng nhau, do đó vị trí các màu sắc trong hệ toạ độ S_R và S_B có khác so với hệ $R-Y$ và $B-Y$.

Tóm lại, các tín hiệu mang màu được truyền đi được là các tín hiệu hiệu màu U_R-U_Y và U_B-U_Y . Việc loại bỏ tín hiệu U_G-U_Y khi phải chọn hai trong ba tín hiệu sắc để truyền đi có các nguyên nhân sau:

- Với cùng cường độ ánh sáng chuẩn như nhau, U_G-U_Y có quãng biến thiên bé nhất, chỉ có $\pm 0,41$ làm cho thông tin không rõ ràng.
- Mắt người khá tinh tế với màu lá cây, do đó dải tần đòi hỏi của tín hiệu U_G-U_Y cao hơn nên khó truyền hơn nếu so với dải tần U_B-U_Y và U_R-U_Y chỉ vào khoảng 1,5 MHz.

Tại máy thu U_G-U_Y sẽ được suy ra từ U_R-U_Y và U_B-U_Y theo biểu thức 3-12. Thực vậy:

$$\begin{aligned}
 U'_Y &= 0,299U_R + 0,587U_G + 0,114U_B \\
 &= 0,299(U_R - U_Y) + 0,587(U_G - U_Y) + 0,114(U_B - U_Y) + U_Y
 \end{aligned}$$

Rút ra:

$$\begin{aligned}
 U_G - U_Y &= \frac{-0,299(U_R - U_Y) - 0,114(U_B - U_Y)}{0,587} \\
 &= -0,509(U_R - U_Y) - 0,194(U_B - U_Y)
 \end{aligned}$$

3-4. TRUYỀN TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH MÀU

1. Tín hiệu thành phần và tín hiệu tổng hợp

Hệ thống truyền hình cho phép sử dụng hai dạng tín hiệu, được gọi là tín hiệu video thành phần và tín hiệu video tổng hợp, để xử lý, lưu trữ và phát sóng chương trình.

Tín hiệu video thành phần bao gồm bộ ba tín hiệu được xử lý riêng rẽ. Có hai tập các tín hiệu video thành phần được sử dụng, bao gồm:

+ *Tín hiệu U_R, U_G, U_B* : Các tín hiệu thành phần U_R, U_G, U_B là các tín hiệu cơ bản của truyền hình màu, mỗi một tín hiệu biểu diễn cho một màu cơ bản.

+ *Tín hiệu U_Y, U_{RY} và U_{BY}* : Các tín hiệu U_Y, U_{RY} và U_{BY} là tổ hợp của các giá trị tín hiệu màu cơ bản U_R, U_G, U_B .

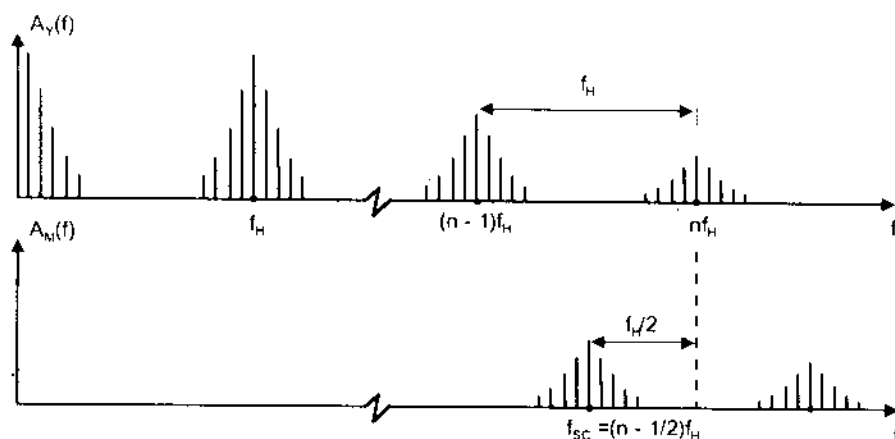
Tín hiệu video tổng hợp được sử dụng trong kênh truyền thông đại chúng, phát triển dựa trên cơ sở tương hợp với hệ truyền hình đen trắng. Đặc điểm của tín hiệu tổng hợp là tất cả các thông tin về tính màu của cảnh vật được biểu diễn bằng một tín hiệu. Tín hiệu video tổng hợp sẽ được xử lý, lưu trữ và truyền dẫn dưới dạng một tín hiệu duy nhất mà thôi.

Như vậy tín hiệu thành phần yêu cầu dải băng tần lớn, sử dụng ba kênh truyền tín hiệu còn tín hiệu tổng hợp chỉ yêu cầu một kênh truyền. Tuy nhiên khả năng xử lý hình ảnh trên tín hiệu thành phần cao hơn so với tín hiệu tổng hợp. Trong lĩnh vực truyền hình, sử dụng loại tín hiệu nào là phụ thuộc vào tính chất hệ thống và yêu cầu của từng ứng dụng.

2. Ghép phổ tín hiệu mang màu vào phổ tín hiệu chói

Nếu tín hiệu mang màu được đem điều chế một dao động có tần số mang phụ f_{sc} sao cho tín hiệu đã điều chế (gọi là tín hiệu mang màu cao tần) có các vạch phổ nằm đúng vào vùng khe hở của phổ tín hiệu chói thì tín hiệu mang màu có thể phát đi cùng với tín hiệu chói trong cùng một dải tần số. Các vạch phổ của tín hiệu mang màu cao tần được "ghép" xen kẽ với các vạch phổ của tín hiệu chói. Rõ ràng tần số mang phụ f_{sc} phải bằng $(n - 1/2)f_H$, trong đó n là số nguyên, f_H là tần số dòng.

Phép điều chế ở đây nhằm dịch phổ của tín hiệu mang màu lên phía tần số cao của tín hiệu chói, đồng thời đảm bảo cho các vạch phổ của hai loại tín hiệu có thể đan vào nhau mà không trùng pha. Hình 3-14 minh họa phổ tín hiệu chói và tín hiệu hiệu màu cao tần.



Hình 3-14. Phổ tín hiệu chói và tín hiệu màu cao tần.

Bên máy thu chỉ cần dùng một bộ lọc đặc biệt có dạng thông dải hoặc đặc tính hình lược có thể tách riêng tín hiệu mang màu cao tần ra khỏi tín hiệu chói. Tín hiệu mang màu cao tần nhận được sau bộ lọc là tín hiệu mang màu tần số video. Sự điều chế có thể là điều biên, điều tần hoặc điều biên lẫn điều pha v.v... Sau tách sóng chúng ta lại thu được tín hiệu mang màu tần số video (tần số cơ sở).

Như vậy, khi chọn tần số sóng mang phụ cần phải thỏa mãn:

- Tần số sóng mang phụ phải ở miền tần số cao của phổ tín hiệu chói. Vì tần số sóng mang phụ càng cao, kích thước chi tiết ảnh nhiều do nó sinh ra trên ảnh truyền hình đen trắng càng nhỏ, mắt càng khó phát hiện.
- Tần số sóng mang phụ phải nhỏ hơn tần số cao nhất của phổ tần tín hiệu chói.

Việc ghép phổ các tín hiệu như vậy có thể tiết kiệm được dải thông của hệ thống truyền hình, tuy nhiên không tránh khỏi sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các loại tín hiệu. Tín hiệu tần số mang phụ f_{sc} có thể gây nhiễu dưới dạng màu lưới trên màn ảnh. Đồng thời tín hiệu chói có thể gây lên sự sai màu do các thành phần tần số cao của tín hiệu chói không tách bỏ hoàn toàn ra khỏi tín hiệu mang màu bằng các bộ lọc đơn giản được. Để giảm ảnh hưởng này có thể;

- Chọn tần số mang phụ cao đến mức cho phép, bởi vì, ở miền tần số càng cao biên độ của thành phần phổ của tín hiệu chói càng nhỏ.
- Tăng đến mức cho phép giá trị tín hiệu màu.

Với cách bố trí tần số như vậy, các thành phần phổ của tín hiệu chói và của tín hiệu màu không trùng nhau, nên ở phía thu có khả năng tách riêng chúng.

Thông thường tín hiệu mang màu được phát có dải tần chỉ khoảng 1,5 MHz. Cơ sở để chọn dải tần tín hiệu mang màu thấp như vậy là khả năng phân biệt của mắt đối với các chi tiết có màu kém hơn các chi tiết đen trắng.

Nếu dải tần của tín hiệu chói khoảng 6 MHz thì tần số mang phụ chọn khoảng 4,5 MHz. Chọn tần số mang phụ cao hơn thì các lưới nhiễu khó nhận thấy hơn nhưng làm cho phổ tín hiệu mang màu cao tần không nằm gọn trong phổ của tín hiệu chói, làm mở rộng dải thông của cả hệ thống truyền hình màu. Việc chọn tần số mang phụ trong các hệ thống truyền hình màu khác nhau sẽ được xét kỹ trong chương sau.

Bởi vì có hai tín hiệu mang màu cần phát đi, nên sự điều chế dao động tần số mang phụ có thể là điều chế vuông góc như trong hệ NTSC hay PAL, hoặc điều tần lần lượt như trong SECAM.

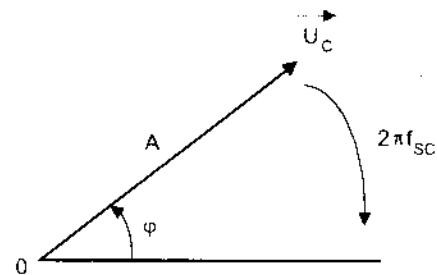
Tín hiệu mang màu cao tần có thể viết dưới dạng tổng quát:

$$U_C = A \cos(2\pi f_{sc} t + \varphi); \quad (3-15)$$

trong đó: A và φ biến đổi theo các tín hiệu mang màu cơ sở (có tín hiệu video).

Nếu chỉ có A biến đổi theo tín hiệu mang màu cơ sở ta có tín hiệu điều biên, nó chỉ mang tin tức của một tín hiệu mang màu. Nếu chỉ có φ biến đổi theo tín hiệu mang màu ta có tín hiệu điều pha hoặc điều tần, nó cũng chỉ mang tin tức của một tín hiệu mang màu.

Muốn mang tin tức của hai tín hiệu mang màu có thể thực hiện biến đổi cả A và φ hoặc điều chế lần lượt. Tín hiệu mang màu cao tần có thể biểu diễn bằng một vector $\vec{U}_C$ có mô đun A và góc pha φ nằm trong mặt phẳng quay với tốc độ góc $2\pi f_{sc}$ (hình 3-15).



Hình 3-15. Biểu diễn tín hiệu mang màu cao tần bằng vector.

Nếu nhiều làm cho A và φ biến đổi thì gây ra sự sai màu (về sắc độ hoặc độ bão hoà). Ví dụ, trong hệ thống NTSC mô đun A biến đổi theo độ bão hoà, còn góc φ biến đổi theo sắc độ.

3. Chống nhiễu gây ra bởi dao động tần số mang phụ

Khi chọn tần số mang phụ $f_{sc} = (n - 1/2)f_H$ thì nhiễu gây ra bởi dao động tần số mang phụ giảm đi đáng kể (khoảng 10 lần) so với khi chọn f_{sc} bằng bội số nguyên của f_H . Điều này có thể giải thích như sau.

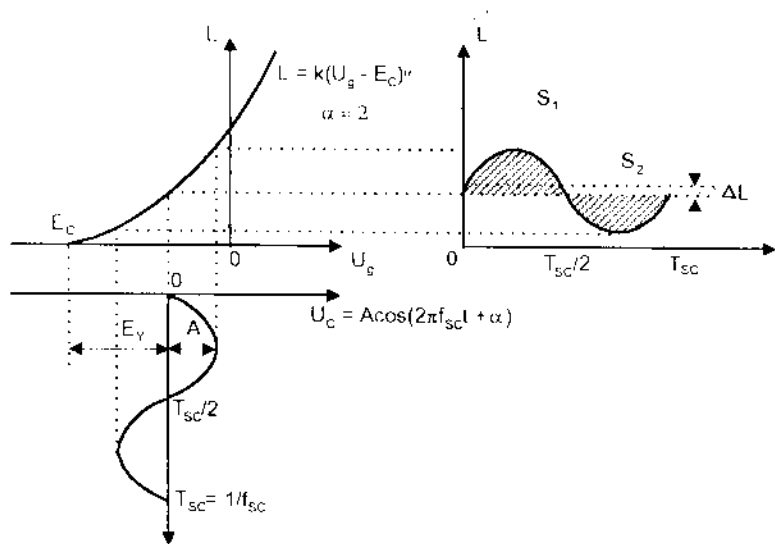
Vì trong một chu kỳ quét dòng có $(n - 1/2)$ chu kỳ dao động tần số mang phụ cho nên pha của dao động tần số mang phụ đổi ngược từ dòng này sang dòng khác. Kết quả các điểm sáng và tối gây ra do có dao động tần số mang phụ sẽ đổi vị trí cho nhau khi

chuyển từ dòng trên xuống dòng dưới. Các điểm sáng và tối nằm xen kẽ nhau theo chiều đứng bù trừ nhau, tạo nên cảm giác màn ảnh có độ chói đồng đều, không thấy rõ các vạch đứng song song như khi $f_{sc} = n f_{HT}$.

Mặt khác, vì số dòng trong một mặt là số lẻ cho nên sau một mặt thì điểm trắng đổi thành đen và ngược lại. Mắt có khả năng lấy bình quân độ chói theo thời gian, cho nên độ chói của mọi điểm trên màn hình có cảm giác đồng đều, lưới nhiễu trở lên không thấy rõ nữa.

Sự bù trừ trong thực tế không hoàn hảo vì tần số quét mặt tương đối thấp, thời gian để đổi các điểm trắng thành đen (và ngược lại) quá lớn, so sánh được với thời gian có thể lấy bình quân độ chói trong con mắt. Ngoài ra còn do đặc tính không đường thẳng của ống thu và của con mắt mà sự tăng độ chói trong nửa chu kỳ của dao động tần số mang phụ không bù trừ hoàn toàn cho sự giảm độ chói trong nửa chu kỳ âm của dao động tần số mang phụ.

Chúng ta xét ảnh hưởng của đặc tính không đường thẳng trong quan hệ độ chói - điện áp lưới của ống thu (hình 3-16).



Hình 3-16. Minh họa ảnh hưởng của đặc tính ống thu đến quá trình lấy bình quân độ chói.

Độ chói bình quân trong một chu kỳ T_{sc} của dao động tần số mang phụ:

$$I_{bq} = \frac{1}{T_{sc}} \int_0^{T_m} L dt ; \quad (3-16)$$

trong đó: $L = k(U_g - U_c)^\gamma = k(U_g + U_c)^\gamma$; ở đây $\gamma = 2$, do đó ta có:

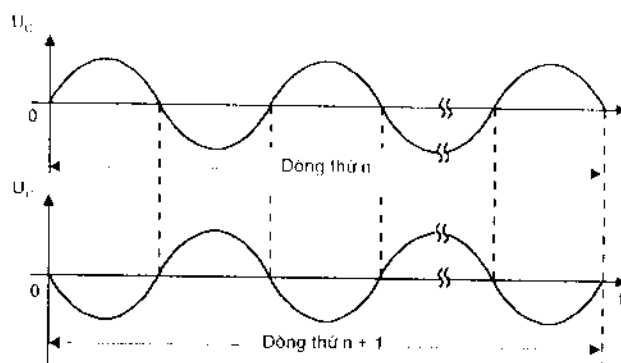
$$L = k[U_y^2 + 2U_y A \cos(2\pi f_{sc} t + \alpha) + A^2 \cos^2(2\pi f_{sc} t + \alpha)]$$

$$\text{Rút ra:} \quad I_{\text{bq}} = k(U_1^2 + \frac{A^2}{2}) = I_{\infty} + \Delta I; \quad (3-17)$$

trong đó: $I_{\infty} = kU_1^2$; $\Delta I = k \frac{A^2}{2}$.

Từ hình 3-16, chúng ta thấy rằng sự bù trừ không hoàn toàn đã làm cho độ chói bình quân tăng lên một lượng ΔI , so với khi không có dao động tần số mang phụ. Điều đó cũng chứng tỏ rằng độ chói không chỉ do tín hiệu chói U_1 quyết định mà còn bị tín hiệu mang màu tác dụng đến. Đây là điều không mong muốn, gây nên sự sai lệch độ chói.

Để tránh nhiễu dưới dạng màn lưới gây ra bởi dao động tần số mang phụ, ngoài việc chọn tần số f_{sc} thích hợp, có thể chọn pha dao động sao cho ở đầu dòng sau pha dao động ngược với pha ở đầu dòng trước (hình 3-17).



Hình 3-17. Pha dao động tần số mang phụ ở các dòng kế nhau.

Đây là chế độ đồng bộ pha. Tần số f_{sc} có thể chọn bất kỳ, có thể chọn $f_{sc} = m f_H$, trong đó m là số nguyên. Sự đổi pha ở các dòng kế nhau có thể thực hiện được nhờ bộ chuyển mạch điện tử, lần lượt sử dụng hai dao động cùng tần số nhưng đổi pha nhau, tần số chuyển mạch là tần số dòng. Nhờ có sự đổi pha của các chuỗi dao động mà độ chói được bù trừ, kết cấu nhiễu lưới dạng lưới được khử bỏ. Cần chú ý rằng do sự quét cách dòng mà vấn đề khử nhiễu trên thực tế khó khăn và phức tạp hơn.

Các dòng của mặt quét thứ hai không trùng lên các dòng của mặt quét trước, do đó chỉ sau hai lần quét mặt thì pha dao động mới ngược nhau và sau bốn chu kỳ quét mặt các dao động trở lại dạng cũ. Tần số lặp của các điểm có độ chói cực đại thấp hơn 4 lần so với tần số quét mặt, với tần số thấp như vậy sự lấy bình quân độ chói của mắt người trở lên không hoàn hảo tạo ra sự nhấp nháy, ngoài ra tạo ra hiện tượng "trôi" các lưới nhiễu theo chiều thẳng đứng hay chéo góc trên màn ảnh. Để khử sự trôi này, tần số và pha của dao động tần số mang phụ được chọn theo một quy luật phức tạp hơn.

4. Các loại méo và can nhiễu trong hệ thống truyền hình màu

Hệ thống truyền hình màu khác với hệ thống truyền hình đen - trắng ở chỗ truyền đi đồng thời tín hiệu chói và các tín hiệu hiệu màu. Tín hiệu chói chịu những loại méo tương tự như truyền hình đen - trắng như méo gamma, méo tần số, méo pha ... Các loại méo đó đã được xét kỹ trong phần I.

Tín hiệu chói được truyền đồng thời với các tín hiệu mang màu nếu sự biến đổi của nó lại gây ra sự biến đổi của các tín hiệu mang màu, gây ra sự sai màu, hoặc sai độ thuần khiết. Ngược lại, sự biến đổi của tín hiệu mang màu cũng gây ra sự méo đối với tín hiệu chói. Ảnh hưởng qua lại giữa các loại tín hiệu sinh ra các loại can nhiễu.

Các loại méo và can nhiễu phụ thuộc vào phương pháp truyền đồng thời các loại tín hiệu và đối với các hệ truyền hình khác nhau chúng có các quan hệ khác nhau.

a) Méo tín hiệu chói

Tín hiệu chói được truyền đi bằng một kênh riêng biệt, như vậy về nguyên tắc tín hiệu chói không chịu ảnh hưởng của tín hiệu mang màu. Tuy nhiên, do hệ thống truyền tín hiệu không hoàn thiện nên tín hiệu chói bị méo (bị sai lệch) khi có tác dụng của tín hiệu mang màu.

Trước hết bản thân dao động tần số mang phụ f_{sc} lọt vào tín hiệu chói gây nên nhiễu dưới dạng màn lưới thẳng đứng hoặc chéo. Nhiễu này xuất hiện trên màn ảnh máy thu đen trắng rất rõ, nếu không có biện pháp dịch tần số hoặc dịch pha sau từng dòng, bởi vì máy thu đen trắng không có bộ lọc loại bỏ các thành phần tín hiệu màu cùng dao động tần số mang phụ như trong máy thu màu.

Nếu tín hiệu tần số mang phụ có pha và tần số thích hợp, dù nhiễu có thể giảm đi đáng kể nhờ khả năng tổng hợp độ chói theo không gian và thời gian của mắt. Tuy nhiên do đặc tính không đường thẳng của mắt, của ống thu, tín hiệu tần số mang phụ vẫn gây nên sự biến đổi thành phần hình quan của tín hiệu chói như đã mô tả trên hình 3-16.

Ngoài ra do mạch hiệu chỉnh gamma đặt ở phía bên phát mà làm sai độ chói khi truyền các màu thuần khiết. Các tín hiệu mang màu có thể "phách" với nhau hoặc phách với tín hiệu tần số 6.5 MHz (dùng để mang âm thanh), hoặc phách với chính tín hiệu chói để tạo ra vô số hài nếu đặc tính khuếch đại của hệ thống phụ thuộc vào mức tín hiệu.

Ngoài sự méo tín hiệu chói do tín hiệu tần số mang phụ gây nên còn có sự méo do tín hiệu dải biên gây nên. Tín hiệu dải biên làm tăng thành phần chói, đặc biệt là ở các điểm trên ảnh có sự đổi màu sắc đột ngột.

Cuối cùng cần kể đến các loại méo đã biết như: méo kẽ hở, méo gamma, méo tần số, méo pha, méo vuông góc.

Cần chú ý rằng trong máy thu hình màu, một phần phổ tín hiệu chói bị cắt đi để chống nhiễu của tín hiệu tần số mang phụ, do đó độ rõ nét của ảnh giảm đi, đó là chưa kể sự giảm độ rõ nét khi truyền ảnh đen trắng vì ba phân tử ảnh nằm gần nhau tương ứng với ba màu cơ bản có cùng nội dung tin tức.

b) Méo tín hiệu mang màu

Trước hết chúng ta xét các loại méo do tín hiệu chói gây ra. Sự lọc bỏ các thành phần chói ra khỏi tín hiệu mang màu cao tần trong kênh tín hiệu màu thường thực hiện

không triệt để do bộ lọc được dùng rộng rãi trong máy thu hình màu không phải có đặc tính hình răng lược mà có đặc tính thông dải. Các thành phần chói sẽ gây ra nhiễu cho tín hiệu mang màu, tạo nên sự sai màu. Mức độ nhiễu phụ thuộc tính chất tín hiệu chói, dải tần kênh tín hiệu màu, phương pháp điều chế tín hiệu tần số mang phụ.

Nếu tín hiệu chói có những thành phần tần cao tương đối lớn, đặc biệt khi truyền các xung hẹp thì nhiễu trong kênh màu nhiều nhất. Chúng ta biết rằng nếu các xung vuông hẹp có độ rộng là ΔT , thì phổ biên độ của nó có các điểm cực tiểu tại các tần số $\frac{1}{\Delta T}, \frac{2}{\Delta T}, \frac{3}{\Delta T}, \dots$ và có các giá trị cực đại tại các tần số $\frac{3}{2\Delta T}, \frac{5}{2\Delta T}, \frac{7}{2\Delta T}, \dots$

Nếu các điểm cực đại đó trùng với tần số mang phụ f_{sc} thì nhiễu lớn nhất. Khi ấy tương ứng độ rộng xung là $\frac{3}{2f_{sc}}, \frac{5}{2f_{sc}}, \frac{7}{2f_{sc}}, \dots$

Ngoài ra khi xung hẹp hơn $\frac{1}{f_{sc}}$, hay ΔT hẹp, thì nhiễu nghiêm trọng hơn. Nhiễu của tín hiệu chói trong màu gần tỉ lệ bình phương với độ rộng dải tần kênh màu. Do đó, cần chọn dải tần tối ưu, sao cho tỉ số tín hiệu/nhiễu cao nhất.

Nếu hệ thống truyền hình là không tuyến tính, ngoài loại nhiễu như đã xét ở trên còn có các loại méo và nhiễu khác. Chúng ta biết rằng biên độ tần số hoặc pha của dao động tần số mang phụ mang tín tức màu. Nếu tín hiệu chói làm thay đổi 1 trong 3 thông số trên thì gây méo hoặc nhiễu cho kênh màu.

Hệ thống truyền hình có thể chứa các phần tử không đường thẳng, do đó độ khuếch đại và độ dịch pha của hệ thống phụ thuộc chế độ làm việc của tầng khuếch đại. Ví dụ, điện trở vào của một tầng khuếch đại có thể giảm xuống khi mức tín hiệu vào tăng lên, làm cho độ khuếch đại của cả hệ thống giảm nhỏ khi mức tín hiệu vào tăng lên. Đồng thời độ dịch pha tín hiệu cũng thay đổi khi điện trở vào thay đổi, vì độ dịch pha phụ thuộc cả hằng số thời gian mạch vào hoặc ra của tầng khuếch đại.

Nếu tín hiệu chói được cộng với tín hiệu mang màu cao tần thì tín hiệu chói làm thay đổi chế độ làm việc của tầng khuếch đại, do đó độ khuếch đại và độ dịch pha của tín hiệu mang màu cao tần khi đi qua tầng khuếch đại sẽ phụ thuộc vào mức của tín hiệu chói. Ví dụ, ở mức trắng của tín hiệu chói điện trở vào của tầng khuếch đại giảm nhỏ, do đó độ khuếch đại và độ dịch pha thấp hơn là ở mức đen.

Sự phụ thuộc của độ khuếch đại và độ dịch pha theo mức của tín hiệu chói sẽ làm thay đổi màu sắc khi thay đổi độ chói. Đó là sự can nhiễu của tín hiệu chói vào kênh màu. Mức độ sai khác của độ khuếch đại và độ dịch pha theo mức tín hiệu được đánh giá bằng độ méo vì sai độ khuếch đại và vì sai pha.

Sự sai màu có thể thể hiện ở sự sai độ bão hoà hoặc sai sắc độ. Trong hệ thống NTSC, tín tức về độ bão hoà được truyền đi bằng biên độ A còn tín tức về sắc độ thì được truyền đi bằng góc pha φ của tín hiệu mang màu cao tần.

$$U_c = A \cos(\omega_m t + \varphi)$$

Do đó, méo vì sai độ khuếch đại gây ra méo độ bão hoà, còn méo vì sai pha gây ra méo sắc độ. Sự sai màu trong các hệ thống truyền hình màu có những biểu hiện khác nhau, chúng ta sẽ xem xét kỹ trong chương 4.

Bởi vì màu sắc do biên độ và pha tín hiệu mang màu cao tần quy định, cho nên ngoài sự can nhiễu của tín hiệu chói, màu sắc còn bị méo bởi đặc tuyến biên độ theo tần số và đặc tuyến pha theo tần số của hệ thống truyền hình không được như dạng lý tưởng. Sự sai màu này không phụ thuộc độ chói nên khó nhận ra hơn.

Đặc tuyến biên độ không lý tưởng làm cho biên độ tín hiệu mang màu cao tần sai khác so với lý tưởng, điều đó làm thay đổi độ bão hoà của màu (đối với NTSC). Ngoài ra chúng ta còn biết rằng, nếu các dải biên của tín hiệu điều biên được truyền đi với biên độ khác nhau hoặc bị cắt một biên thì tín hiệu điều biên đó bị điều pha ký sinh. Do đó đặc tuyến biên độ không lý tưởng có thể dẫn đến điều pha ký sinh và làm sai màu.

Đặc tuyến pha không lý tưởng làm sai màu trong một số hệ thống truyền hình màu (trừ hệ SECAM). Sự sai khác của thời gian trễ giữa tín hiệu mang màu cao tần và tín hiệu chói làm cho các giới hạn giữa hai miền ảnh màu khác nhau bị nhòe đi (vì tín hiệu chói không trùng lên tín hiệu màu).

Cuối cùng cần lưu ý rằng, trong điều kiện thu sóng thực tế, sóng phản xạ có thể đến anten thu chậm hơn so với sóng trực tiếp, tạo ra tín hiệu mang màu phản xạ trễ đi so với tín hiệu trực tiếp. Tín hiệu phản xạ này làm thay đổi pha tín hiệu mang màu cao tần và làm sai màu, đó là lý do có sự sai màu khi vị trí anten và sự phối hợp trở kháng không tốt.

3-5. ĐO KIỂM TRA TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH MÀU

Để kiểm tra điều chỉnh chính xác các thông số của thiết bị truyền hình màu, trong đó có máy thu hình màu, thường dùng các loại tín hiệu kiểm tra. Một tín hiệu kiểm tra được dùng phổ biến là tín hiệu để tạo ra ảnh kiểm tra gồm 8 sọc màu dọc (ba màu cơ bản máy thu hình màu và các màu phụ của nó; màu trắng chuẩn và màu đen) được sắp xếp theo trình tự: trắng, vàng, lơ, lục, tím mận, đỏ, lam, đen (hình 3-18).

Với cách sắp xếp các sọc màu như vậy, thì giá trị tín hiệu sẽ tăng dần từ trái sang phải, thuận tiện cho việc kiểm tra, điều chỉnh hàng loạt thông số của đường truyền (đặc biệt là đặc tuyến biên độ) và việc cân bằng trắng.

Máy phát tín hiệu kiểm tra tạo ra ba tín hiệu màu cơ bản U'_R, U'_G, U'_B . Bằng cách đưa các tín hiệu màu cơ bản với các giá trị biên độ đỉnh thích hợp tại những vị trí khác nhau sẽ

tạo nên một ảnh gồm các sọc màu. Các tín hiệu này có thể được sử dụng như các tín hiệu cơ bản, hoặc qua ma trận để tạo các tín hiệu $U'_Y, U'_R, U'_G, U'_B, U'_Y, U'_B, U'_Y$, hay mã hoá thành dạng tín hiệu tổng hợp của hệ truyền hình màu tương ứng.

Các tiêu chuẩn quét đưa ra các mức chuẩn khác nhau cho tín hiệu sọc màu. Các mức xung biến đổi được biểu diễn bằng phần trăm của đỉnh mức trắng. Mỗi một dạng sọc màu được biểu diễn bằng bốn giá trị số:

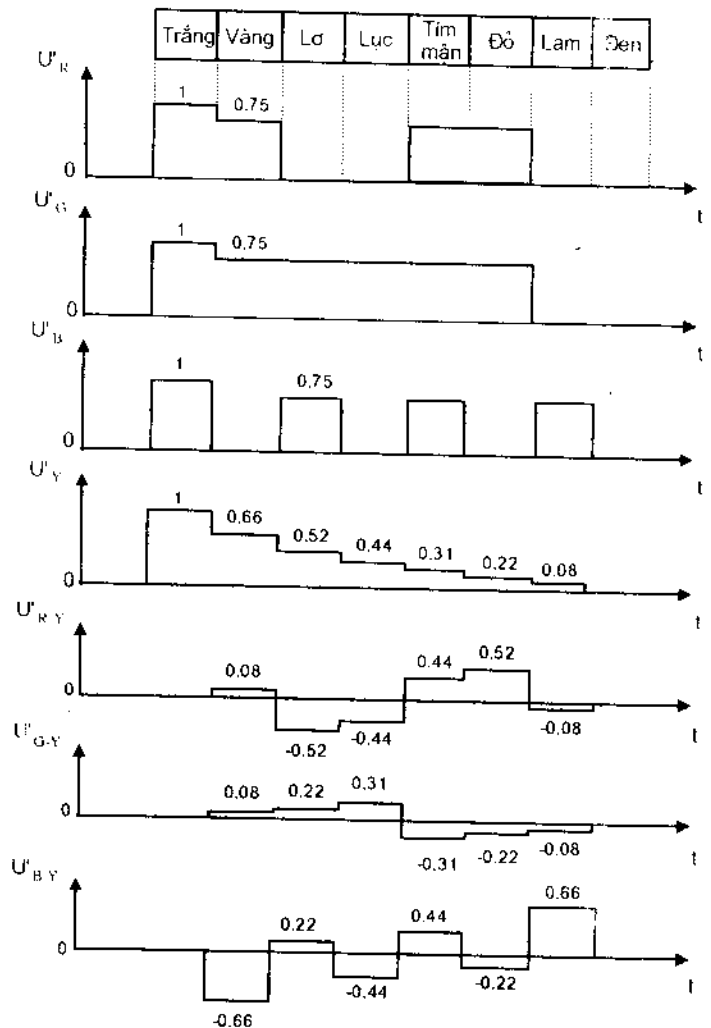
- Số đầu tiên chỉ mức tín hiệu màu cơ bản khi truyền sọc tín hiệu trắng, nghĩa là giá trị cực đại của các tín hiệu U'_R, U'_G, U'_B .

- Số thứ hai chỉ mức tín hiệu màu cơ bản khi truyền sọc tín hiệu đen, nghĩa là giá trị cực tiểu của các tín hiệu U'_R, U'_G, U'_B .

- Số thứ ba chỉ mức lớn nhất của tín hiệu màu cơ bản khi truyền sọc tín hiệu màu, nghĩa là giá trị cực đại của các tín hiệu U'_R, U'_G, U'_B .

- Số thứ tư chỉ mức nhỏ nhất của tín hiệu màu cơ bản khi truyền tín hiệu màu, nghĩa là giá trị cực tiểu của các tín hiệu U'_R, U'_G, U'_B .

Bảng 3-1 cho giá trị tương đối của các tín hiệu U'_R, U'_G, U'_B ; tín hiệu chói tính theo biểu thức (3-12) và các tín hiệu hiệu màu và độ bão hoà 100%. Ở đây, giá trị tín hiệu chói từ mức trắng đến mức đen lấy bằng 1. Trong cuộc sống hàng ngày, ít gặp các cảnh có màu tinh khiết với độ chói 100%. Vì vậy thường dùng ảnh kiểm tra có độ chói 75%, độ bão hoà màu 100% (biên độ 100% trên dải màu trắng) để kiểm tra và điều chỉnh các thiết bị truyền hình. Giá trị tương đối của các



Hình 3-18. Dạng các tín hiệu video khi truyền ảnh kiểm tra là các sọc màu.

tín hiệu khi truyền ảnh kiểm tra này cho ở bảng 3-2.

Bảng 3-1. Giá trị tương đối các tín hiệu U'_R , U'_G , U'_B , U'_Y , và các tín hiệu hiệu màu

Màu	U'_R	U'_G	U'_B	U'_Y	U'_{R-Y}	U'_{G-Y}	U'_{B-Y}
Trắng	1	1	1	1	0	0	0
Vàng	1	1	0	0,886	0,114	0,114	-0,886
Lơ	0	1	1	0,701	-0,701	0,299	0,299
Lục	0	1	0	0,587	-0,587	0,413	0,587
Mận chín	1	0	1	0,413	0,587	-0,413	0,587
Đỏ	1	0	0	0,229	0,701	-0,229	-0,229

Bảng 3-2. Giá trị tương đối của các tín hiệu khi truyền ảnh kiểm tra

Màu	U'_R	U'_G	U'_B	U'_Y	U'_{R-Y}	U'_{G-Y}	U'_{B-Y}
Trắng	1	1	1	1	0	0	0
Vàng	0,75	0,75	0	0,664	0,086	0,086	-0,644
Lơ	0	0,75	0,75	0,526	-0,526	0,024	0,244
Lục	0	0,75	0	0,440	-0,440	-0,310	0,440
Mận chín	0,75	0	0,75	0,310	0,440	-0,310	0,440
Đỏ	0,75	0	0	0,224	0,526	-0,224	-0,224
Lam	0	0	0,75	0,086	-0,086	-0,086	0,664
Đen	0	0	0	0	0	0	0

Hình 3-18 vẽ dạng các tín hiệu U'_R , U'_G , U'_B và U'_Y ; U'_{R-Y} , U'_{G-Y} , U'_{B-Y} theo giá trị biên độ trong bảng 3-2. Từ dạng tín hiệu ta nhận thấy:

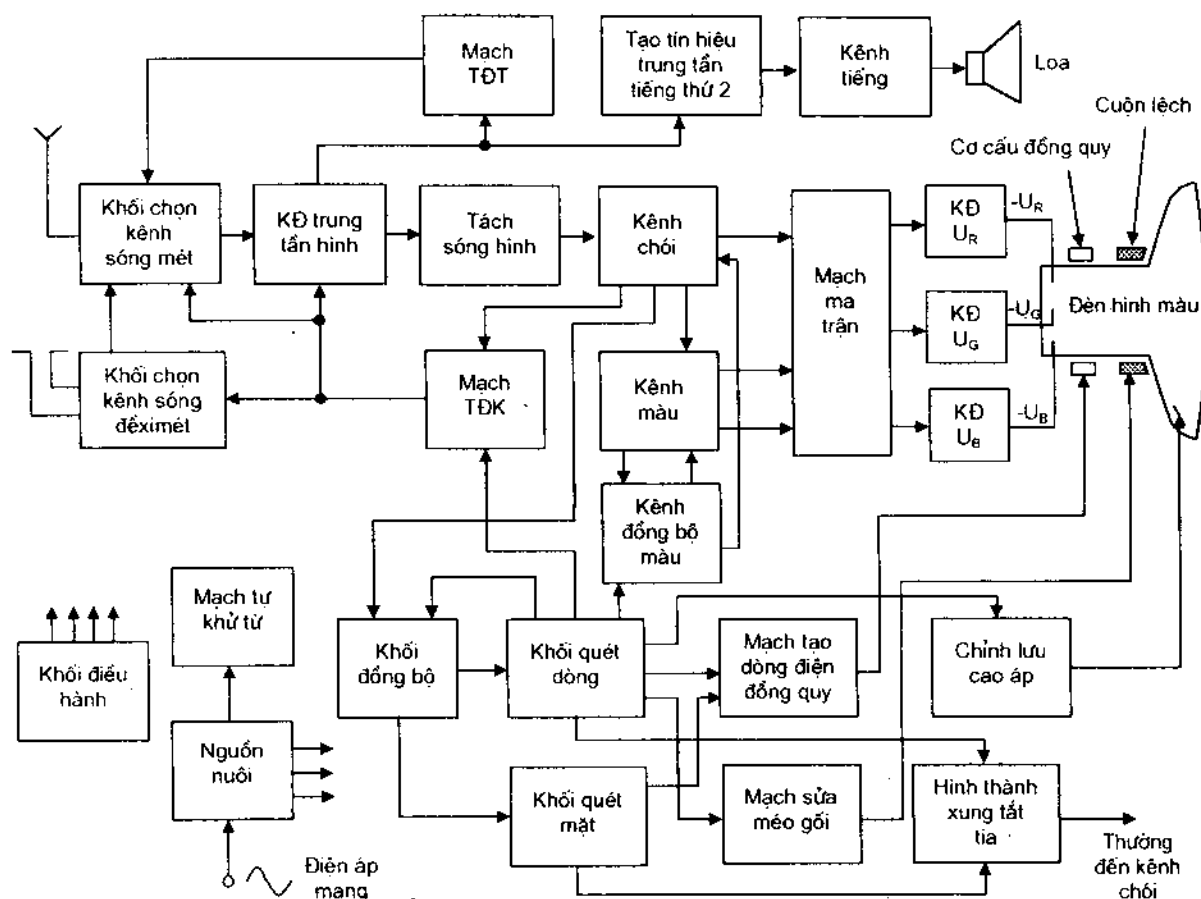
- Các tín hiệu U'_R , U'_G , U'_B và U'_Y là đơn cực (chỉ có một cực tính).
- Các tín hiệu hiệu màu là lưỡng cực.
- Trị trung bình của các tín hiệu hiệu màu bằng "không".
- Giá trị cực đại của tín hiệu U'_{G-Y} nhỏ nhất, và của U'_{B-Y} lớn nhất.
- Giá trị cực đại của tín hiệu U'_{R-Y} và U'_{B-Y} lớn hơn của các tín hiệu màu cơ bản.

3-6. ĐẶC ĐIỂM MÁY THU HÌNH MÀU

1. Sơ đồ chức năng của máy thu hình màu

Sơ đồ khối cơ bản của máy thu hình màu có dạng như hình 3-19. Từ sơ đồ chức năng hình 3-19 thấy rằng, trong máy thu hình màu đều có tất cả các khối như trong máy thu hình đen trắng. Những khối chỉ có trong máy thu hình màu là đèn hình màu, kênh

màu, kênh đồng bộ màu, mạch ma trận, mạch tạo dòng điện đồng quy, mạch sửa méo gổi, mạch cân bằng trắng, mạch tự khử từ, mạch tự động điều chỉnh tần số dao động tại chỗ.



Hình 3-19. Sơ đồ khối máy thu hình màu: TĐT - Mạch tự động điều chỉnh tần số dao động tại chỗ; TĐK - Tự động điều chỉnh tần số dao động tại chỗ; KĐ - khuếch đại.

Tín hiệu cao tần của băng sóng VHF và UHF được đưa tới khối chọn kênh tương ứng. Khối chọn kênh có nhiệm vụ chọn kênh thu, khuếch đại và biến đổi tần số thu thành tần số trung tần: trung tần tiếng f_m và trung tần đường hình f_{nh} (trung tần mang thông tin tín hiệu tổng hợp màu U_M).

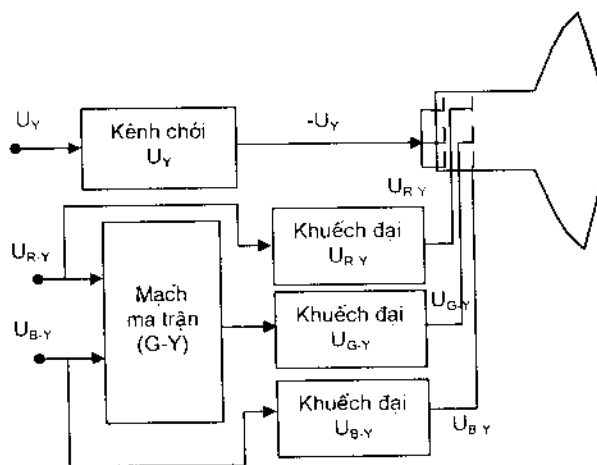
Phần phần tử chính của máy thu hình màu là đèn hình màu, nó biến đổi các tín hiệu màu cơ bản thành hình ảnh màu. Loại đèn hình và thông số của nó (như góc lệch tia điện tử, kích thước màn hình, đường kính cổ đèn hình) quyết định mạch điện và thông số một số mạch điện của máy thu hình màu (như tầng ra của các khối quét, mạch sửa méo gổi, mạch tạo dòng điện đồng quy v.v....). Trường hợp máy thu hình màu xây dựng theo phương thức điều chế lưới, sơ đồ chức năng của nó gần giống sơ đồ hình 3-

19; chỉ khác ở cấu trúc mạch ma trận và các tín hiệu đặt lên các điện cực của đèn hình màu, hình 3-20.

Với máy thu hình màu cần lưu ý tới:

+ **Đường tiếng:** Tần số trung tần thứ hai qua bộ khuếch đại trung tần đường tiếng SIF (Sound Intermedium Frequency), tách sóng FM, khuếch đại âm tần và đưa ra loa.

+ **Kênh chói:** Để đảm bảo cho kênh chói làm việc ổn định, tần số ngoại sai phải thật ổn định, do đó trong máy thu hình màu cần có mạch tự động tinh chỉnh tần số AFT (Automatic fine tuning). Khối khuếch đại trung tần VIF (Video Intermedium Frequency) khuếch đại điện áp tín hiệu trung tần hình f_m , trung tần tiếng f_m , tách sóng thị tần để lấy tín hiệu tổng hợp màu U_{Σ} và tách sóng phách để lấy ra tần số trung tần thứ hai.



Hình 3-20. Phương thức điều chế lưới đèn hình màu.

Thực chất, kênh chói là các tầng khuếch đại hình trong máy thu hình đen - trắng. Kênh chói đảm nhận các chức năng.

- Khuếch đại tín hiệu chói U'_Y đến giá trị cần thiết.
- Làm trễ tín hiệu chói U'_Y một thời gian cần thiết, đảm bảo cho tín hiệu chói và các tín hiệu hiệu màu ứng với một ảnh phần tử cùng đến lối vào mạch ma trận một lúc, nhằm làm cho ảnh đen - trắng và ảnh màu trùng khít.
- Nén tín hiệu tần số hiệu và sóng mang màu lúc thu chương trình truyền hình màu.

Thực hiện điều chỉnh tương phản và độ sáng của ảnh truyền hình màu. Ở nhiều máy, còn có mạch tự động hạn chế độ sáng (ABL - Automatic Brightness Limiter).

+ **Kênh màu:** Là một trong những khối quan trọng của máy thu hình màu, nó ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng ảnh truyền hình màu. Nhiệm vụ của kênh màu là:

- Tách lấy tín hiệu màu U_C từ tín hiệu truyền hình màu đầy đủ.
- Khuếch đại tín hiệu màu U_C đến giá trị cần thiết.
- Giải mã tín hiệu màu để nhận được các tín hiệu hiệu màu.

+ **Khối đồng bộ màu:** Nhiệm vụ của nó là:

- Tách lấy tín hiệu đồng bộ màu để thực hiện đồng bộ, đồng pha cường bức mạch tạo sóng mang phụ trong máy thu hình hệ NTSC và PAL; thực hiện đồng pha CMTD trong máy thu hình hệ SECAM và PAL.

- Tự động tắt kênh màu lúc thu chương trình truyền hình đen - trắng hoặc lúc thu chương trình truyền hình khác hệ màu hoặc lúc mức tín hiệu ở lối vào máy thu hình màu quá yếu. Tín hiệu truyền tới lối vào kênh đồng bộ màu thường lấy từ kênh màu. Ngoài ra, tùy theo loại máy thu hình màu, thường có thêm xung tần số mặt hoặc tần số đồng, hoặc cả hai đặt lên khối đồng bộ màu để cho kênh đồng bộ màu ít chịu ảnh hưởng của các loại nhiễu.

+ *Mạch ma trận*: Tùy theo phương thức điều chế mật độ tia điện tử trong đèn hình màu và phương án giải mã màu, mà cấu trúc và chức năng của mạch ma trận có khác nhau.

Với máy thu hình hệ SECAM và PAL lúc điều chế ca tốt, các tín hiệu màu cơ bản $-U'_{R'}$, $-U'_{G'}$ và $-U'_{B'}$ truyền tới ca tốt các súng điện tử tương ứng. Vì vậy, mạch ma trận trên hình 3-20 thực hiện hai nhiệm vụ:

- Từ các tín hiệu hiệu màu $U'_{R'Y}$ và $U'_{B'Y}$ tạo thành tín hiệu hiệu màu thứ ba $U'_{G'Y}$, theo biểu thức:

$$U'_{G'Y} = -0,59U'_{R'Y} - 0,19U'_{B'Y} \quad (3-18)$$

- Từ tín hiệu chói U_Y và các tín hiệu hiệu màu tạo ra các tín hiệu màu cơ bản:

$$U_R = U'_R = U'_{R'Y} + U'_Y \quad (3-19)$$

$$U_G = U'_G = U'_{G'Y} + U'_Y \quad (3-20)$$

$$U_B = U'_B = U'_{B'Y} + U'_Y \quad (3-21)$$

Mạch điện thực hiện các phép toán này gọi là ma trận R, ma trận G và ma trận B.

Khi dùng phương thức điều chế lưới, tín hiệu chói ($-U'_Y$) truyền đến ba catốt của ba súng điện tử, chứ không truyền đến mạch ma trận; còn ba tín hiệu hiệu màu $U'_{R'Y}$, $U'_{G'Y}$ và $U'_{B'Y}$ truyền đến các cực điều chế của ba súng điện tử tương ứng. Lúc đó mạch ma trận chỉ hoàn thành chức năng tạo tín hiệu hiệu màu $U'_{G'Y}$; còn việc hình thành các tín hiệu màu cơ bản U'_R , U'_G và U'_B thực hiện ngay trong đèn hình màu.

+ *Các tầng khuếch đại video* mắc sau mạch ma trận dùng để khuếch đại tín hiệu màu cơ bản hoặc tín hiệu hiệu màu đến giá trị đủ lớn, nhằm đảm bảo cho đèn hình màu hoạt động bình thường. Hệ số khuếch đại của các tầng khuếch đại video khoảng 30÷40 dB, và giá trị điện áp ra khoảng 60-200 V (tùy thuộc loại đèn hình màu sử dụng trong máy).

+ *Khối quét dòng*: Có nhiệm vụ tạo ra từ trường lái tia điện tử theo chiều ngang. Xung đồng bộ dòng được tách khỏi tín hiệu hình và qua mạch vi phân. Xung vi phân đến mạch so pha, mạch này có nhiệm vụ so sánh pha của xung đồng bộ dòng đã vi phân và pha của của xung quét dòng tạo ra từ biến áp dòng trong máy thu, kết quả so sánh sẽ cho điện áp một chiều để điều khiển bộ tạo xung quét dòng. Ngoài ra, nó còn có nhiệm vụ

cung cấp điện áp có tần số dòng cho mạch tạo dòng điện hội tụ, điện áp dòng điện mạch sửa méo gổi và cung cấp điện áp thật ổn định cho đèn hình.

+ *Khối quét màn*: Có nhiệm vụ tạo ra từ trường lái tia điện tử theo chiều đứng. Ngoài ra, còn có nhiệm vụ cung cấp điện áp có tần số màn cho mạch tạo dòng điện hội tụ, và cho mạch sửa méo gổi.

+ *Mạch tạo dòng điện hội tụ*: Có nhiệm vụ tạo dòng điện có tần số dòng và dòng điện có tần số màn với hình dạng và biên độ cần thiết cung cấp cho các cơ cấu hội tụ được đặt trên cổ đèn hình. Cơ cấu hội tụ có tác dụng hội tụ ba màu *R, G, B* trên mỗi phần tử của ảnh (ba màu *R, G, B* trùng khít nhau trên mỗi phần tử của ảnh) nằm trên toàn bộ màn hình.

+ *Mạch cân bằng trắng*: Có nhiệm vụ đảm bảo cho toàn bộ màn hình khi không thu chương trình truyền hình hoặc khi thu chương trình truyền hình đen trắng không bị nhuộm màu, nghĩa là đảm bảo màn hình có màu trắng như máy thu đen trắng.

+ *Mạch tự khử từ*: Được bố trí ở khối nguồn, có nhiệm vụ khử từ trường dư trên màn chắn, màn che từ, đai giữ đèn hình v.v... do từ trường bên ngoài, nhất là từ trường trái đất gây nên.

+ *Làm sạch màu*: Trong máy thu hình đen trắng có hai nam châm hình xuyên dẹt ở cổ đèn hình để chỉnh tâm, nhưng trong máy thu hình màu hai nam châm hình xuyên dẹt để làm sạch màu. Để chỉnh tâm trong máy thu hình màu ta dùng biện pháp thay đổi giá trị và chiều dòng điện một chiều chạy qua cuộn lái tia dòng và màn.

+ *Khối điều hành*: Khối này bao gồm các chiết áp, hoặc phím ấn v.v... để tắt mở máy, chọn chương trình, điều chỉnh tương phản, độ sáng, độ bão hoà màu, sắc màu, âm lượng, âm sắc v.v...

Với các máy thu hình màu sản xuất những năm gần đây, đặc biệt là máy đa hệ chất lượng cao đều có bộ vi xử lý (micro processor) cho phép sử dụng cấu trúc phần mềm để điều khiển phần cứng. Nhờ có các vi khiển nhúng này mà có thể thực hiện các chức năng vừa kể trên ngay tại máy thu hình hoặc từ xa qua bộ điều khiển từ xa bằng tia hồng ngoại. Ngoài ra còn có thể có thêm khả năng tự động tìm chọn và ghi nhớ đài phát chương trình, tự động chọn hệ màu, tạo tín hiệu để từ đó tạo ra các ký tự, con số trên màn hình, chia ảnh (PIP), thông tin văn bản (teletext) v.v....

+ *Nguồn cung cấp cho máy thu hình màu có những yêu cầu sau*:

- Điện áp một chiều cung cấp cho tranzito và IC phải có độ ổn định cao, độ gợn sóng phải nhỏ. Khi có những sự cố đột biến trong máy thu hình, nguồn cung cấp phải được cắt rời khỏi mạch điện.

- Phải có mạch bảo vệ khi có hiện tượng quá áp và quá tải.

2. Ống thu hình màu

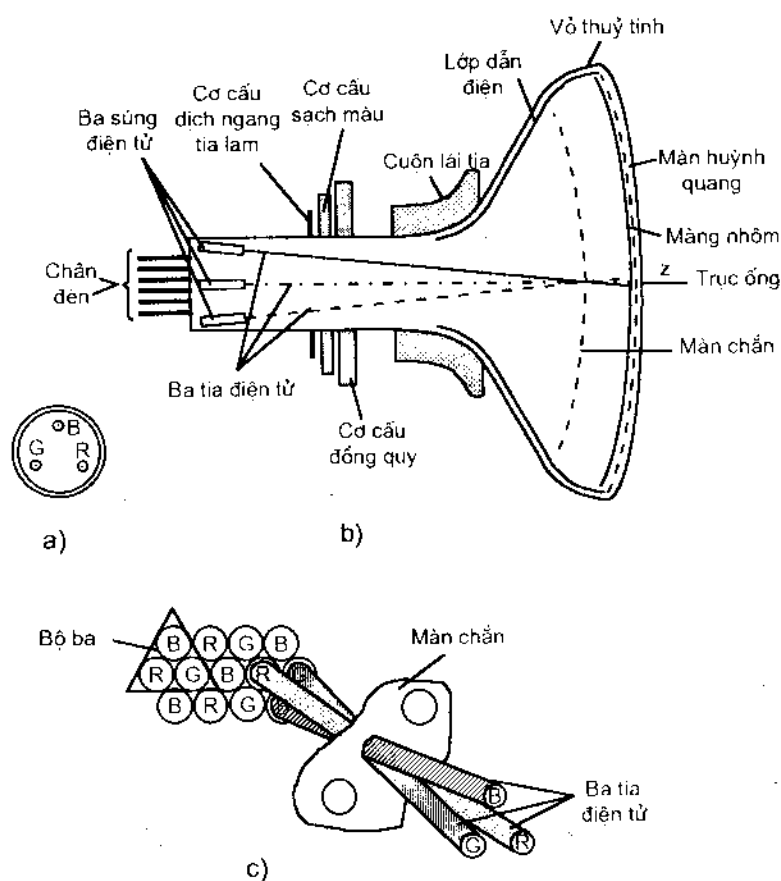
Đèn hình màu là thiết bị biến đổi tín hiệu điện chứa thông tin màu của ảnh thành hình ảnh màu và hiển thị lên màn hình.

Trong các máy thu hình màu hiện nay, để tổng hợp ảnh màu, đều sử dụng phương pháp trộn không gian đồng thời và thực hiện tại một đèn hình màu. Ở cổ đèn hình màu bố trí ba hoặc một súng điện tử để tạo ra ba tia điện tử. Mỗi tín hiệu màu cơ bản điều chế mật độ của một chùm điện tử. Màn huỳnh quang của đèn hình màu gồm vô số điểm hoặc sọc huỳnh quang có thành phần hoá học khác nhau. Mỗi điểm hoặc sọc chỉ phát ra một trong ba màu cơ bản tùy thuộc vào thành phần hoá học của chất huỳnh quang phủ lên đó. Diện tích các điểm hoặc sọc này và khoảng cách giữa chúng khá nhỏ. Chúng được sắp xếp gần nhau và xen kẽ theo một trình tự nhất định.

Hiện nay, các máy thu hình màu đều sử dụng loại đèn hình màu ba súng điện tử như: đèn hình màu màn dạng điểm, đèn hình màu Trinitron, đèn hình màu PIL v.v..

a) Đèn hình màu màn dạng điểm

Hình 3-22 là giản đồ cấu trúc của đèn hình màu màn chắn dạng điểm.



Hình 3-22. Cấu trúc đèn hình màu, màn dạng điểm.

+ Bên trong vỏ thủy tinh gồm có

- Màn huỳnh quang gồm nhiều điểm rất nhỏ, độc lập với nhau, bằng các chất huỳnh quang. Mỗi điểm, khi bị tia điện tử sẽ phát ra một màu cơ bản (đỏ, lục và lam). Các điểm này sắp xếp theo trình tự nhất định. Ba điểm huỳnh quang kế nhau phát ra các màu cơ bản khác nhau và hình thành cái thường được gọi là "bộ ba". Mỗi "bộ ba" tương ứng với một ánh màu phân tử. ở các đèn hình hiện có, tổng số điểm huỳnh quang trên màn nhiều hơn $1,5.10^6$.

- Màng nhôm: Cũng như ở đèn hình đen trắng, tác dụng của màng nhôm là để phòng ion âm thui cháy chất huỳnh quang ở vùng tâm màn hình, và tăng độ tương phản, độ rõ nét và độ sáng của ảnh truyền hình. Về phương diện điện, màng nhôm nối với anốt thứ hai của súng điện tử.

- Màn chắn: Cách màn huỳnh quang chừng 10 mm, có màn chắn làm bằng lá kim loại rất mỏng chừng 0,15 mm. Số lượng lỗ tròn trên màn chắn bằng số "bộ ba" trên màn huỳnh quang. Các lỗ tròn trên màn chắn phải bố trí sao cho tâm của lỗ tròn được chiếu trùng với tâm của "bộ ba" khi nguồn chiếu ở vô tận. Màn chắn có tác dụng tách riêng các màu cơ bản, nghĩa là làm cho các tia điện tử của mỗi súng điện tử bắn đúng vào các điểm huỳnh quang đã được quy định, do đó cải thiện được độ "sạch màu" của đèn hình.

- Súng điện tử: Ở đuôi đèn hình có ba súng điện tử năm cực (gồm sợi nung, catốt, cực điều khiển, cực gia tốc, cực hội tụ và anốt thứ hai) độc lập với nhau. Để tạo ra ba tia điện tử nhằm kích thích các điểm huỳnh quang phát ra ba màu cơ bản, ba súng điện tử được bố trí ở đỉnh của tam giác đều có tâm trùng với trục của ống đèn hình. Nếu nhìn từ phía đuôi đèn hình, thì ba súng điện tử được bố trí như hình 3-22a và trục mỗi súng điện tử nghiêng khoảng 1° so với trục đèn hình.

+ Bên ngoài vỏ thủy tinh có

- Lớp dẫn điện phủ ở mặt ngoài phần loa.

- Cuộn lái tia, dùng để đồng thời làm lệch cả ba tia điện tử.

- Cơ cấu làm sạch màu: Cơ cấu này gồm hai xuyên nam châm vĩnh cửu, hình xuyên dẹt, để làm cho màu sắc trên toàn bộ màn hình đồng nhất khi không có tín hiệu màu cơ bản đặt nên đèn hình màu.

- Cơ cấu đồng quy và cơ cấu dịch ngang tia lam, dùng để đồng quy ba tia điện tử.

+ Ưu điểm của đèn hình màu màn dạng điểm

- Việc trộn màu hoàn hảo vì ba điểm RGB xếp thành tam giác đều đến mắt với các góc độ như nhau.

- Độ tinh màu cao vì có khoảng hở thẩm quang (không phát quang khi bị điện tử chạm vào giữa các điểm phosphor RGB).

Với hai ưu điểm này đèn hình màu màn dạng điểm nếu hiệu chỉnh đúng sẽ cho chất lượng màu cao nhất trong tất cả các loại đèn hình màu có từ trước tới nay.

+ Nhược điểm của đèn hình màu màn dạng điểm

- Cơ cấu hội tụ ba tia điện tử vào bộ ba sẽ rất khó khăn và phức tạp, kết quả thực sự vẫn không thể hoàn toàn đúng tuyệt đối.

- Hiệu suất kém vì để hiệu chỉnh được dễ dàng, diện tích các tia phải lớn hơn lỗ thùng (thường là diện tích các tia lớn gấp hai diện tích của lỗ). Điều này có nghĩa là sơ bộ đã có khoảng 1/2 cường độ tia bị bỏ phí vì vướng vào lưới đục lỗ.

- Hiệu suất lý thuyết của đèn hình màu là $1/3 = 33\%$ (mỗi tia quét ra chỉ tạo ánh sáng ở $1/3$ diện tích màn ảnh). Thực ra hiệu suất này bị giảm nhiều vì, các điểm phát quang là tròn lại nằm cách nhau để đảm bảo độ tinh màu. Nói khác đi, đèn màu màn dạng điểm đã không tận dụng hết diện tích màn ảnh để tạo ra ánh sáng.

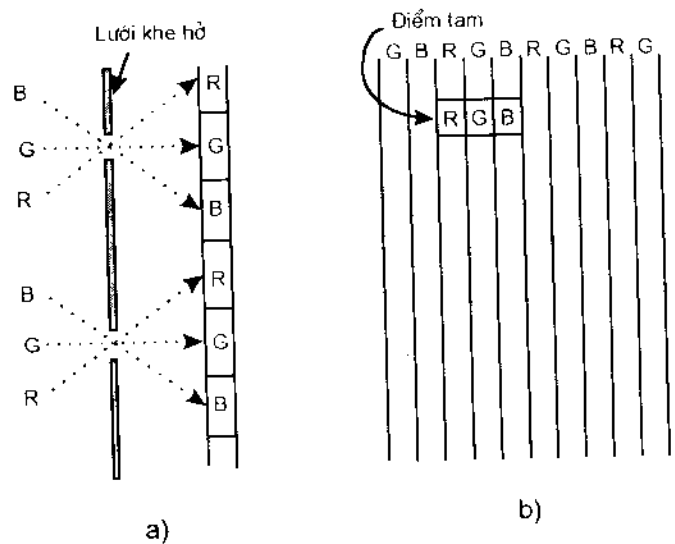
Vì hai lý do sau mà hiệu suất thực sự của đèn hình màu màn dạng điểm chỉ đạt khoảng $10\% \rightarrow 15\%$. Để đạt được độ sáng trên màn ảnh vẫn như cũ (như độ sáng của màn hình đen trắng), cả ba ống phóng tia sẽ phải làm cho cường độ tổng cộng lớn gấp 10 lần cường độ tia của một đèn hình đen trắng có độ sáng tương đương. Nói khác đi ống phóng tia mạnh có nghĩa là mau già và tuổi thọ của đèn kém. Với những nhược điểm như vậy nên đèn hình màu màn dạng điểm hiện tại ít gặp trong các máy thu hình màu.

b) Đèn hình màu Trinitron

Loại đèn hình màu trinitron chỉ có một hệ thống điện tử - quang học mà có khả năng tạo ra ba tia điện tử. Trinitron được chế tạo đầu tiên tại Nhật Bản, do hãng Sony sản xuất vào năm 1968 với những cải tiến như:

Ba ống phóng tia hay giờ được xếp ngang trên trục ngang. ống phóng G ở ngay chính tâm, còn hai ống R và B nằm ở hai bên và đối xứng nhau. Khung sáng G trên mặt đèn hình như vậy có vị trí chuẩn, nói khác đi, loại bỏ tất

cả các hiệu chỉnh của tia G. Hai tia đỏ và lơ sai đối xứng nhau như thế có thể thực hiện chung một mạch hiệu chỉnh, cứ tăng B lên bao nhiêu thì giảm R đi bấy nhiêu sao cho R và B trùng nhau. Các sai sót cần hiệu chỉnh là:



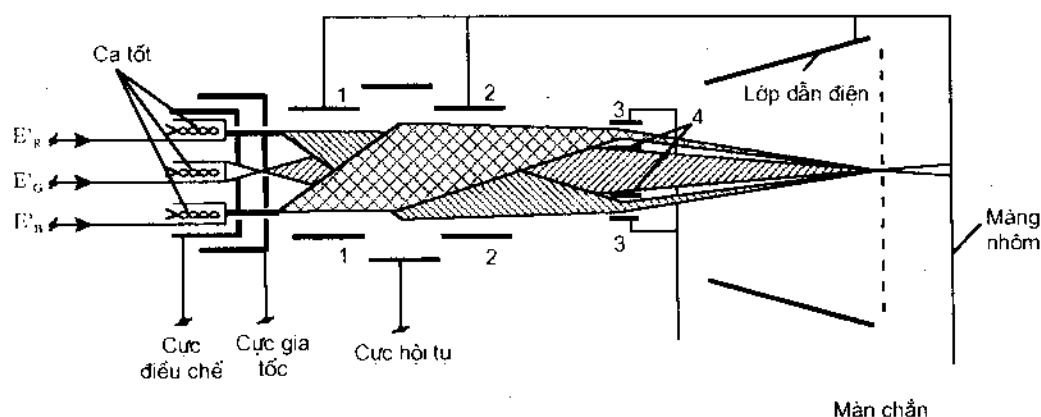
Hình 3-23. Sọc huỳnh quang và lưới khe hở.

- Theo chiều ngang, các tia đỏ và lam chỉ bị sai về vị trí chứ không bị nghiêng. Nói khác đi cần có hai hiệu chỉnh là R/G left - Vert và R/G Right - Vert.

- Theo chiều dọc (TOP Và BOT), các tia R và B chỉ bị sai nghiêng chứ không sai về vị trí. Do đó cũng chỉ cần hai hiệu chỉnh là R/B TOP - Horiz và R/B BOT - Horiz.

Màn huỳnh quang bây giờ gồm các sọc đỏ, lục và lam xếp xen kẽ nhau như hình 3-23. Lưới đục lỗ cũng thay đổi là các khe hở nằm song song với sọc lá cây. Ba tia RGB nằm ngang, tia lá cây đi thẳng chui qua khe đập vào sọc lá cây. Hai tia R và B được hội tụ tại khe và đập chéo vào các sọc huỳnh quang tương ứng của chúng (hình 3-23a). Điểm tam như vậy sẽ là ba điểm RGB nằm xếp theo chiều ngang.

Việc hiệu chỉnh hội tụ ngang bây giờ thay vì dùng cuộn dây thì dùng bản lệch song song. Điều này thực hiện được nhờ cấu tạo một ống phóng với ba tia ngang như hình 3-24. Cực gia tốc, cực hội tụ và anốt thứ hai (gồm 1 và 2) là chung cho cả ba tia điện tử.



Hình 3-24. Cấu trúc súng điện tử ở Trinitron.

Một lăng kính tích điện gồm có hai phiến trong bốn và hai phiến ngoài ba bằng kim loại để đồng quy ba tia điện tử.

+ Ưu điểm của Trinitron

- Loại bỏ gần như hoàn toàn việc hiệu chỉnh hội tụ. Mạch hội tụ điện tử còn lại đơn giản, ít tốn kém.

- Hiệu suất cao, giả sử không có khoảng cách an toàn cho các sọc huỳnh quang thì hiệu suất của Trinitron có thể đạt hiệu suất tối đa theo lý thuyết là $1/3 = 33\%$. Trong thực tế để đảm bảo độ tinh màu theo chiều ngang phải có một khe nhỏ thẩm quang (chất không phát ra ánh sáng khi bị điện tử đập vào) giữa các sọc và vì vậy hiệu suất của Trinitron chỉ còn từ $25 \rightarrow 30\%$. Đây là hiệu suất đạt được cao nhất so với tất cả các loại đèn màu khác và có thể vì lý do này cho đến nay hãng Sony vẫn còn sử dụng Trinitron.

- Hiệu suất cao $\rightarrow$ ống phóng tia không cần phải khỏe và nhờ vậy đèn Trinitron có tuổi thọ cao hơn.

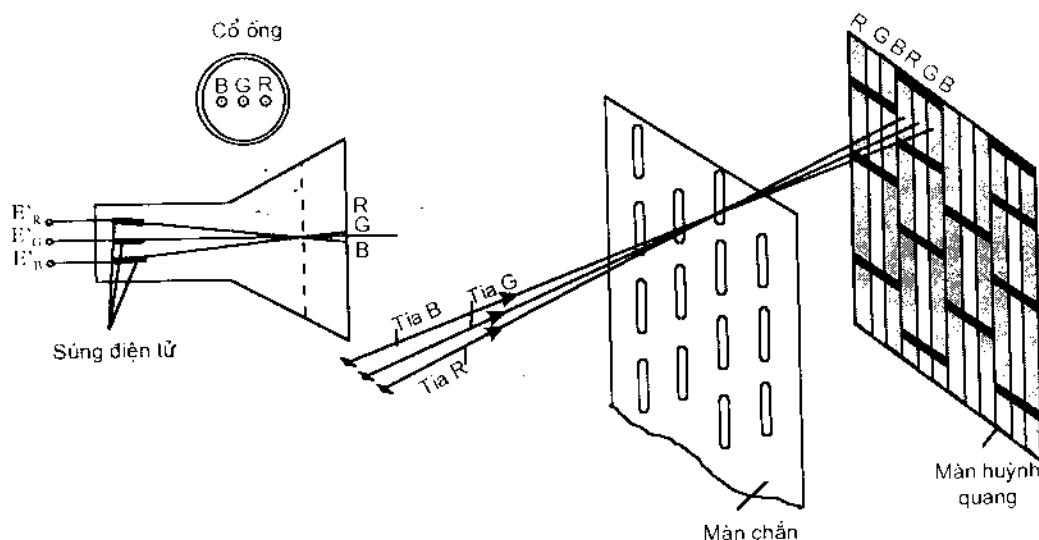
+ *Nhược điểm*

- Độ tinh màu theo chiều dọc kém vì để tận dụng hiệu suất của đèn, đường quét của dòng bên trên có thể bị nhòe vào đường quét của dòng bên dưới.

- Sự trộn màu không hoàn hảo vì điểm tam xếp thẳng hàng, góc độ đến mắt người của ba màu RGB không đồng đều.

c) *Đèn PIL (Precision In Line)*

Trinitron vừa ra đời đã được hưởng ứng ngay trong thương mại và đèn hình màu màn dạng điểm trên đường đào thái. Điều này đặt ra cho công nghiệp truyền hình màu của Mỹ yêu cầu phải cạnh tranh ráo riết với Sony. Vào những năm đầu của thập kỷ 70, hãng General Electric (Mỹ) tung ra đèn màu PIL.



Hình 3-25. Giản đồ cấu trúc đèn PIL.

Về cơ bản đèn PIL vẫn là đèn Trinitron, màn huỳnh quang gồm nhiều dải huỳnh quang dọc và mảnh, ba dải màu R, G, B hợp thành "bộ ba", giữa các dải huỳnh quang người ta phủ một chất có khả năng hấp thụ ánh sáng. Nhưng để tăng thêm chất lượng tinh màu theo chiều dọc, các sọc phát quang được ngắt ra từng quãng tương ứng với từng dòng một. Khe lưới hờ cũng phải thay đổi cho phù hợp và trước mỗi "điểm" G lại khoan một lỗ hình dạng giống như điểm G (hình 3-25). Điều này có nghĩa là đèn PIL hy sinh một số hiệu suất và hiệu suất đạt được trong thực tế chỉ còn 20 → 25%.

Việc hiệu chỉnh hội tụ tia điện tử vẫn còn, ở đây để đồng quy ba tia điện tử, dùng bốn xuyên nam châm vĩnh cửu đặt (hai xuyên 4 cực từ và hai xuyên 6 cực từ) quanh ở cổ đèn hình). Tuy nhiên, quá trình hiệu chỉnh này được thực hiện một lần tại hãng sản xuất và sau đó, các sửa chữa viên không còn bận tâm gì đến việc hiệu chỉnh hội tụ điện tử nữa.

Loại đèn hình màu PIL có nhiều ưu điểm so với đèn hình màu, màn dạng điểm:

- Màn hình sáng hơn là do màn chắn ít cản trở và diện tích màn huỳnh quang được chiếu sáng so với toàn bộ diện tích màn huỳnh quang cũng lớn hơn.

- Từ trường trái đất ít ảnh hưởng đến độ sạch màu trên toàn bộ màn, vì từ trường trái đất chủ yếu ảnh hưởng tới sự dịch chuyển của tia điện tử theo chiều thẳng đứng, nhưng đối với đèn hình PIL thì tia điện tử luôn bắn vào cùng một dải huỳnh quang.

- Ít cơ cấu điều chỉnh phụ, sử dụng đơn giản

Chương 4

CÁC HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU

4-1. HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU NTSC

1. Giới thiệu

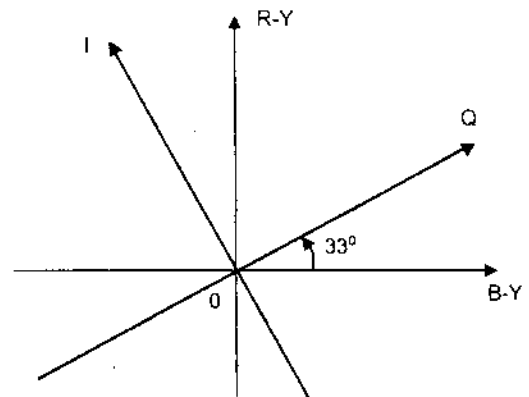
Năm 1950, hệ thống truyền hình màu NTSC (National Television Standard Committee) được hình thành tại Mỹ có tính tương hợp đầu tiên trên thế giới. Theo hệ NTSC, tín hiệu chói được tạo ra từ ba tín hiệu màu cơ bản và phát đi trong toàn dải tần dành cho hệ thống truyền hình đen - trắng thông thường. Tín hiệu chói được xác định theo biểu thức:

$$U'_Y = 0,299U'_R + 0,587U'_G + 0,114U'_B; \quad (4-1)$$

trong đó: U'_Y, U'_R, U'_G, U'_B - giá trị điện áp tín hiệu chói và ba màu cơ bản sau hiệu chỉnh gamma.

Tần số cao nhất của tín hiệu chói là 4,20 MHz. Hai tín hiệu khác được truyền đồng thời cùng một lúc với tín hiệu chói là hai tín hiệu mang tin tức về màu. Hệ NTSC cho phép dùng một tín hiệu màu có dải tần rộng và một tín hiệu màu có dải tần hẹp hơn, phối hợp độ rõ màu của ảnh truyền hình và khả năng chống lại các hiện tượng nhiễu giữa các tín hiệu màu sau mạch tách sóng đồng bộ. Để có thể "đán" các vạch phổ của tín hiệu màu vào tín hiệu chói, các tín hiệu màu được dịch phổ về phía trên bằng phép điều chế với tần số mang phụ xác định. Sự điều chế ở đây khá đặc biệt gọi là điều chế vuông góc, cho phép bằng một sóng mang phụ có thể mang đi hai tín tức độc lập, đó là hai tín hiệu màu.

Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ có các màu nằm theo hướng Q (hình 4-1) lệch pha 33° so với trục $B-Y$ (màu tím thiên về lơ) là mắt người phân tích kém nhất và dải tần tương ứng chỉ cần 0,5 MHz. Còn lại tất cả các hướng khác,



Hình 4-1. Quan hệ giữa hệ trục I, Q và (R-Y), (G-Y).

dải thông tương ứng đều xấp xỉ 1,5 MHz. Vì vậy, ở hệ NTSC không sử dụng hệ trục (R-Y) và (B-Y) mà hai tín hiệu màu tính theo hệ tọa độ I, Q và được gọi là tín hiệu U_I và U_Q . Tín hiệu màu U_I và U_Q được tính theo biểu thức:

$$U_I = (U_{R-Y})\cos 33^\circ - (U_{G-Y})\sin 33^\circ \quad (4-2)$$

$$U_Q = (U_{R-Y})\sin 33^\circ + (U_{G-Y})\cos 33^\circ \quad (4-3)$$

Hay:
$$U_I = 0,735U_{R-Y} - 0,268U_{B-Y} \quad (4-4)$$

$$U_Q = 0,487U_{R-Y} + 0,413U_{B-Y} \quad (4-5)$$

Việc xoay hệ trục đi 33° như trên giúp dải tần tín hiệu U_Q chỉ còn 0,5 MHz và dải tần tín hiệu U_I theo lý thuyết là 1,5 MHz trên thực tế cũng chỉ truyền 1,2 MHz. Với cách chọn trục như vậy có thể giảm thiểu tối đa sự phá rối của tín hiệu sắc vào tín hiệu chói, đồng nghĩa với việc thu hẹp dải thông tín hiệu sắc càng nhiều càng tốt.

2. Tín hiệu mang màu cao tần

Tín hiệu mang màu cao tần U_C mang hai tín tức màu khác nhau đó là U'_I và U'_Q (là các giá trị đã hiệu chỉnh gamma của U_I và U_Q). Tín hiệu U'_I điều chế biên độ một dao động hình cosin với tần số mang phụ là f_{sc} , còn tín hiệu U'_Q điều chế biên độ dao động hình sin cùng tần số f_{sc} .

Theo hình 4-2, từ tín hiệu điều chế U'_I và U'_Q , tại đầu ra của hai mạch điều biến cân bằng tín hiệu có dạng:

$$u_a = U'_I \cos(\omega_{sc}t + 33^\circ) \quad (4-6)$$

$$u_b = U'_Q \sin(\omega_{sc}t + 33^\circ); \quad (4-7)$$

trong đó: $f_{sc} = \frac{\omega_{sc}}{2\pi}$ là tần số mang phụ.

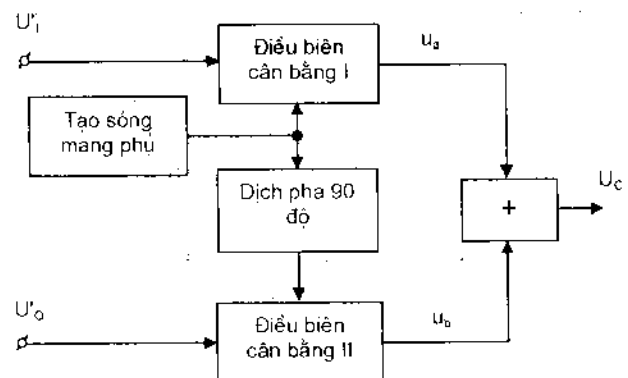
Bộ dịch pha 90° dùng để tạo dao động hình sin từ dao động cosin. Tín hiệu u_a và u_b được cộng tuyến tính tại mạch cộng, tín hiệu ra U_C sẽ mang toàn bộ tín tức về tính màu của ảnh cần truyền đi, tức tín hiệu màu:

$$U_C = U'_I \cos(\omega_{sc}t + 33^\circ) + U'_Q \sin(\omega_{sc}t + 33^\circ) = U_m \sin(\omega_{sc}t + \varphi); \quad (4-8)$$

Hay viết cách khác:

$$U_C = A \sin(\omega_{sc}t + \varphi) \quad (4-9)$$

trong đó: A - độ dài của vector tín hiệu màu.



Hình 4-2. Điều chế vuông góc.

$$A = \sqrt{U_I'^2 + U_Q'^2} \quad (4-10)$$

và φ là pha tín hiệu màu:

$$\varphi = \arctg \frac{U_I'}{U_Q'} + 33^\circ \quad (4-11)$$

Ta biết rằng tín hiệu U_I và U_Q triệt tiêu khi ảnh truyền đi là đen - trắng, do đó A cũng triệt tiêu khi độ thuần khiết bằng 0, tức là A biểu thị độ thuần khiết. Với các màu khác nhau thì có các cặp giá trị U_I' và U_Q' khác nhau, tương ứng góc φ khác nhau. Vậy góc φ biểu thị sắc độ của màu được truyền đi.

Theo biểu thức (4-2) và (4-3), có thể thay các giá trị U_I' , U_Q' bằng các giá trị U_{RY} và U_{BY} , lúc đó chúng ta có:

$$U_C = (U_{RY}') \cos \omega_{sc} t + (U_{BY}') \sin \omega_{sc} t \quad (4-12)$$

Hay:

$$U_C = \sqrt{(U_{RY}')^2 + (U_{BY}')^2} \sin \omega_{sc} t + \arctg \frac{U_{RY}'}{U_{BY}'} \quad (4-13)$$

So sánh với (4-8), ta có:

$$\left. \begin{aligned} A &= \sqrt{U_I'^2 + U_Q'^2} = \sqrt{(U_{RY}')^2 + (U_{BY}')^2} \\ \varphi &= \arctg \frac{U_I'}{U_Q'} + 33^\circ = \arctg \frac{U_{RY}'}{U_{BY}'} \end{aligned} \right\} \quad (4-14)$$

Hình 4-3 thể hiện dạng tín hiệu điều biên nén:

- Ở hình 4-3a, tín hiệu giả sử là hình sin có biên độ $v(t) = V \sin 2\pi f t$.
- Ở hình 4-3b là sóng mang phụ $f_{sc} = 3,58 \text{ MHz}$ có biên độ $v_0(t) = V_0 \sin 2\pi f_{sc} t$ với $V_0 \gg V$.
- Ở hình 4-3c là sóng điều biên thông thường, trong đó biên độ của sóng mang phụ thay đổi theo dạng của tín hiệu, tần số vẫn giữ nguyên là 5,8 MHz. Để ý là biên độ của sóng điều biên thông thường phải cao tối thiểu là gấp hai lần biên độ của tín hiệu.
- Ở hình 4-3d, để có sóng điều biên nén ta hãy tưởng tượng nén cả hai đỉnh của sóng điều biên thông thường lại, nén cho tới khi tại mức zero của tín hiệu (cả ở mức trên lẫn mức dưới) nhập đỉnh vào nhau ngay tại mức zero của sóng mang phụ.

Như vậy trong sóng điều biên nén:

- Tần số sóng mang phụ vẫn giữ nguyên.
- Biên độ đỉnh-đỉnh bằng chính biên độ đỉnh-đỉnh của tín hiệu.

- Tại mức mà tín hiệu bằng 0, thì biên độ của sóng điều biên nén cũng bằng 0. Nói khác đi trong mạch điều biên nén khi không có tín hiệu ($= 0$) thì cũng không còn sóng mang phụ nữa.

- Mỗi khi điện áp tín hiệu đổi chiều từ + sang - hay ngược lại thì sóng mang phụ lại đảo pha 180° .

Như vậy tín hiệu màu của hệ thống NTSC là tín hiệu điều biên, điều pha có tần số bằng tần số sóng mang phụ.

3. Chọn tần số sóng mang phụ

Như đã biết, để nhiễu của tín hiệu mang màu cao tần đối với kênh tín hiệu chói ít nhất cần chọn tần số mang phụ theo biểu thức:

$$f_{sc} = (2n + 1)(f_H/2); \quad (4-15)$$

trong đó: n - một số nguyên dương;
 f_H - tần số dòng; f_{sc} - tần số sóng mang phụ.

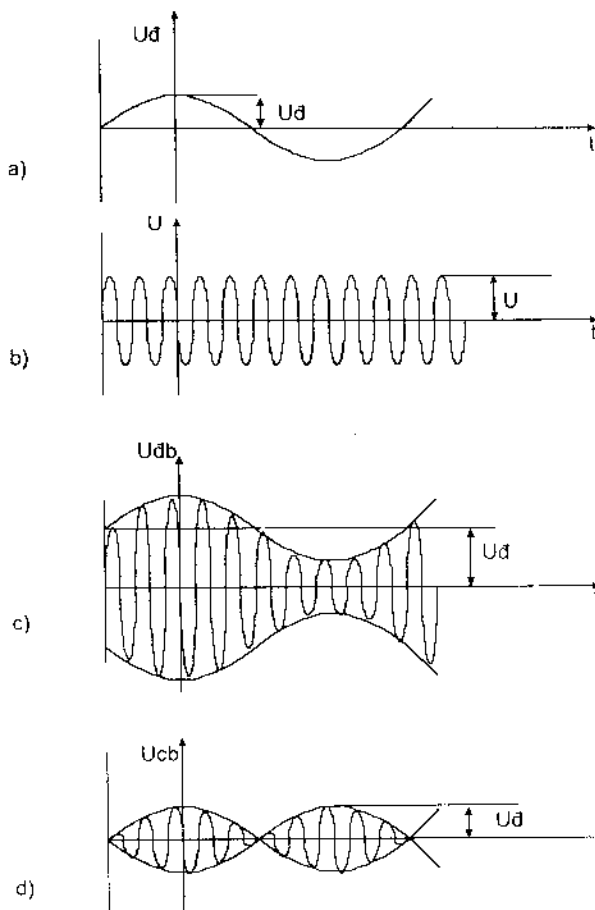
Với f_{sc} bằng một số lẻ lần nửa tần số dòng, phổ của tín hiệu màu sau điều chế sẽ xen kẽ với phổ của tín hiệu chói. Thông tin về màu sắc của ảnh cần truyền được truyền trong cùng dải phổ của tín hiệu truyền hình đen - trắng.

Để tránh can nhiễu vào tín hiệu chói, hiệu giữa trung tần tiếng và sóng mang màu cũng phải bằng một số lẻ lần nửa tần số dòng. Nói một cách khác, trung tần tiếng (f_m) phải bằng một số nguyên lần tần số dòng:

$$f_m = nf_H \quad (4-16)$$

Mặt khác, hệ NTSC ra đời trong môi trường đã tồn tại truyền hình đen - trắng theo tiêu chuẩn FCC trong nhiều năm. Trung tần tiếng của hệ FCC đã được xác định bằng 4,5 MHz. Vì vậy, với hệ NTSC tiêu chuẩn ($\tau = 525$ dòng) chọn $n = 286$ sẽ thỏa mãn điều kiện (4-16), ta có:

$$+ \text{Tần số dòng: } f_H(NTSC) = \frac{4,5 \cdot 10^6}{286} \approx 15734,264 \text{ Hz} \quad (4-17)$$



Hình 4-3. Dạng tín hiệu ra ở mạch điều biên nén

+ Tần số mang:
$$f_v = 2 \frac{f_H}{z} = 59,94 \text{ Hz} \quad (4-18)$$

+ Theo (4-15) ta có:
$$f_{sc} = (2n + 1)(f_H/2) \approx 3,58 \text{ MHz} \quad (4-19)$$

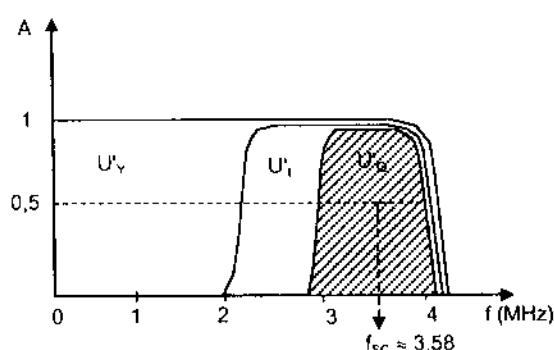
Với hệ NTSC 625 dòng, chọn $n = 283$ ta có $f_H = 15625 \text{ Hz}$ và $f_v = 50 \text{ Hz}$, cho nên:

$$f_{sc} = (2n + 1)(f_H/2) \approx 4,43 \text{ MHz} \quad (4-20)$$

Với tần số mang phụ như vậy, pha của dao động đổi 180° khi chuyển từ dòng này sang dòng khác. Nếu thực hiện quét cách dòng, thì dòng 1 ngược pha với dòng 3, dòng 5 ngược pha với dòng 3 v.v... Nghĩa là các dòng 1, 5, 9, 13, ... có pha trùng nhau và ngược pha các dòng 3, 7, 11, 15, ... suy ra cứ sau 4 dòng thì pha giống như cũ. Các dòng thuộc màn chắn 2, 4, 6, ... có pha ngược với các dòng lẻ tương ứng 1, 3, 5, ... Sau một ảnh đầy đủ (sau 625 dòng đối với hệ OIRT) thì pha của tất cả các dòng ngược nhau so với ảnh trước.

4. Phổ tần của các tín hiệu truyền hình màu đầy đủ hệ NTSC

Tín hiệu màu đầy đủ trong hệ NTSC bao gồm tín hiệu chói, tín hiệu hiệu màu, xung tắt đầy đủ, xung đồng bộ đầy đủ và tín hiệu đồng bộ màu. Phổ tần tín hiệu truyền hình màu đầy đủ được vẽ trên hình 4-5. Dải tần của tín hiệu chói từ $(0 \div 4,2) \text{ MHz}$, của tín hiệu hiệu màu U'_Q từ $(3 \div 4,2) \text{ MHz}$, của tín hiệu hiệu màu U'_I từ $(2,3 \div 4,2) \text{ MHz}$. Cả hai dải biên tần của tín hiệu U'_Q đều được truyền sang phía thu còn tín hiệu U'_I bị nén một phần biên tần trên.

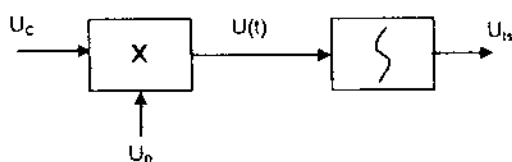


Hình 4-5. Phổ tần của tín hiệu truyền hình màu đầy đủ hệ NTSC.

5. Tín hiệu đồng bộ màu

Sau khi tách tín hiệu mang màu cao tần ra khỏi tín hiệu chói, tín hiệu mang màu cao tần được đưa vào bộ tách sóng (hình 4-6) để tạo lại tín hiệu mang màu tần số cơ sở (tần số video) là U'_I và U'_Q .

Bộ tách sóng tín hiệu mang màu thường là tách sóng đồng bộ (còn gọi là tách sóng nhân). Trong máy thu hình cần phải có mạch tạo ra dao động tần số mang phụ có tần số và pha đồng bộ với tần số và pha của dao động tần số mang phụ ở bên phát. Dao động đó cũng được đưa vào bộ tách sóng để tạo ra tích số:



Hình 4-6. Bộ tách sóng tín hiệu mang màu.

$$U(t) = U_o \times U_c = U_o[U'_o \sin(\omega t + 33^\circ) + U'_p \cos(\omega t + 33^\circ)] \quad (4-21)$$

Trong đó: $U_o = a \sin(\omega t + \alpha)$ là dao động tần số mang phụ tạo ra ở bên thu.

Như $\alpha = 33^\circ$ ta có:

$$U(t) = a U'_o \sin^2(\omega t + 33^\circ) + a U'_p \cos(\omega t + 33^\circ) \sin(\omega t + 33^\circ) \quad (4-22)$$

$$U(t) = \frac{1}{2} a U'_o - \frac{1}{2} a U'_o \cos 2(\omega t + 33^\circ) + \frac{1}{2} a U'_p \sin 2(\omega t + 33^\circ) \quad (4-23)$$

Dùng mạch tích phân để lọc bỏ các thành phần tần cao:

$$U_{\omega} = \frac{1}{2} a U'_o \quad (4-24)$$

Như $\alpha = 33^\circ + 90^\circ$ ta có:

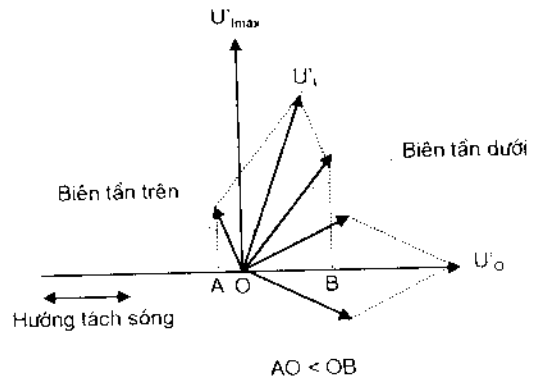
$$U_o = a \sin(\omega t + 33^\circ + 90^\circ) = a \cos(\omega t + 33^\circ) \quad (4-25)$$

$$U_{\omega} = \frac{1}{2} a U'_p \quad (4-26)$$

Khi $\alpha = 33^\circ$ thì vector biểu thị U_o trùng hướng với thành phần $U'_o \sin(\omega t + 33^\circ)$, ta nói tách sóng theo hướng của vector U'_o . Khi $\alpha = 33^\circ + 90^\circ$ ta nói tách sóng theo hướng vector U'_p . Có thể thấy rằng tách sóng theo hướng vector U'_o thì các thành phần vector vuông góc với vector U'_o sẽ không tạo ra sản phẩm ở đầu ra bộ tách sóng. Hay nói cách khác, sản phẩm tạo ra sau tách sóng chỉ tỉ lệ với hình chiếu của vector U_c trên hướng tách sóng.

Ta thử xét điện áp ra sau tách sóng khi tách sóng theo hướng vector U'_o và thành phần U'_p có hai biên tần không đối xứng. Nếu hai biên tần của thành phần U'_p không đối xứng thì hình chiếu của chúng trên hướng U'_o sẽ không bù trừ nhau, tổng của chúng khác 0 do đó tách theo hướng U'_o vẫn tồn tại một phần tín hiệu U'_p , đó là sự lẫn của màu, hay sự sai màu.

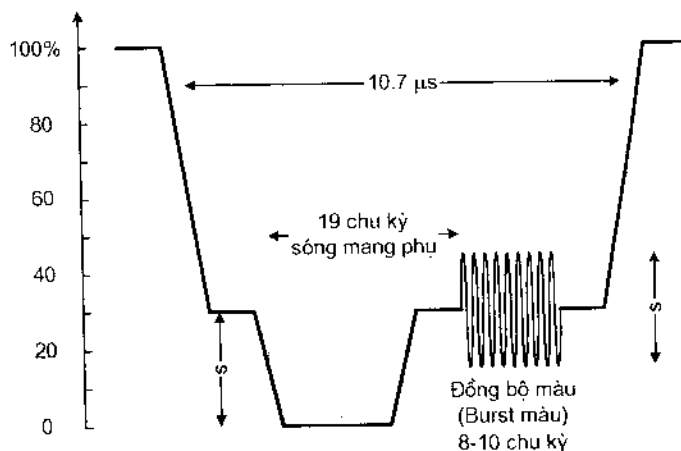
Trên hình 4-7 cho thấy các hình chiếu $AO < OB$, nghĩa là sau tách sóng theo hướng U'_o , không những chỉ có tín hiệu U'_o mà có lẫn cả thành phần U'_p tỉ lệ hiệu số $(OB - AO)$, tín hiệu U_o ở bên máy thu cần có pha ổn định và đồng bộ với tín hiệu đó ở bên máy phát. Để có thể tạo ra tín hiệu U_o , từ bên phát người ta truyền đi các chuỗi dao



Hình 4-7. Tách sóng theo hướng U'_o khi các biên tần của U'_p không đối xứng.

động chuẩn về tần số và pha, đó là tín hiệu đồng bộ màu (Colour Burst), để thực hiện đồng bộ và đồng pha cường bức sóng mang phụ được tạo ra ở máy thu, hình 4-8.

Tín hiệu đồng bộ màu là chuỗi xung gồm 8 đến 10 chu kỳ, có tần số đúng bằng tần số mang màu $f_{sc} = 3,58 \text{ MHz}$ được đặt ở sườn phía sau của các xung xoá dòng, có biên độ định bằng $0,9S$ (S là chiều cao xung đồng bộ dòng hình) trừ 9 dòng đầu của xung tắt màn hình.



Hình 4-8. Xung đồng bộ màu hệ NTSC.

Từ những chuỗi dao động ngắn và dứt quãng được phát đi ở vị trí vai sau của xung đồng bộ dòng, người ta tạo ra tín hiệu U_0 liên tục từ bộ so sánh pha để tự động điều chỉnh pha và tần số của bộ dao động tần số f_{sc} ở trong máy thu. Tín hiệu pha của màu làm nhiệm vụ tín hiệu chuẩn để là căn cứ cho việc so sánh pha và điều chỉnh pha của bộ dao động tần số mang phụ f_{sc} trong máy thu.

Tín hiệu đồng bộ màu được đặt ở thêm sau xung tắt dòng nên không ảnh hưởng đến việc đồng bộ mạch quét dòng trong máy thu hình.

6. Bộ mã hoá tín hiệu màu hệ NTSC

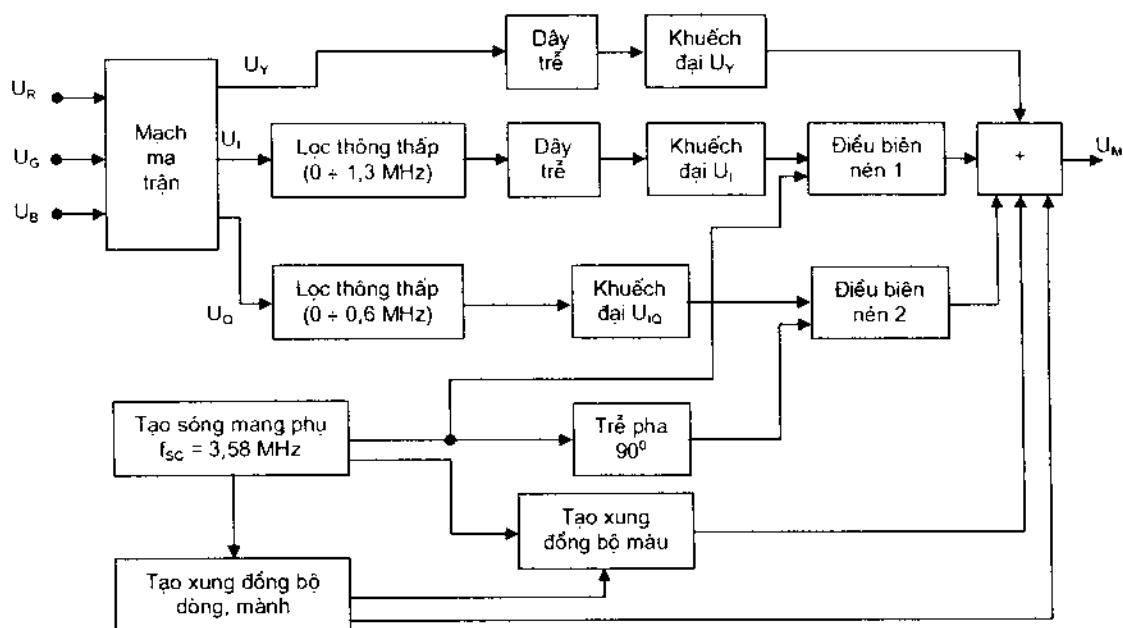
Hình 4-9 là sơ đồ khối đơn giản của bộ lập mã màu ở hệ NTSC. Trong sơ đồ này không vẽ các mạch khuếch đại, mạch ghim, mạch vi phân v.v...

+ Mạch ma trận: nhận điện áp tín hiệu màu cơ bản U_R, U_G, U_B để tạo ra các tín hiệu độ chói U_Y và hai tín hiệu hiệu màu U_I, U_Q theo công thức (4-1), (4-4) và (4-5).

- Tín hiệu độ chói U_Y có dải tần rộng từ 0 đến 4,2 MHz nên phải qua dây trễ để làm chậm tín hiệu lại, sau đó đưa qua bộ khuếch đại U_Y để khuếch đại điện áp tín hiệu đủ lớn cung cấp cho bộ cộng.

- Tín hiệu U_I sau khi qua mạch lọc thông thấp có dải tần từ 0 đến 1,3 MHz, dải tần này rộng hơn dải tần của tín hiệu U_Q , nên cũng phải đưa qua dây trễ, rồi đưa tới bộ khuếch đại U_I để khuếch đại điện áp đủ lớn.

- Tín hiệu U_Q sau khi qua mạch lọc thông thấp có dải tần hẹp nhất từ 0 đến 0,6 MHz, do đó tín hiệu này không qua dây trễ mà đưa thẳng tới bộ khuếch đại điện áp U_Q .



Hình 4-9. Sơ đồ khối bộ lập mã màu ở hệ NTSC.

+ Bộ tạo sóng mang phụ f_{sc} : Đây là bộ dao động tự kích có nhiệm vụ tạo ra tần số $f_{sc} = 3,58 \text{ MHz}$. Tần số f_{sc} được đưa trực tiếp tới bộ điều chế biên độ tín hiệu U_I , đồng thời tần số f_{sc} được đưa qua bộ trễ pha 90° rồi đưa tới bộ điều chế biên độ tín hiệu U_Q .

+ Bộ điều biên nén (S.A.M = Suppress amplitude modulator): trước khi đưa tín hiệu sắc tổng hợp với tín hiệu chói, ta phải điều biên nén tín hiệu U_I và U_Q vào sóng mang phụ f_{sc} .

Điều biên nén có nhiệm vụ lấy tín hiệu sắc điều chế biên độ vào sóng mang phụ f_{sc} sau đó nén tần số mang phụ f_{sc} và chỉ đưa ra hai dải biên tần trên và dải biên tần dưới.

+ Bộ điều biên nén 1 có nhiệm vụ lấy tín hiệu hiệu màu U_I điều biên nén vào tần số mang màu phụ f_{sc} , để cho ra tín hiệu song biên nén tần số mang.

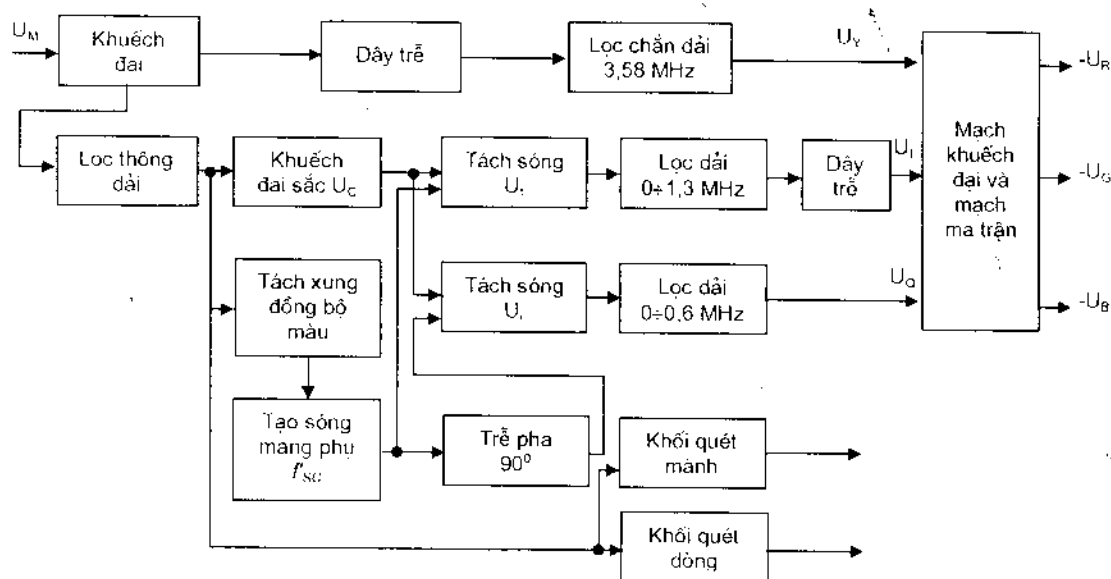
+ Bộ điều biên nén 2 có nhiệm vụ lấy tín hiệu hiệu màu U_Q điều biên nén vào tần số mang màu phụ f_{sc} đã trễ pha 90° , để cho ra tín hiệu song biên nén tần số mang.

+ Bộ cộng có nhiệm vụ tổng hợp các tín hiệu độ chói U_Y , tín hiệu sắc U_C , xung đồng bộ dòng, xung đồng bộ mảnh và xung đồng bộ màu để tạo thành tín hiệu tổng hợp U_{MT} .

7. Bộ giải mã tín hiệu màu hệ NTSC

Sơ đồ chức năng bộ giải mã màu hệ NTSC vẽ trên hình 4-10.

+ Bộ khuếch đại tín hiệu màu tổng hợp nhận tín hiệu màu tổng hợp U_M rồi khuếch đại, ở đầu ra của bộ khuếch đại ta lấy được hai tín hiệu: độ chói U_Y và tín hiệu sắc U_C .



Hình 4-10. Sơ đồ chức năng bộ giải mã màu hệ NTSC.

+ **Kênh chói:** Dây trễ dải rộng có dải thông tần 4,2 MHz và thời gian trễ khoảng $(0,3 \div 0,7) \mu s$, để cho tín hiệu chói và các tín hiệu hiệu màu của một phần tử ảnh đến mạch ma trận hoặc đèn hình màu cùng một lúc. Ở đây cần có sự phối hợp trở kháng tại lối vào và lối ra của dây trễ. Nếu không có sự phối hợp tốt sẽ xuất hiện tín hiệu phản xạ, sinh ra sóng đứng; do đó có nhiều đường viền trên ảnh truyền hình. Mạch lọc chắn dải sẽ nén sóng mang phụ và các thành phần phổ của tín hiệu màu gần f_{sc} nhằm giảm ảnh hưởng của tín hiệu màu đến chất lượng ảnh truyền hình màu.

Khi có mạch lọc chắn dải trong kênh chói, dải thông kênh chói thu hẹp. Vì vậy, lúc thu chương trình truyền hình đen trắng phải tìm cách làm cho mạch lọc chắn dải mất tác dụng.

Mạch ghim sẽ khôi phục thành phần trung bình của tín hiệu chói (nếu bị mất) trước khi đặt nó lên mạch ma trận.

+ **Kênh màu:** Mạch lọc thông dải chọn lấy tín hiệu màu, tín hiệu đồng bộ màu và nén các thành phần tần thấp của tín hiệu chói nằm ngoài phổ tần tín hiệu màu.

Mạch khuếch đại sắc U_C là bộ khuếch đại cộng hưởng nhằm khuếch đại điện áp tín hiệu sắc U_C tại tần số $f_{sc} = 3,58 \text{ MHz}$ và đưa hai tín hiệu song biên nén tần số mang tới các bộ tách sóng tín hiệu song biên.

Bộ tạo sóng mang phụ f_{sc} có nhiệm vụ tạo lại tần số sóng mang phụ f_{sc} . Để tần số tự tạo luôn đồng bộ với phát, bộ tạo sóng f_{sc} làm việc dưới sự điều khiển của xung đồng bộ màu f_{sc} .

Bộ tách sóng tín hiệu sắc có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu song biên thành tín hiệu điều biên, sau đó tách sóng điều biên để lấy tín hiệu U_I và U_Q .

- Mạch tách sóng U_I nhận tín hiệu song biên và tần số mang màu tự tạo f_{sc} để đổi tín hiệu song biên thành tín hiệu điều biên. Sau đó tách sóng điều biên để lấy tín hiệu màu U_{RY} hay U_I . Do dải tần của U_I rộng (0÷1,3) MHz, nên tín hiệu này phải qua dây trễ để tín hiệu chậm lại.

- Mạch tách sóng U_Q nhận tín hiệu song biên và tần số mang tự tạo f_c đã trễ pha 90° , để đổi tín hiệu song biên thành tín hiệu điều biên. Sau đó, tách sóng điều biên để lấy tín hiệu hiệu mẫu U_{BY} hay U_Q .

- + Mạch khuếch đại và mạch ma trận: Khối này có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu màu U_{RY} và U_{BY} thành U_{GY} sau đó khuếch đại ba tín hiệu hiệu màu U_{RY} , U_{GY} và U_{BY} .

8. Đặc điểm của hệ thống truyền hình màu NTSC

Hệ thống NTSC ra đời rất sớm, do đó nó đã được thử nghiệm trong thời gian khá dài, kinh nghiệm tích lũy về hệ thống này khá phong phú. Tuy nhiên vì còn tồn tại nhiều nhược điểm cho nên nó không được sử dụng ở châu Âu và nơi khác.

Ưu điểm chính của hệ thống NTSC là đơn giản, thiết bị mã hoá và giải mã không phức tạp vì vậy giá thành thiết bị thấp hơn so với thiết bị của các hệ thống khác.

Khuyết điểm chính của hệ thống NTSC là rất dễ bị sai màu khi hệ thống truyền tín hiệu màu không lý tưởng và có nhiễu.

Sau đây chúng ta xét một số đặc điểm khác:

- Méo gây ra do dải tần tín hiệu mang màu bị hạn chế: Vì dải tần tín hiệu mang màu bị hạn chế nên sinh ra sự nhoè ranh giới giữa các dải màu thuần khiết nằm kế nhau theo chiều ngang, làm cho độ chói bị giảm thấp ở vùng giới hạn các dải màu và ở các chi tiết màu nhỏ.

- Méo gây ra do dải tần của hai tín hiệu mang màu khác nhau: Sự sai khác dải tần của U_I và U_Q dẫn đến sự sai màu ở vùng độ chói biến đổi đột ngột, bởi vì tại đó tốc độ thay đổi của U_I và U_Q không giống nhau, do đó góc pha φ thay đổi theo thời gian. Sự sai khác dải tần còn làm thay đổi giới hạn của các vùng màu trong đồ thị màu.

- Nhiễu của tín hiệu chói vào kênh màu: Khi tín hiệu chói có các đột biến hoặc chứa các thành phần tần số cao thì dưới tác dụng của nó, đầu ra của bộ lọc thông dải tần số f_{sc} sẽ xuất hiện các dao động tần số mang phụ. Các dao động này được tách sóng và gây nhiễu cho tín hiệu màu. Bởi vì tín hiệu mang màu cao tần là điều biên, cho nên loại nhiễu kể trên rất khó khắc phục. Chính nhiễu này làm các chi tiết ảnh đen - trắng trở nên có màu khi có kích thước thích hợp.

- Nhiều lần nhau giữa các tín hiệu mang màu do phát hai biên tần không đối xứng: Khi hai biên tần của thành phần U_I không đối xứng thì trong tín hiệu U_Q nhận được sau tách sóng có lẫn thành phần U_I . Sự lẫn màu này xảy ra càng nghiêm trọng nếu đặc tuyến tần số máy phát và máy thu bị sai lệch.

Những đặc điểm nêu trên là các nhược điểm thuộc bản chất của hệ thống NTSC. Những nhược điểm đó tồn tại ngay cả khi hệ thống truyền tín hiệu có thông số là lý tưởng và không có nhiễu.

4-2. HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU PAL

Hệ truyền hình NTSC tồn tại một số nhược điểm như sự nhạy cảm của tín hiệu màu với méo pha, và méo pha vì sai - do sự biến đổi pha sóng mang phụ, làm cho màu sắc của ảnh khôi phục không được chính xác. Thiết bị của hệ thống đòi hỏi có độ chính xác cao. Để khắc phục nhược điểm của hệ thống NTSC, nhiều hệ truyền hình màu đã lần lượt ra đời và có những khác biệt so với hệ NTSC. Hệ truyền hình PAL là hệ truyền hình màu được CHLB Đức nghiên cứu và được xem là hệ tiêu chuẩn từ năm 1966. Đây là hệ truyền hình đồng thời, nó đồng thời truyền tín hiệu chói và hai tín hiệu hiệu màu.

1. Tín hiệu PAL và phương pháp điều chế

Tín hiệu chói U_Y của hệ PAL cũng được xác định theo biểu thức (4-1). Dải tần tín hiệu video hệ PAL rộng 5 MHz, tương thích với tiêu chuẩn quét 625/50. Tín hiệu màu được ghép kênh theo tần số cùng tín hiệu chói để truyền đi. Hai tín hiệu hiệu màu là:

$$U_V = 0,877(U_R - U_Y) = 0,615U_R - 0,515U_G - 0,100U_B \quad (4-27)$$

$$U_U = 0,493(U_B - U_Y) = -0,147U_R - 0,2939U_G + 0,437U_B \quad (4-28)$$

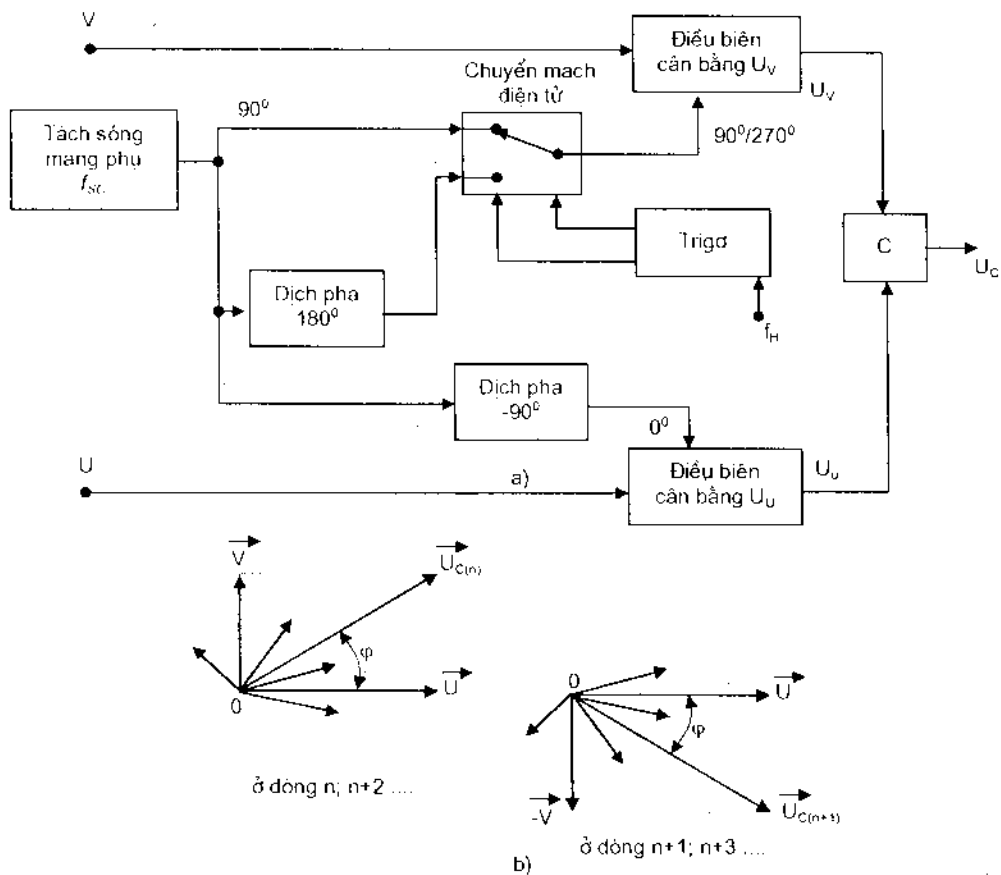
Hai tín hiệu hiệu màu U_U và U_V có độ rộng dải tần bằng nhau và bằng 1,3 MHz. Cũng như ở hệ NTSC, hai tín hiệu hiệu màu U_U và U_V điều chế trên một sóng mang phụ theo phương thức điều chế vuông góc. Nhưng khác hệ NTSC ở chỗ: thành phần mang tín hiệu U_V đảo pha (góc pha thay đổi 180°) theo từng dòng quét. Việc đảo pha này xảy ra trong thời gian quét ngược của dòng. Trên hình 4-11a là sơ đồ chức năng của bộ điều chế vuông góc. Ở đây, đảo pha sóng mang phụ đặt lên mạch điều chế ĐBCB(U_V) theo từng dòng quét. Trên hình 4-11b là đồ thị vector tín hiệu màu u_m ở hai dòng liên tiếp về thời gian; và để đơn giản, vẽ với điều kiện màu sắc trên hai dòng ấy giống nhau.

Như vậy, tín hiệu màu ở hệ PAL:

$$u_C = u_Y + u_m = \pm U_V \cos \omega_{sc} t + U_U \sin \omega_{sc} t = U_C \sin(\omega_{sc} t \pm \varphi) \quad (4-29)$$

Và tín hiệu hình màu:

$$U_m = U'_Y \pm U_V \cos \omega_{sc} t + U_U \sin \omega_{sc} t \quad (4-30)$$



Hình 4-11. Bộ điều chế vuông góc ở hệ PAL (a), và vector tín hiệu màu ở hai dòng liên tiếp về thời gian (b).

Biên độ tín hiệu màu:

$$A = \sqrt{U_V^2 + U_C^2} \quad (4-31)$$

Góc pha tín hiệu màu:

$$\varphi = \arctg \frac{U_V}{U_U} \quad (4-32)$$

Việc đảo pha thành phần sóng mang phụ mang tín hiệu hiệu màu U_V ở hệ *PAL* là nhằm giảm ảnh hưởng của méo pha tín hiệu màu (với bất kỳ nguyên nhân nào, chẳng hạn méo pha - vi sai v.v...) đến chất lượng ảnh màu khôi phục. Điều này có thể giải thích nhờ biểu thức (4-29).

Để đơn giản việc phân tích, giả thiết:

- Tín tức trên hai dòng kế nhau hoàn toàn giống nhau (trên thực tế khác nhau không đáng kể).

- Đường truyền, chỉ gây méo pha đối với tín hiệu màu, chứ không gây méo biên độ (tức chỉ thay đổi góc φ của vector tín hiệu màu, chứ không thay đổi độ dài vector).

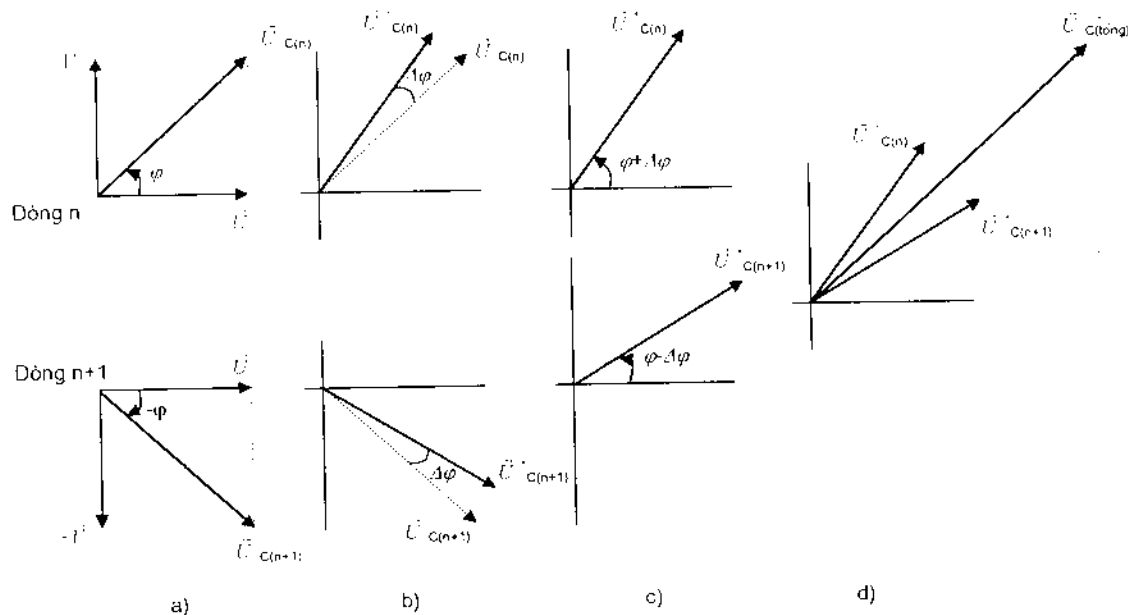
- Méo pha của tín hiệu màu ở hai dòng liên tiếp khác nhau rất ít nên có thể xem góc sai pha $\Delta\varphi$ trên hai dòng liên tiếp bằng nhau.

Tuy có những giả thiết như vậy, song nó không ảnh hưởng đến các kết luận được rút ra.

$\vec{U}_{C(n)}$ và $\vec{U}_{C(n+1)}$ trên hình 4-12a là các vector tín hiệu màu ở dòng thứ n và dòng thứ $(n+1)$ khi truyền màu mặt chín không méo pha. Nếu như, sau khi qua đường truyền, tín hiệu màu có méo pha với góc độ $\Delta\varphi$, thì vector của nó được biểu diễn bởi $\vec{U}_{C(n)}^*$ và $\vec{U}_{C(n+1)}^*$ tương ứng (về giá trị méo pha ở dòng thứ n và dòng thứ $(n+1)$ giả sử bằng nhau, còn chiều của nó không đổi), hình 4-12b. Ở bên thu, trước tiên phải khôi phục lại pha của tín hiệu màu ở dòng thứ $(n+1)$ rồi cộng với tín hiệu màu ở dòng thứ n theo phép cộng vector, hình 4-12c. Vector $\vec{U}_{C(tổng)}$ là tín hiệu màu nhận được sau khi cộng, hình 4-12d.

Từ hình 4-12d thấy rằng:

- Khi tín hiệu màu không có méo pha ($\Delta\varphi = 0$), góc pha giữa $\vec{U}_{C(tổng)}$ với trục $+U$ vẫn là φ , còn độ dài vector $\vec{U}_{C(tổng)}$ lớn gấp hai độ dài vector $\vec{U}_{C(n)}$.



Hình 4-12. Đồ thị vector giải thích cơ chế giảm ảnh hưởng của méo pha tín hiệu màu ở hệ PAL.

- Khi tín hiệu màu có méo pha, dù cho $\Delta\varphi$ có giá trị bất kỳ, góc pha giữa $\vec{U}_{\text{cổng}}$ và trục $+U$ vẫn không đổi, vẫn là φ , nhưng độ dài vector $\vec{U}_{\text{cổng}}$ nhỏ hơn $2\vec{U}_{\text{cổng}}$. Góc $\Delta\varphi$ càng lớn, độ dài vector $\vec{U}_{\text{cổng}}$ càng nhỏ và được tính bằng:

$$\vec{U}_{\text{cổng}} = 2U_c \cos \Delta\varphi \quad (4-33)$$

Vì vậy, khi truyền qua đường truyền có méo pha, dù góc $\Delta\varphi$ bất kỳ, ảnh khôi phục lại của hệ PAL cũng không bị sai màu, song độ bão hoà màu của nó lại giảm theo quan hệ $\cos \Delta\varphi$. Nếu như $\Delta\varphi$ không thay đổi theo thời gian, có thể bù sự giảm nhỏ độ bão hoà màu này bằng cách tăng tương ứng độ khuếch đại của kênh màu ở bộ giải mã màu. Còn nếu như $\Delta\varphi$ thay đổi trong quá trình truyền chương trình, thì độ bão hoà màu của ảnh truyền hình màu luôn thay đổi.

Song do đặc điểm của mắt là kém nhạy với sự thay đổi độ bão hoà màu so với sự thay đổi sắc màu, cho nên khi $\Delta\varphi$ không lớn lắm, chất lượng ảnh truyền hình màu vẫn tốt.

Ở bộ giải mã màu, việc cộng tín hiệu màu của hai dòng liên tiếp thường thực hiện bằng dây trễ có thời gian trễ t_H (với hệ 626 dòng $t_H = 64 \mu s$), cũng có thể cộng hình ảnh của chúng tại vòng mạc của mắt nhờ hiện tượng lưu ảnh (sử dụng ở máy thu hình PAL-S).

2. Tần số sóng mang phụ

Khi chọn tần số sóng mang phụ cần xét đến các yếu tố như:

- Ảnh hưởng của sóng mang phụ đến ảnh truyền hình đen - trắng. Để giảm tính rõ rệt của ảnh nhiễu do tín hiệu màu sinh ra trên ảnh truyền hình ở máy thu đen - trắng, tần số sóng mang phụ ở hệ PAL được chọn theo:

$$f_{sc} = (2n - \frac{1}{2}) \frac{f_H}{2} \quad (4-34)$$

Để tiếp tục giảm nhỏ mức độ rõ rệt của nhiễu, người ta xê dịch thêm ảnh nhiễu một lượng Δf . Lúc đó:

$$f_{sc} = (2n - \frac{1}{2}) \frac{f_H}{2} \pm \Delta f \quad (4-35)$$

Để cho can nhiễu do các thành phần tín hiệu chói lọt vào kênh màu của máy thu hình nhỏ nhất và luôn di động trên màn hình, Δf nên chọn bằng bội số lẻ của $\frac{f_V}{2}$. Ở hệ

PAL, chọn $\Delta f = \frac{f_V}{2}$. Tóm lại ta có:

$$f_{sc} = (2n - \frac{1}{2}) \frac{f_H}{2} + \frac{f_V}{2}; \quad (4-36)$$

trong đó: n - số nguyên dương; f_{sc} - tần số sóng mang phụ; f_H và f_V - tần số dòng và màn hình PAL.

- Tần số sóng mang phụ phải ở miền tần số cao của phổ tần tín hiệu chói.

- Thuận tiện cho việc biến đổi tín hiệu của hệ PAL thành tín hiệu của hệ NTSC, và ngược lại.

- Để thực hiện chia tần để tạo ra các tần số f_H , $2f_H$, f_V nhằm làm cho giữa chúng có mối liên hệ mật thiết với nhau.

Với những yêu cầu trên, ở hệ PAL 625 dòng; chọn $n = 284$, $f_H = 15625$ Hz; $f_V = 50$ Hz. Tần số sóng mang phụ f_{sc} được chọn:

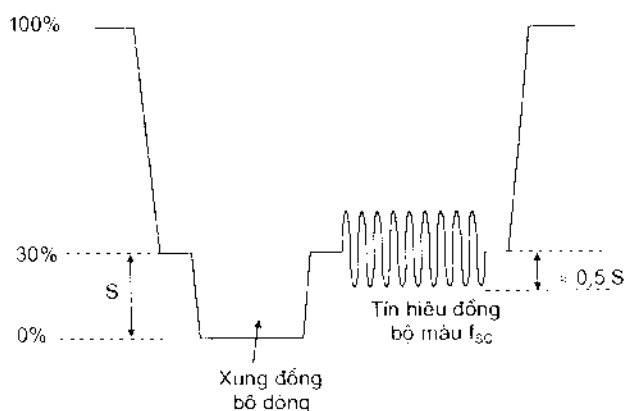
$$f_{sc} = \left(2n + \frac{1}{2}\right) \frac{f_H}{2} + \frac{f_V}{2} = 4.433361875 \text{ MHz} \approx 4.43 \text{ MHz}$$

3. Tín hiệu đồng bộ màu

Cũng như đối với hệ NTSC, do phía phát sử dụng điều biến cân bằng, nên cần phải truyền đi tín hiệu đồng bộ màu, hình 4-13, để thực hiện đồng bộ và đồng pha tín hiệu sóng mang phụ chuẩn được tạo ra ở máy thu hình.

Ngoài ra, ở hệ PAL, thành phần sóng mang phụ mang tín hiệu màu U_V đảo pha theo từng dòng, cho nên phía phát còn phải truyền thêm tín hiệu để phía thu biết được pha của từng dòng quét.

Tín hiệu đồng bộ màu của hệ PAL cũng như ở hệ NTSC, là chuỗi xung gồm 8 đến 11 chu kỳ, có tần số đúng bằng tần số mang màu f_{sc} được đặt ở sườn phía sau của các xung xoá dòng.



Hình 4-13. Tín hiệu đồng bộ màu hệ PAL.

Nhưng khác tín hiệu đồng bộ ở hệ NTSC, pha ban đầu của tín hiệu đồng bộ màu ở hệ PAL luôn thay đổi theo từng dòng để đảm nhận chức năng đồng pha các chuyển mạch điện tử. Cụ thể là, đối với các dòng quét mà sóng mang phụ mang tín hiệu U_V không đảo pha, vector tín hiệu đồng bộ màu tạo với trục $(B-Y)$ một góc bằng 135° (hình 4-14a); còn đối với các dòng quét mà sóng mang phụ mang tín hiệu U_V có đảo pha - bằng 225° (hình 4-14b).

Vector tín hiệu đồng bộ màu $\vec{B}$ có thể phân tích thành hai thành phần: $\vec{B}_u$ luôn trùng với trục $-(B-Y)$; và $\vec{B}_v$ trùng với trục $(R-Y)$ hoặc trục $-(R-Y)$ tức thành phần $\vec{B}_v$ đảo pha theo dòng.

Giá trị hai thành phần này bằng nhau và bằng:

$$|\vec{B}_u| = |\vec{B}_v| = \vec{B} \cos 45^\circ = 0,707 \vec{B}$$

Xét về phương diện tần số video, hai thành phần này tương đương hai tín hiệu màu có giá trị xác định.

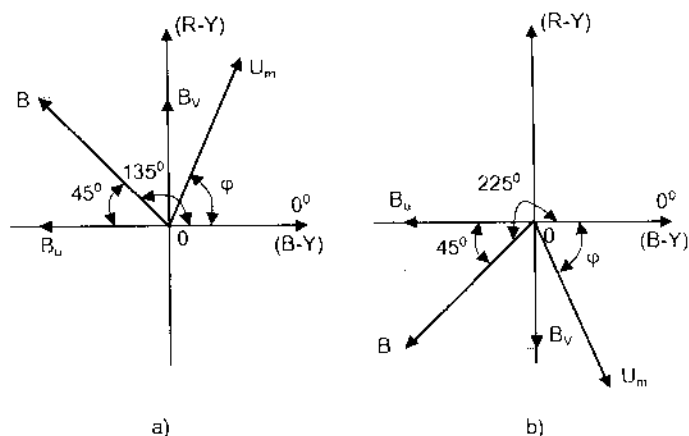
Chính vì lẽ đó mà có thể phân biệt cộng hai chuỗi xung tần số dòng độ rộng khoảng $2,7 \mu s$, có cùng biên độ, với tín hiệu hiệu màu U_V và U_U để từ đó tạo ra tín hiệu đồng bộ màu.

Cũng như ở hệ NTSC, tín hiệu đồng bộ màu không truyền trong khoảng thời gian truyền xung cân bằng trước, xung đồng bộ mặt và xung cân bằng sau để không ảnh hưởng tới việc đồng bộ mặt trong máy thu hình. Song khác với hệ NTSC ở chỗ, là thời điểm bắt đầu và kết thúc (so với xung đồng bộ mặt) của xung xoá tín hiệu đồng bộ màu, đối với các lượt quét là khác nhau; nhằm đảm bảo cho tín hiệu đồng bộ màu cuối cùng trước khi xoá và tín hiệu đồng bộ màu đầu tiên xuất hiện sau khi xoá trong bất kỳ lượt quét nào cũng đều có pha ban đầu là 135° .

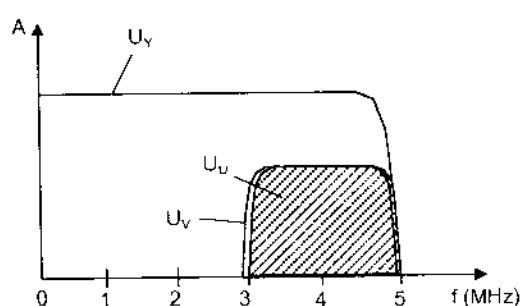
Chu kỳ của tín hiệu hình màu đầy đủ ở hệ PAL bằng thời gian 4 lượt quét (trong khi đó ở hệ truyền hình đen - trắng và hệ NTSC, chu kỳ này bằng thời gian hai lượt quét). Tình trạng này gây ra không ít khó khăn khi:

- Ghi tín hiệu hình màu đầy đủ của hệ PAL lên băng từ.

- Trộn và đổi tín hiệu hình màu đầy đủ từ các nguồn chương trình khác nhau. Bởi vì khi trộn hoặc đổi tín hiệu hình màu hệ PAL, không những phải đảm bảo cho pha các sóng mang phụ ở các lối vào của thiết bị trộn đổi phải giống nhau, mà còn phải đảm bảo cho được các tín hiệu hình màu của cùng một lượt quét (trong số 4 lượt quét của một chu kỳ) trộn



Hình 4-14. Pha tín hiệu đồng bộ màu ở hệ PAL.



Hình 4-15. Phổ tần tín hiệu màu tổng hợp hệ PAL.

lại hoặc đổi cho nhau. Ngoài ra còn đòi hỏi chuyển mạch điện tử ở các bộ lập mã màu hoạt động đồng pha.

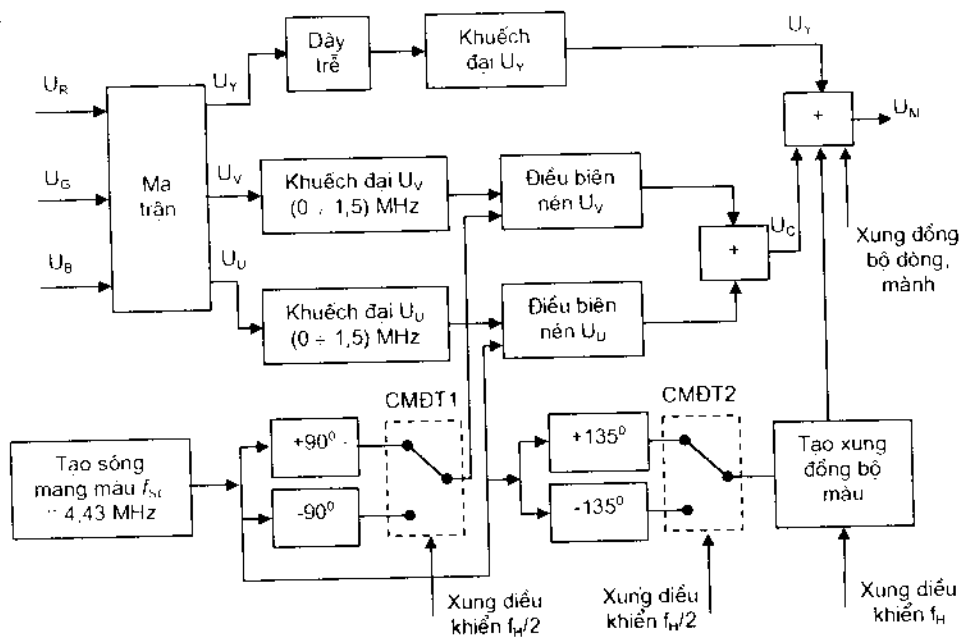
4. Phổ tần của các tín hiệu truyền hình màu đầy đủ hệ PAL

Phổ tần tín hiệu màu tổng hợp của hệ PAL, được vẽ trên hình 4-15, gồm: tín hiệu chói U_Y có dải tần $(0 \div 5)$ MHz và tín hiệu sắc U_C . Tín hiệu sắc U_C gồm hai tín hiệu U_V và U_U điều biến vào tần số f_{sc} , truyền đi toàn dải biên tần dưới và một phần dải biên tần trên.

Phổ của tín hiệu màu U_C và vạch phổ của tín hiệu màu U_Y không trùng nhau. Khoảng cách giữa chúng là $f_H/2$. Ở phía thu có thể tách riêng tín hiệu U_Y và U_C trước mạch tách sóng đồng bộ.

5. Bộ mã hoá tín hiệu màu hệ PAL

Hình 4-16 vẽ sơ đồ khối đơn giản của một bộ mã hoá tín hiệu màu hệ PAL. Các tín hiệu màu đã sửa méo gamma được đưa vào ma trận điện trở để tạo ra tín hiệu chói và hai tín hiệu màu.



Hình 4-16. Bộ mã hoá tín hiệu PAL.

Tín hiệu chói được đưa qua dây trễ (khoảng $0,7 \mu s$), sau đó được khuếch đại (điện áp tín hiệu) lên cho đủ lớn để đưa tới bộ cộng tạo tín hiệu màu tổng hợp.

Bộ tạo sóng mang màu phụ là bộ dao động tự kích có nhiệm vụ tạo ra tần số $f_{sc} = 4,43$ MHz. Tần số f_{sc} cũng được đưa qua hai bộ di pha -90° và $+90^\circ$ tới chuyển

mạch điện tử 1, rồi đưa tới bộ điều biên nén tín hiệu U_V (để đảo pha tần số mang màu phụ f_{sc} từng dòng).

Điều biên nén tín hiệu màu: Điều biên nén tín hiệu U_I có nhiệm vụ lấy tín hiệu màu U_I điều chế vào biên độ của tần số mang màu f_{sc} , sau đó nén tần số sóng mang và đưa ra hai biên tần ta có tín hiệu điều biên nén U_{I_m} . Điều biên nén tín hiệu U_V có nhiệm vụ lấy tín hiệu màu U_V điều chế vào biên độ của tần số mang màu f_{sc} với điều kiện f_{sc} đảo pha từng dòng, nghĩa là tại dòng thứ n tần số mang màu có góc di pha $\varphi = 90^\circ$ thì dòng thứ $(n+1)$ tần số mang màu có góc di pha $\varphi = -90^\circ$. Bộ chuyển mạch điện tử 1 và mạch di pha $\pm 90^\circ$ sẽ thực hiện sự đảo pha này. Sau đó nén tần số sóng mang màu phụ và đưa ra hai biên tần trên và dưới ta có tín hiệu điều biên nén U_{V_m} .

Bộ cộng U_{I_m} và U_{V_m} tạo thành tín hiệu sắc U_C . Các chuyển mạch điện tử được điều khiển bởi bộ tạo xung điều khiển $f_H/2$, nhằm đưa tần số mang màu $f_{sc} = 4,43$ MHz lại pha từng dòng tới bộ điều biên nén tín hiệu U_V .

Tín hiệu đồng bộ màu cũng được tạo ra nhờ một bộ di pha $\pm 135^\circ$. Pha của tín hiệu U_I và tín hiệu đồng bộ màu sẽ được chuyển tại tần số $f_H/2$ ($= 7812,5$ Hz). Tín hiệu U_Y được làm trễ để bù lại thời gian xử lý tín hiệu tại bộ lọc của tín hiệu màu. Bộ cộng tổng hợp có nhiệm vụ tổng hợp các tín hiệu độ chói U_Y , tín hiệu sắc U_C , xung đồng bộ dòng, xung đồng bộ màn hình, xung đồng bộ màu tạo thành tín hiệu tổng hợp màu U_M .

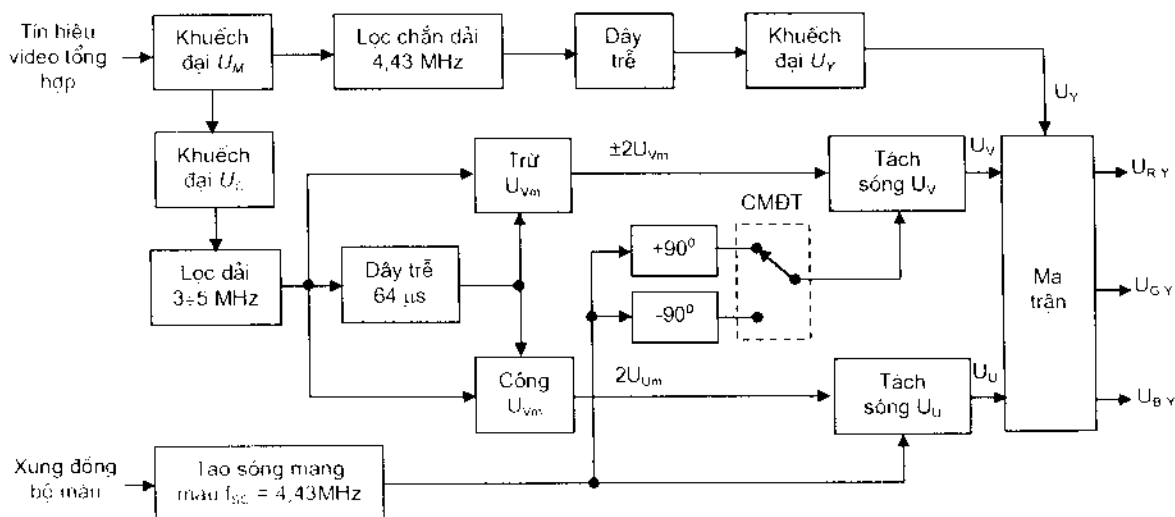
6. Bộ giải mã tín hiệu màu PAL

Sơ đồ khối quá trình giải mã tín hiệu PAL được vẽ trên hình 4-17. Bộ khuếch đại tín hiệu video tổng hợp U_M có nhiệm vụ khuếch đại điện áp tín hiệu U_M . Ở đầu ra bộ khuếch đại U_M ta nhận được hai tín hiệu: độ chói U_Y có dải tần $(0-5)$ MHz, cùng tín hiệu sắc U_C gồm hai thành phần U_{V_m} và U_{I_m} là tín hiệu điều biên nén có tần số mang màu phụ 4,43 MHz.

Tín hiệu chói sau khi qua bộ lọc chắn dải tại tần số 4,43 MHz có dải tần rộng, nên phải cho qua dây trễ nhằm làm chậm tín hiệu lại, sau đó đi đến bộ khuếch đại U_Y để khuếch đại và cuối cùng đưa tới mạch ma trận.

Bộ khuếch đại sắc U_C là mạch khuếch đại cộng hưởng tại tần số 4,43 MHz với dải thông là 1,5 MHz, để lấy tín hiệu sắc U_{V_m} và U_{I_m} đồng thời.

Bộ phân chia tín hiệu U_{V_m} và U_{I_m} bao gồm: bộ trừ tín hiệu U_{V_m} , bộ cộng tín hiệu U_{I_m} , dây trễ $1T_H$ (64 μs). Bộ phân chia tín hiệu có nhiệm vụ thu nhận đồng thời tín hiệu sắc U_{V_m} và U_{I_m} , sau đó phân chia riêng biệt hai tín hiệu này. Ở đầu ra của bộ "trừ" ta lấy được tín hiệu $\pm 2U_{V_m}$, ở đầu ra của bộ "cộng" ta lấy được tín hiệu $2U_{I_m}$.



Hình 4-17. Bộ giải mã tín hiệu PAL.

Bộ tách sóng tín hiệu điều biên nén có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu song biên thành tín hiệu điều biên (hồi phục tần số sóng mang), sau đó tác-sóng điều biên.

- Bộ tách sóng tín hiệu U_L : nhận tín hiệu song biên U_{Lm} và tần số sóng mang tự tạo $f_{sc} = 4,43 \text{ MHz}$ với góc $\varphi = 0$, để đưa ra tín hiệu U_{BY} .

- Bộ tách sóng tín hiệu U_V : nhận tín hiệu song biên U_{Vm} và tần số sóng mang tự tạo $f_{sc} = 4,43 \text{ MHz}$ đảo pha từng dòng nhờ bộ di pha $\pm 90^\circ$ và chuyển mạch điện tử (Chuyển mạch điện tử hoạt động đồng bộ với chuyển mạch điện tử bên phía phát với tần số là $f_H/2$), do đó ở đầu ra ta lấy được tín hiệu U_{RY} .

Mạch ma trận nhận ba tín hiệu: độ chói U_Y , U_{RY} và U_{BY} để tạo ra ba tín hiệu hiệu màu U_{RY} , U_{GY} , và U_{BY} .

7. Đặc điểm của hệ thống truyền hình màu PAL

Hệ thống truyền hình màu PAL có những đặc điểm sau:

Ưu điểm:

- Hệ PAL có méo pha nhỏ hơn hẳn so với hệ NTSC.
- Hệ PAL không có hiện tượng xuyên lẫn màu.
- Hệ PAL thuận tiện cho việc ghi băng hình hơn hệ NTSC.

Nhược điểm:

- Máy thu hình hệ PAL phức tạp hơn vì cần có dây trễ $64 \mu s$ và yêu cầu dây trễ này có chất lượng cao.
- Tính kết hợp với hệ truyền hình đen trắng kém hơn hệ NTSC.

4-3. HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU SECAM

Hệ truyền hình màu SECAM (Séquentiel Couleur A Mémoire) là hệ truyền hình màu đồng thời - lần lượt. Sau nhiều năm hoàn thiện, năm 1967, hệ này có tên SECAM IIB hay còn gọi là SECAM tối ưu. Hệ SECAM IIB có tính chống nhiễu tương đối cao; kém nhạy với méo pha, méo pha - visai, méo biên độ - visai.

1. Tín hiệu màu và phương pháp điều chế

Tín hiệu chói U_Y được truyền ở tất cả các dòng, còn hai tín hiệu hiệu màu D'_R và D'_B truyền lần lượt theo dòng quét trên hai sóng mang phụ có tần số trung tâm là f_{OR} và f_{OB} theo phương pháp điều tần.

Tín hiệu chói U_Y vẫn được tính theo biểu thức (4-1), nhưng dải tần rộng 6 MHz. Hai tín hiệu hiệu màu là:

$$D'_R = -1,9U_{RY} \quad (4-37)$$

$$D'_B = 1,5U_{BY} \quad (4-38)$$

Hai tín hiệu hiệu màu này có độ rộng dải tần bằng nhau và bằng 1,3 MHz (ở mức -3 dB). Dấu trừ trước biểu thức trên biểu thị bởi cực tính tín hiệu U_{RY} .

Hệ SECAM IIB truyền lần lượt tín hiệu hiệu màu D'_R và D'_B để tránh nhiễu giao thoa giữa chúng trên đường truyền.

Đối với các dòng truyền tín hiệu D_R thì tần số mang màu phụ khi chưa điều chế bằng:

$$f_{OR} = 282 \times f_H = 282 \times 15,625 = 4,40625 \text{ MHz} \quad (4-39)$$

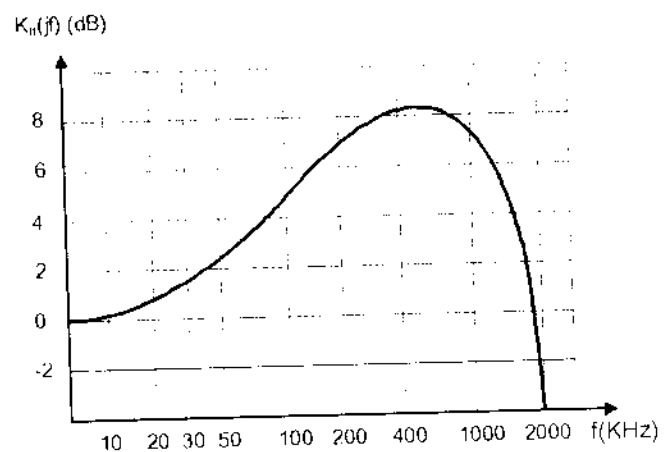
Đối với các dòng truyền tín hiệu D_B thì tần số mang màu phụ khi chưa điều chế bằng:

$$f_{OB} = 272 \times f_H = 272 \times 15,625 = 4,25 \text{ MHz} \quad (4-40)$$

Chọn f_{OR} và f_{OB} khác nhau để tăng tính chống nhiễu mà không làm giảm hệ thống tương hợp, và tần cao làm giảm méo giao thoa giữa các tín hiệu màu ở máy thu hình.

2. Làm méo tần thấp

Ở hệ SECAM áp dụng biện pháp làm méo dạng tín hiệu màu (gọi là méo tần thấp hay tiền nhấn) trước khi điều tần, nhằm làm tăng tính chống nhiễu của hệ thống, hình 4-18.



Hình 4-18. Đặc tuyến biên độ-tần số của mạch làm méo tần thấp và lọc thông thấp.

Mạch làm méo tần thấp mắc trước mạch điều tần và theo quy định, có hệ số truyền đạt tương đối (về phương diện điện áp):

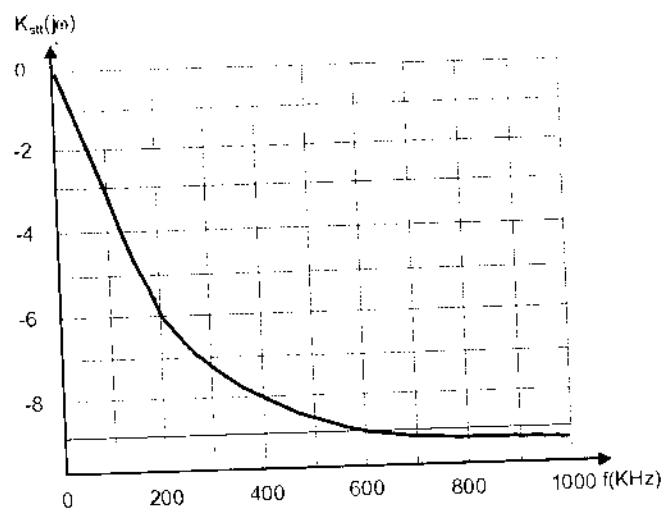
$$K_n(jf) = \frac{1 + jf / f_1}{1 + jf / kf_1}; \quad (4-41)$$

trong đó: f - tần số tức thời tính bằng KHz; $f_1 = 85$ KHz; $k = 3$; $j = \sqrt{-1}$ là toán tử phức.

Thực chất biện pháp làm méo tần thấp là tăng dần biên độ tín hiệu màu D'_R và D'_B . Biện pháp này thực tế không làm tăng độ rộng dải tần vì đối với các ảnh màu, biên độ các thành phần có tần số càng cao thì càng nhỏ. Do đó, dù cố ý tăng giá trị các thành phần tần cao của phổ tần tín hiệu D'_R và D'_B cũng không tăng chỉ số điều tần quá mức quy định mà chỉ cân bằng phần nào chỉ số điều tần theo tần số mà thôi.

Để các tín hiệu hiệu màu nhận được ở bộ giải mã màu không bị méo tần số, sau các mạch tách sóng tần số phải có mạch sửa méo tần thấp có đặc tuyến biên độ - tần số ngược với đặc tuyến biên độ - tần số của mạch làm méo tần thấp, hình 4-19. Hệ số truyền đạt điện áp của mạch sửa méo tần thấp:

$$K_m(jf) = \frac{1 + j \frac{f}{3f_1}}{1 + j \frac{f}{f_1}} \quad (4-42)$$



Hình 4-19. Đặc tuyến biên độ-tần số của mạch sửa méo tần thấp.

3. Làm méo tần cao

Hệ SECAM còn thực hiện làm méo tần cao, làm cho biên độ tín hiệu màu càng tăng khi tần số tức thời của nó càng xa lệch tần số trung gian f_0 . Mạch làm méo tần cao mắc sau mạch điều tần với hệ số truyền đạt điện áp:

$$K_{tc}(jf) = \frac{1 + j16X}{1 + j1,26X}; \quad (4-43)$$

trong đó: $X = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$; $f_0 = 4,286$ MHz, với sai số cho phép là ± 20 KHz (nếu chọn f_0 lớn, ảnh hưởng của quá trình quá độ trong tín hiệu màu (biểu hiện trên ảnh) càng rõ rệt); f - tần số tức thời.

Dạng đặc tuyến biên độ - tần số của mạch làm méo tần cao và của mạch sửa méo tần cao (đường đứt nét) cho ở hình 4-20.

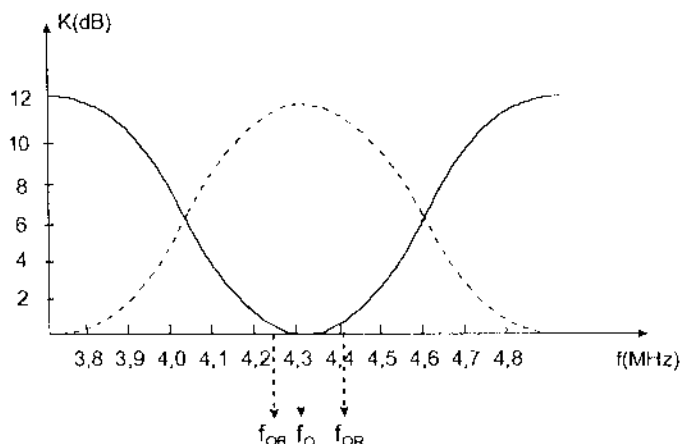
Để khôi phục lại tín hiệu ban đầu, tại lối vào của bộ giải mã màu của máy thu hình phải có mạch sửa làm méo tần số cao mà đặc tính truyền đạt ngược với đặc tính truyền đạt của mạch sửa làm méo tần cao.

$$K_{sc}(jf) = \frac{1 + j1,26X}{1 + 16X} \quad (4-44)$$

Mục đích của biện pháp sửa méo tần cao ở hệ SECAM là:

a) Tăng tính tương hợp

Đối với những chi tiết có độ bão hoà màu lớn hoặc ranh giới rõ rệt giữa các chi tiết có màu khác nhau và sự chênh lệch độ chói lớn, thì giá trị tuyệt đối của tín hiệu D'_R và D'_B đặt lên mạch điều tần tương đối lớn, nên độ dịch tần cũng lớn; do đó tần số tức thời của tín hiệu màu lệch khỏi tần số f_{OR} hoặc f_{OB} nhiều và biên độ tín hiệu màu ở lối ra mạch làm méo tần cao lớn. Vì vậy mà tính tương thích khi có mạch làm méo tần cao lúc đó sẽ kém hơn.



Hình 4-20. Đặc tuyến biên độ - tần số của mạch làm méo và mạch sửa làm méo tần số cao.

Còn đối với các mảng màu có độ bão hoà màu trung bình và nhỏ (thường gặp ở các cảnh thực tế) thì ngược lại. Độ dịch tần lúc đó không lớn nên tính tương hợp được cải thiện. Về phương diện này, tác dụng của mạch làm méo tần cao giống như điều biên cân bằng ở hệ NTSC và PAL.

b) Cải thiện tính chống nhiễu

Bởi vì tại lối vào kênh màu ở bộ giải mã màu có mạch sửa méo tần cao, nên phân bố năng lượng của nhiễu xạ động theo tần số tại lối vào mạch tách sóng tần số không đồng đều. Khi đó, các thành phần tần cao của nhiễu ở lối ra mạch tách sóng tần số giảm đáng kể.

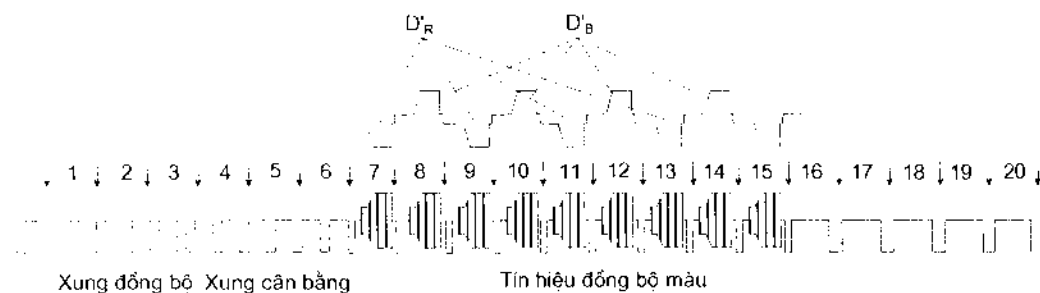
Biện pháp này chỉ có khả năng giảm nhỏ nhiễu xạ động phát sinh sau mạch làm méo tần cao. Đối với nhiễu xạ động phát sinh trước mạch làm méo tần cao, thì nhiễu này cùng tín hiệu đều thông qua mạch làm méo tần cao và sửa méo tần cao. Vì vậy mà biện pháp làm méo tần cao không cải thiện tỉ số tín hiệu trên nhiễu đối với loại nhiễu này.

4. Tín hiệu đồng bộ màu

Để tín hiệu màu D_R và D_B được quét lần lượt theo từng dòng trên màn hình của máy thu hình đồng bộ với tín hiệu màu phát lần lượt theo từng dòng, máy phát phải truyền đi tín hiệu đồng bộ màu.

a) Đồng bộ màu theo màn

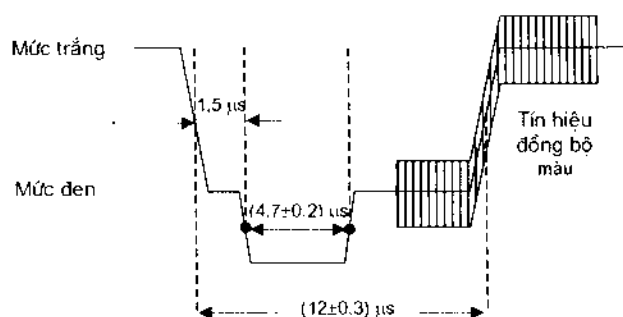
Tín hiệu đồng bộ màu theo màn truyền sang phía thu là tín hiệu điều tần có dạng như hình 4-21. Tín hiệu đồng bộ màu theo màn có tần số thay đổi đối với các xung có cực tính dương và cực tính âm. Đối với các xung có cực tính dương tần số biến thiên từ 4,406 MHz đến 4,756 MHz. Còn đối với các xung cực tính âm thì tần số biến thiên từ 4,25 MHz đến 3,9 MHz.



Hình 4-21. Tín hiệu đồng bộ màu theo màn.

b) Đồng bộ màu theo dòng

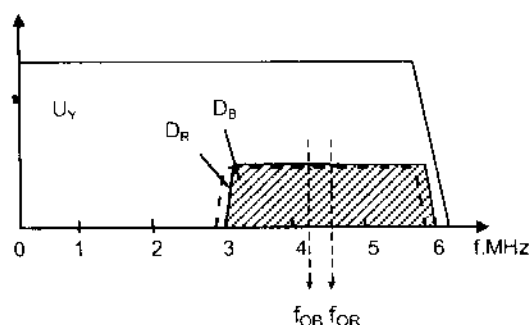
Xung đồng bộ màu theo dòng của hệ SECAM, hình 4-22, gồm một số chu kỳ dao động điều hoà được sắp xếp ở sườn sau xung xoá dòng, có tần số là f_{OR} đối với dòng truyền D'_R và có tần số f_{OB} đối với dòng truyền D'_B . Tín hiệu đồng bộ màu kéo dài cho đến khi truyền tín hiệu hiệu màu D'_R và D'_B .



Hình 4-22. Tín hiệu đồng bộ màu theo dòng.

5. Phổ của tín hiệu màu tổng hợp

Phổ của tín hiệu màu tổng hợp trong hệ SECAM bao gồm phổ tín hiệu chói U_Y và phổ tín hiệu điều tần của hai tín hiệu hiệu màu D'_R và D'_B , hình 4-23. Hai tín hiệu hiệu màu đều truyền đi đầy đủ hai dải biên và biên độ của tín hiệu màu cũng nhỏ hơn biên độ tín hiệu chói.



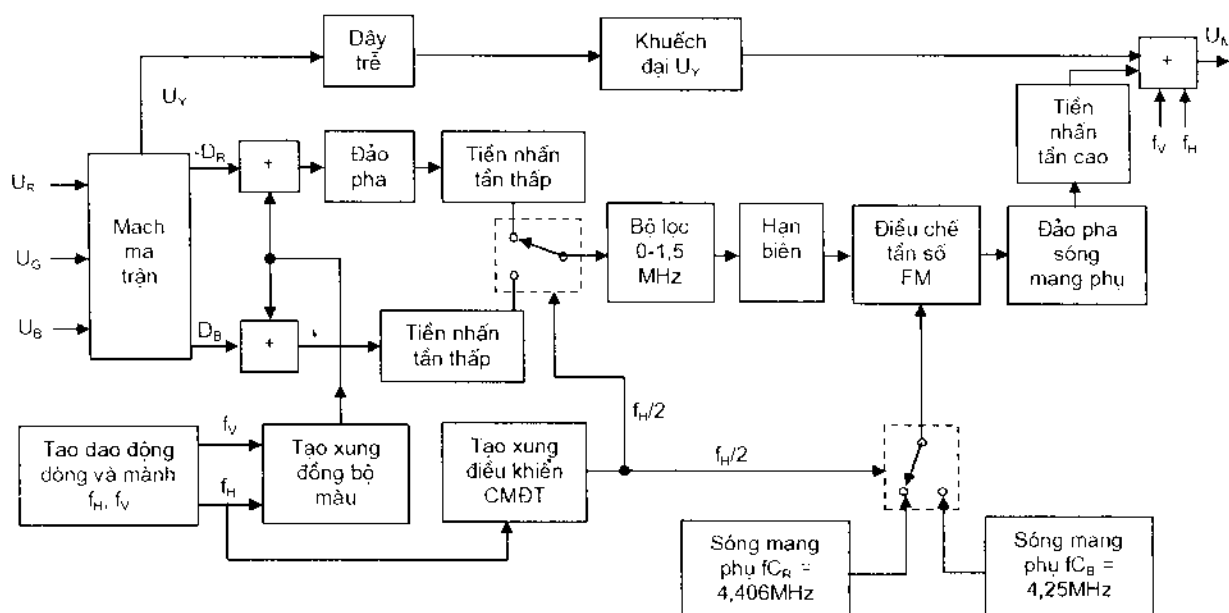
Hình 4-23. Phổ tần tín hiệu hệ SECAM.

6. Mã hoá tín hiệu SECAM

Hình 4-24 vẽ sơ đồ khối đơn giản của một bộ mã hoá SECAM. Các màu cơ bản đã sửa méo gamma được đưa vào ma trận điện trở để tạo ra tín hiệu chói và hai tín

hiệu hiệu màu. Các tín hiệu hiệu màu được giới hạn dải thông là 1,5 MHz, qua bộ tiền nhân đưa vào bộ điều chế tần số. Đầu ra của các bộ điều chế lần lượt được chọn cho từng dòng nhờ bộ chuyển mạch được điều khiển bằng tín hiệu xác định, có tần số $f_H/2 = 7,8125 \text{ KHz}$.

Tín hiệu U_V cũng được làm trễ để bù lại độ trễ của tín hiệu chói. Bộ cộng sẽ phối hợp tín hiệu chói, sóng mang màu điều tần với các biên và tín hiệu đồng bộ để tạo thành tín hiệu tổng hợp U_{Σ} .



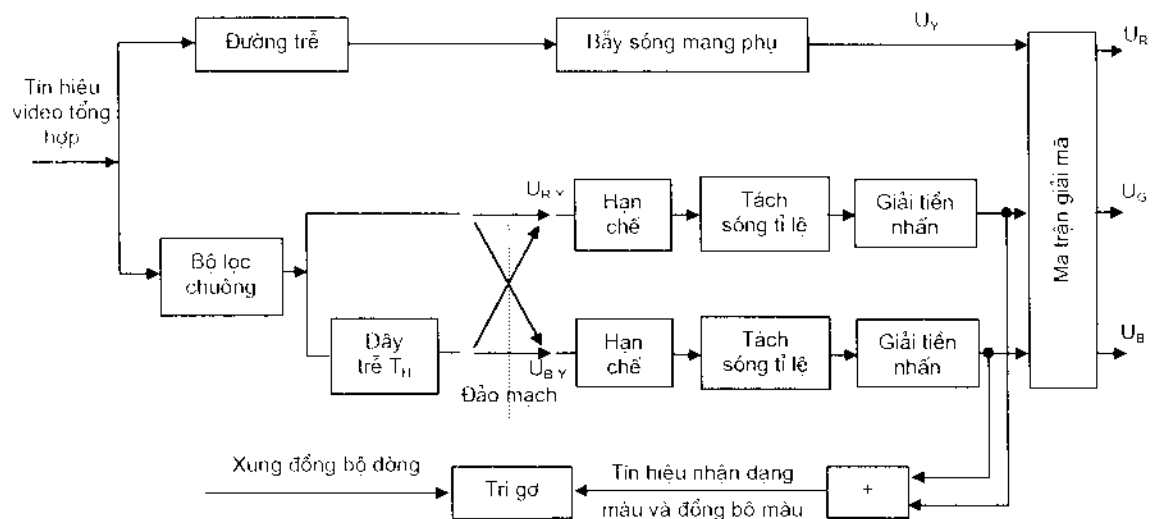
Hình 4-24. Bộ mã hoá SECAM.

7. Giải mã tín hiệu SECAM

Sơ đồ khối quá trình giải mã tín hiệu SECAM được vẽ trên hình 4-25. Tín hiệu tổng hợp được đưa qua bộ trễ và bộ bẫy sóng mang phụ có tác dụng làm suy giảm tại hai tần số 4,25 MHz và 4,4 MHz để thu được tín hiệu chói.

Bộ lọc chương có tác dụng bù lại biên độ và pha, mà bộ lọc hình chương ngừa (sửa méo tần cao) ở trong phần mã hoá đã gây ra. Sóng mang phụ sau đó được hướng về một dây làm trễ có thời gian truyền lan bằng thời gian quét của một dòng, tức $64 \mu s$ đối với một hình 625 dòng. Ta biết rằng hệ SECAM có nghĩa là "từng bộ màu sắc có nhớ" và các tín hiệu hiệu màu được truyền đi theo từng bộ, chứ không đồng thời một lúc. Dây trễ là một bộ nhớ. Như vậy, nếu sóng mang phụ từ đường làm trễ đó ra mà được biến điệu bởi D_R thì sóng mang phụ trên đầu vào (không qua dây trễ) sẽ được biến điệu bởi D_B và ngược lại. Một bộ đảo mạch điện tử được kích thích một cách tự động bởi các xung của các dòng quay trở lại, sẽ được sử dụng để dẫn lần lượt, xen kẽ vào nhau, đầu vào và đầu

ra của dây trễ, tới các bộ phận giải điều chế U_{KY} và U_{BY} . Các bộ phận này gồm các bộ hạn chế, bộ tách sóng tỉ lệ, bộ giải tiền nhấn.



Hình 4-25. Bộ giải mã SECAM.

Tóm lại, vấn đề lựa chọn sóng mang phụ và phương pháp điều chế như thế nào để sự xuyên lẫn, sự phá rối lẫn nhau giữa tín tức chói và tín tức màu, giảm thiểu tối đa là nguyên nhân tồn tại ba hệ truyền hình màu NTSC, PAL và SECAM, vì cả ba hệ đều đạt một mặt này thì mất mặt kia và không có hệ nào đạt được kết quả tối ưu.

PHẦN III

TRUYỀN HÌNH KỸ THUẬT SỐ

Chương 5

SỐ HOÁ TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH

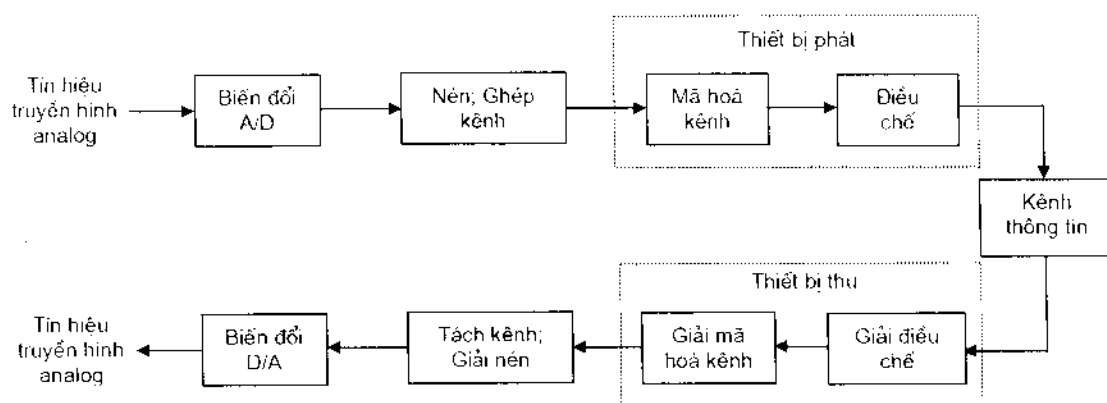
5-1. KHÁI NIỆM TRUYỀN HÌNH SỐ

1. Khái quát chung

Sử dụng phương pháp số để tạo, lưu trữ và truyền tín hiệu của chương trình truyền hình trên kênh thông tin mở ra một khả năng đặc biệt rộng rãi cho các thiết bị truyền hình đã được nghiên cứu trước. Trong một số ứng dụng, tín hiệu số được thay thế hoàn toàn cho tín hiệu tương tự vì nó có khả năng thực hiện được các chức năng mà tín hiệu tương tự hầu như không thể làm được hoặc rất khó thực hiện, nhất là trong việc xử lý tín hiệu và lưu trữ.

So với tín hiệu tương tự, tín hiệu số cho phép tạo, lưu trữ, ghi đọc nhiều lần mà không làm giảm chất lượng ảnh. Tuy nhiên, không phải trong tất cả các trường hợp, tín hiệu số đều đạt được hiệu quả cao hơn so với tín hiệu tương tự (bộ lọc là một ví dụ như thế). Mặc dù vậy, xu hướng chung cho sự phát triển công nghiệp truyền hình trên thế giới nhằm đạt được một sự thống nhất chung, là một hệ thống truyền hình hoàn toàn kỹ thuật số có chất lượng cao và dễ dàng phân phối trên kênh thông tin. Hệ truyền hình kỹ thuật số đã và đang được phát triển trên toàn thế giới, tạo nên một cuộc cách mạng thật sự trong công nghiệp truyền hình.

Nguyên lý cấu tạo của hệ thống và các thiết bị truyền hình số được đưa ra như trên hình 5-1. Đầu vào của thiết bị truyền hình số sẽ tiếp nhận tín hiệu truyền hình tương tự. Trong thiết bị mã hoá (biến đổi A/D), tín hiệu hình sẽ được biến đổi thành tín hiệu truyền hình số, các tham số và đặc trưng của tín hiệu này được xác định từ hệ thống truyền hình được lựa chọn. Tín hiệu truyền hình số được đưa tới thiết bị phát. Sau đó tín hiệu truyền hình số được truyền tới bên thu qua kênh thông tin. Tại bên thu, tín hiệu truyền hình số được biến đổi ngược lại với quá trình xử lý tại phía phát. Giải mã tín hiệu truyền hình thực hiện biến đổi tín hiệu truyền hình số thành tín hiệu truyền hình tương tự. Hệ thống truyền hình số sẽ trực tiếp xác định cấu trúc mã hoá và giải mã tín hiệu truyền hình.



Hình 5-1. Sơ đồ cấu trúc tổng quát của hệ thống truyền hình số.

Khi truyền qua kênh thông tin, tín hiệu truyền hình số được mã hoá kênh. Mã hoá kênh đảm bảo chống các sai sót cho tín hiệu trong kênh thông tin. Thiết bị mã hoá kênh phối hợp đặc tính của tín hiệu số với kênh thông tin. Khi tín hiệu truyền hình số được truyền đi theo kênh thông tin, các thiết bị biến đổi trên được gọi là bộ điều chế và bộ giải điều chế.

Khái niệm mã hoá trong kênh được phổ biến không những trong đường thông tin mà trong cả một số khâu của hệ thống truyền hình số, ví dụ như máy ghi hình số, bộ điều chỉnh khoảng cách thời gian số, gia công tín hiệu truyền hình số v.v...

Tại bên thu, tín hiệu truyền hình số được biến đổi ngược lại với quá trình xử lý tại phía phát. Hệ thống truyền hình số sẽ trực tiếp xác định cấu trúc mã hoá và giải mã tín hiệu truyền hình.

2. Đặc điểm của thiết bị truyền hình số

Thiết bị truyền hình số dùng trong truyền chương trình truyền hình là thiết bị nhiều kênh. Ngoài tín hiệu truyền hình, còn có các thông tin kèm theo là các kênh âm thanh và các thông tin phụ, như các tín hiệu điện báo, thời gian chuẩn, tần số kiểm tra, hình ảnh tĩnh. Tất cả các tín hiệu này được ghép vào các khoảng trống của đường truyền nhờ bộ ghép kênh.

Truyền tín hiệu truyền hình số được thực hiện khi có sự tương quan giữa các kênh tín hiệu, thông tin đồng bộ sẽ được truyền đi để đồng bộ các tín hiệu đó.

Để kiểm tra tình trạng của thiết bị truyền hình số, sử dụng các hệ thống đo kiểm tra tương tự như đối với hệ thống truyền hình tương tự, thông qua đo kiểm tra tín hiệu chuẩn. Sau đây là một số đặc điểm của thiết bị truyền hình số so với truyền hình tương tự.

a) Yêu cầu về băng tần

Yêu cầu về băng tần là sự khác nhau rõ nhất giữa tín hiệu số và tín hiệu tương tự. Tín hiệu số vốn gắn liền với yêu cầu băng tần rộng hơn. Ví dụ, đối với tín hiệu

tổng hợp, yêu cầu tần số lấy mẫu bằng bốn lần tần số sóng mang màu - hệ NTSC là 14,4 MHz, nếu thực hiện mã hoá với những từ mã dài 8 bit, tốc độ dòng bit sẽ là 115,2 Mbit/s, độ rộng băng tần khoảng 58 MHz. Trong khi đó tín hiệu tương tự cần một băng tần 4,25 MHz. Nếu có thêm các bit sửa lỗi, yêu cầu băng tần sẽ phải tăng thêm nữa. Tuy nhiên, trong thực tế băng tần này không phải chỉ sử dụng cho tín hiệu hình ảnh, ngược lại, với dạng số khả năng cho phép giảm độ rộng tần số là rất lớn. Với các kỹ thuật nén băng tần, tỉ lệ đạt được có thể lên tới 100:1 hay hơn nữa (tất nhiên các mức độ nén này có thể gây ảnh hưởng xấu cho chất lượng hình ảnh). Các tính chất đặc biệt của tín hiệu hình ảnh như sự lặp lại, khả năng dự báo cũng làm tăng thêm khả năng giảm băng tần tín hiệu.

b) Tỉ lệ tín hiệu/tạp âm (Signal/Noise)

Một trong những ưu điểm lớn nhất của tín hiệu số là khả năng chống nhiễu trong quá trình xử lý tại các khâu truyền dẫn và ghi.

Nhiều tạp âm trong hệ thống tương tự có tính chất cộng, tỉ lệ S/N của toàn bộ hệ thống là do tổng cộng các nguồn nhiễu thành phần gây ra, vì vậy luôn luôn nhỏ hơn tỉ lệ S/N của khâu có tỉ lệ thấp nhất.

Với tín hiệu số, nhiễu là các bit lỗi - ví dụ xung "on" chuyển thành "off". Nhiễu trong tín hiệu số được khắc phục nhờ các mạch sửa lỗi. Bằng các mạch này có thể khôi phục lại các dòng bit như ban đầu. Khi có quá nhiều bit lỗi, sự ảnh hưởng của nhiễu được làm giảm bằng cách che lỗi. Tỉ lệ S/N của hệ thống sẽ giảm rất ít hoặc không đổi cho đến khi tỉ lệ bit lỗi BER (Bit Error Rate) quá lớn, làm cho các mạch sửa lỗi và che lỗi mất tác dụng. Khi đó dòng bit không còn có ý nghĩa tin tức. Trong khi đó, đối với các hệ thống tương tự, khi có nguồn nhiễu lớn tín hiệu vẫn có thể sử dụng được (tất nhiên chất lượng kém đi rất nhiều).

Tính chất này của hệ thống số đặc biệt có ích cho việc sản xuất chương trình truyền hình với các chức năng biên tập phức tạp - cần nhiều lần đọc và ghi. Ghi băng bằng tín hiệu số đã được sử dụng rộng rãi trong các năm gần đây. Việc truyền tín hiệu qua nhiều chặng cũng được thực hiện rất thuận lợi với tín hiệu số mà không làm suy giảm chất lượng tín hiệu hình.

Tuy nhiên, trong truyền hình quảng bá, tín hiệu số gặp phải vấn đề khó khăn khi thực hiện kiểm tra chất lượng ở các điểm trên kênh truyền. Tại đây cần phải sử dụng các bộ biến đổi tương tự - số. Đây là một công việc có khối lượng lớn và phức tạp.

c) Méo phi tuyến

Tín hiệu số không bị ảnh hưởng bởi méo phi tuyến trong quá trình ghi và truyền. Cũng như đối với tỉ lệ S/N, tính chất này rất quan trọng trong việc ghi - đọc chương trình nhiều lần, đặc biệt đối với các hệ thống truyền hình nhạy cảm với các méo khuếch đại vi sai như hệ NTSC.

d) Chống phổ

Một tín hiệu số được lấy mẫu theo cả chiều thẳng đứng và chiều ngang, nên có khả năng xảy ra chống phổ theo cả hai hướng. Theo chiều thẳng đứng, chống phổ trong hai hệ thống số và tương tự như nhau. Độ lớn của méo chống phổ theo chiều ngang phụ thuộc vào các thành phần tần số vượt quá tần số lấy mẫu giới hạn Nyquist. Để ngăn ngừa hiện tượng méo do chống phổ theo chiều ngang, có thể thực hiện bằng cách sử dụng tần số lấy mẫu lớn hơn hai lần thành phần tần số cao nhất trong hệ thống tương tự.

e) Giá thành và độ phức tạp

Mạch số luôn có cấu trúc phức tạp hơn các mạch tương tự, khi mới xuất hiện, giá thành các thiết bị số cao hơn nhiều so với các thiết bị tương tự. Thêm nữa việc thiết lập, sử dụng và duy trì chúng còn khá ngỡ ngàng đối với những người làm chuyên môn. Tuy nhiên, các vấn đề này đã nhanh chóng được thực hiện dễ dàng nhờ sự phát triển của công nghiệp truyền thông số và công nghiệp máy tính. Các ngành công nghiệp này đã thúc đẩy sự phát triển các lực lượng nòng cốt trong lĩnh vực kỹ thuật số. Các mạch số tích hợp cỡ lớn LSI (Large Scale Integration) và rất lớn VLSI (Very Large Scale Integration) xuất hiện làm giảm giá thành trang thiết bị số. Kết quả là nhiều hệ thống số này đã có giá thành rẻ hơn hệ thống tương tự cùng chức năng.

f) Xử lý tín hiệu

Tín hiệu số có thể được chuyển đổi và xử lý tốt các chức năng mà hệ thống tương tự không làm được hoặc gặp nhiều khó khăn. Sau khi biến đổi A/D, tín hiệu còn lại một chuỗi các số, bit "0" và "1", có thể thao tác các công việc phức tạp mà không làm giảm chất lượng hình ảnh. Khả năng này được tăng lên nhờ việc lưu trữ các bit trong bộ nhớ và có thể đọc ra với tốc độ nhanh. Các công việc tín hiệu số có thể thực hiện dễ dàng là: sửa lỗi thời gian gốc, chuyển đổi tiêu chuẩn, dựng hậu kỳ, giảm độ rộng băng tần v.v...

g) Khoảng cách giữa các trạm truyền hình đồng kênh

Tín hiệu số cho phép các trạm truyền hình đồng kênh thực hiện ở một khoảng cách gần nhau hơn nhiều so với hệ thống tương tự mà không bị nhiễu. Một phần vì tín hiệu số ít chịu ảnh hưởng của nhiễu đồng kênh, một phần là do khả năng thay thế xung xoá và xung đồng bộ bằng các từ mã - nơi mà trong hệ thống truyền dẫn tương tự gây ra nhiễu lớn nhất.

Việc giảm khoảng cách giữa các trạm đồng kênh kết hợp với việc giảm băng tần tín hiệu, tạo cơ hội cho nhiều trạm phát hình có thể phát các chương trình với độ phân giải cao HDTV như các hệ truyền hình hiện nay.

h) Hiệu ứng Ghosts (bóng ma)

Hiện tượng này xảy ra trong hệ thống tương tự do tín hiệu truyền đến máy thu theo nhiều đường. Việc tránh nhiễu đồng kênh của hệ thống số cũng làm giảm đi hiện tượng này trong truyền hình quảng bá.

Với các ưu điểm của mình, hệ thống truyền hình số đã được thực hiện ở hầu hết các quốc gia trên thế giới. Đây là một quá trình tất yếu, Truyền hình Việt nam cũng đang ở giai đoạn chuyển tiếp. Việc nghiên cứu truyền hình số và lựa chọn các tiêu chuẩn cho truyền hình Việt nam đang được tiến hành.

Hiện nay quá trình số hoá tín hiệu truyền hình ở Việt nam là sự thay thế dần các công đoạn, trang thiết bị từ tương tự sang số. Đó là quá trình số hoá từng phần. Rồi đây truyền hình số sẽ thay thế hoàn toàn truyền hình tương tự, tạo điều kiện cho ngành công nghiệp này phát triển mạnh mẽ hơn, kết hợp với các mạng truyền thông khác, tạo thành một thế giới thông tin số, phục vụ cho con người một cách hữu hiệu.

5-2. BIẾN ĐỔI TÍN HIỆU TƯƠNG TỰ - SỐ (A/D)

1. Lấy mẫu tín hiệu video

a) Lấy mẫu

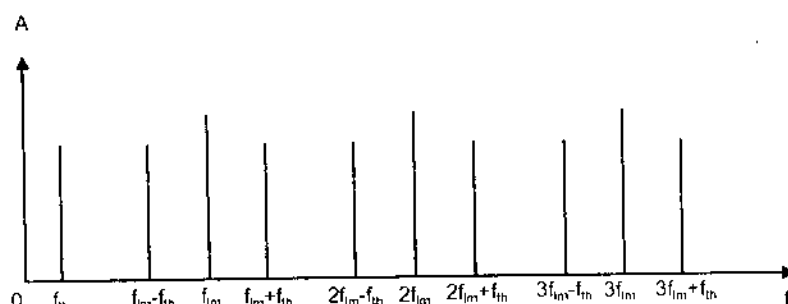
Lấy mẫu tín hiệu tương tự là quá trình gián đoạn (rời rạc hoá) theo thời gian bằng tần số lấy mẫu f_{lm} , kết quả cho ta một chuỗi các mẫu. Lấy mẫu là bước đầu tiên thể hiện tín hiệu tương tự sang số, vì các thời điểm lấy mẫu đã chọn sẽ chỉ ra tọa độ của các điểm đo. Quá trình biến đổi này phải tương đương về mặt tin tức. Có nghĩa là tín hiệu sau khi lấy mẫu phải mang đủ thông tin của dòng tín hiệu vào. Biên độ tín hiệu tương tự được lấy mẫu với chu kỳ T_{lm} , thu được một chuỗi các xung hẹp với tần số lấy mẫu được tính bằng:

$$f_{lm} = \frac{1}{T_{lm}}; \quad (5-1)$$

trong đó: f_{lm} - tần số lấy mẫu, T - chu kỳ lấy mẫu.

Quá trình lấy mẫu tương đương với một quá trình điều biến tín hiệu (f_m) trên

sóng mang có tần số bằng tần số lấy mẫu (f_{lm}). Quá trình điều biến tạo ra các biên trên và biên dưới. Sóng lấy mẫu có dạng hình chữ nhật, phổ của nó bao gồm thành phần tần số lấy mẫu và các hài của nó (hình 5-2).



Hình 5-2. Phổ của tín hiệu lấy mẫu.

Thực tế việc lấy mẫu tín hiệu dựa trên cơ sở của định lý Nyquist - Shannon: "Tín hiệu $x(t)$ liên tục theo thời gian có phổ hạn chế cắt tại ω_c hoàn toàn được xác định bằng một dãy các giá trị tức thời lấy cách nhau một đoạn $T = T_{lm} \leq (1/2f_c)$ với $f_c = \omega_c/2\pi$ ".

Hàm $x(t)$ xác định trong khoảng $(t_0, t_0 + \tau)$ sẽ hoàn toàn được xác định từ các mẫu rời rạc $x(k\Delta t)$ của nó theo biểu thức:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta t) \frac{\sin \omega_c(t - k\Delta t)}{\omega_c(t - k\Delta t)} ; \quad (5-2)$$

trong đó: $k = 0, \pm 1, \pm 2, \text{v.v...}$

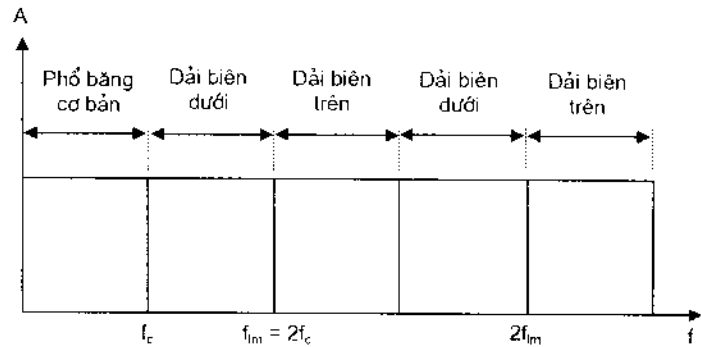
Về mặt toán học có thể mở rộng về phía tần số âm cho các trị số âm của k . Với khoảng lấy mẫu Δt nhỏ hơn hoặc bằng π/ω_c : $\Delta t \leq \pi/\omega_c$; trong đó ω_c là tần số cao nhất trong phổ của hàm $x(t)$.

Tín hiệu lấy mẫu chứa trong nó toàn bộ lượng thông tin mang trong tín hiệu gốc nếu:

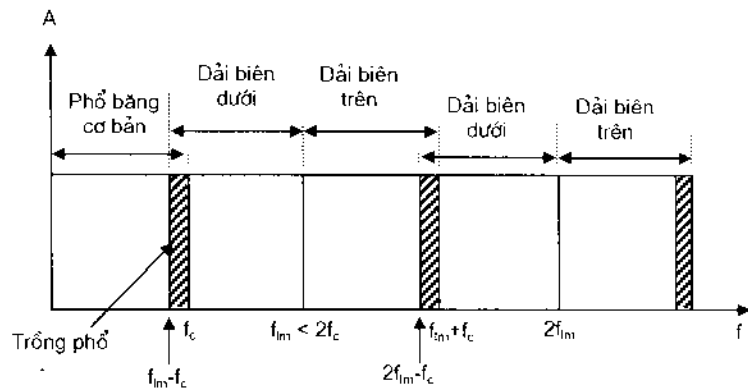
- Tín hiệu gốc có băng tần hữu hạn, tức là nó không có những phần tử có tần số nằm ngoài một tần số f_c nào đó.
- Tần số lấy mẫu phải bằng hoặc lớn hơn hai lần f_c , tức là $f_{lm} \geq 2f_c$.

Hình 5-3 minh họa phổ tần số lấy mẫu lý tưởng, khi tín hiệu băng cơ bản có dải thông f_c và tần số lấy mẫu là $2f_c$. Như vậy, dải biên trên và biên dưới đều có dải thông là f_c , với tần số này, không xuất hiện nhiễu giữa băng cơ bản và dải bên dưới.

Hình 5-4 minh họa trường hợp lấy mẫu với tần số nhỏ hơn $2f_c$. Một phần dải biên dưới của tín hiệu lấy mẫu chồng lên phổ của tín hiệu băng cơ bản (nguyên nhân gây nên hiện tượng méo do chồng phổ).



Hình 5-3. Phổ tần số lấy mẫu lý tưởng.



Hình 5-4. Méo do chồng phổ.

Tín hiệu video, do có các đặc trưng riêng, nên ngoài việc thoả mãn định lý lấy mẫu Nyquist, quá trình lấy mẫu còn phải thoả mãn các yêu cầu về cấu trúc lấy mẫu, tính tương thích giữa các hệ thống v.v... Quá trình này phải xác định được tần số lấy mẫu, cấu trúc lấy mẫu nhằm đạt được chỉ tiêu về chất lượng ảnh, tính tương thích giữa các hệ truyền hình, tốc độ bit thích hợp và mạch thực hiện đơn giản.

Đối với tiêu chuẩn tần số Nyquist, việc lấy mẫu tín hiệu video với tần số $f_{lm} < f_{Ny}$ là nguyên nhân của méo chồng phổ và làm giảm độ phân giải theo chiều ngang. Thành phần tần số cao nhất đối với các hệ truyền hình tương tự là:

- Hệ PAL: $f_c = 5 \text{ MHz}$
- Hệ NTSC: $f_c = 4,2 \text{ MHz}$

Theo đó, tần số giới hạn Nyquist:

- Hệ PAL: $f_{Ny} = 10 \text{ MHz}$
- Hệ NTSC: $f_{Ny} = 8,4 \text{ MHz}$

Các giá trị 10 MHz và 8,4 MHz là các giá trị tần số lấy mẫu bé nhất có thể được. Trong thực tế, tần số lấy mẫu tín hiệu video cho các hệ truyền hình tương ứng sẽ cao hơn.

Một trong những yêu cầu làm tăng tần số tín hiệu truyền hình là tăng khoảng bảo vệ cho mạch lọc thông thấp trước khi lấy mẫu. Mạch lọc này là thành phần đầu tiên của bộ biến đổi A/D. Để không làm xuất hiện méo tín hiệu tương tự, mạch lọc thông thấp của hệ thống loại bỏ các thành phần gây chồng phổ tín hiệu. Do các mạch lọc không có được đặc trưng lý tưởng, đặc tính mạch lọc ngoài dải thông không phải là suy giảm hoàn toàn, nên sử dụng băng tần bảo vệ cho phép sử dụng các mạch lọc mang tính thực tế.

Việc chọn tần số lấy mẫu tối ưu sẽ khác nhau với các thành phần tín hiệu khác nhau: tín hiệu chói, tín hiệu màu cơ bản, tín hiệu màu và tín hiệu video màu tổng hợp. Tần số lấy mẫu cũng phụ thuộc vào các hệ thống truyền hình màu.

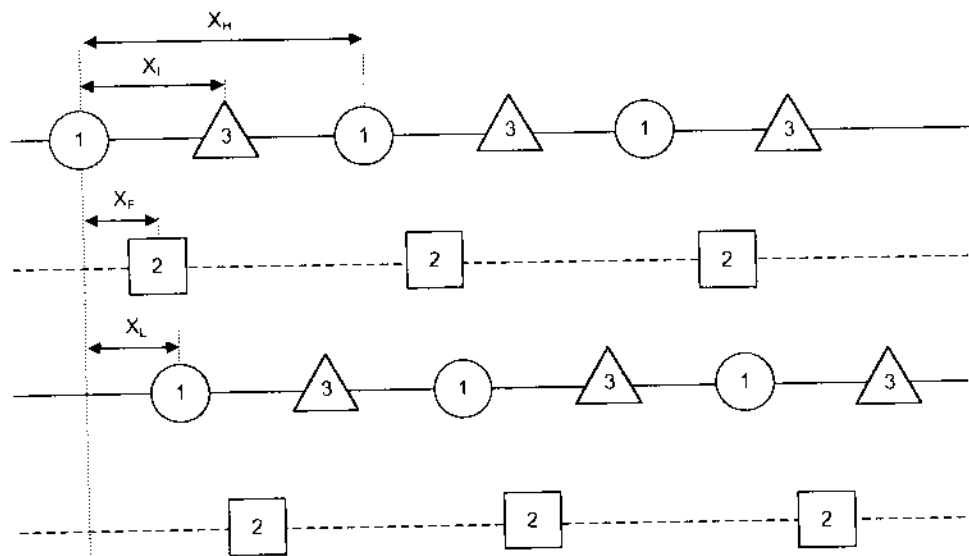
Tín hiệu video tổng hợp được lấy mẫu với tần số bằng bội số của tần số sóng mang phụ. Khi tần số lấy mẫu bằng $3f_{sc}$, với hệ NTSC có tần số lấy mẫu là 10,7 MHz, và hệ PAL là 13,3 MHz. Khi tần số lấy mẫu bằng $4f_{sc}$, với hệ NTSC tương ứng có tần số lấy mẫu là 14,3 MHz, và hệ PAL là 17,7 MHz. Tần số lấy mẫu càng cao, càng dễ dàng cho việc sử dụng các bộ lọc tránh chồng phổ và bộ lọc tái tạo cũng như đưa lại một đặc tuyến tần số tốt hơn. Kỹ thuật hiện nay cho phép giảm nhỏ các khó khăn trong việc thiết kế các bộ biến đổi A/D bằng việc sử dụng thiết bị lấy mẫu ở tần số cao. Đối với hệ SECAM, do sử dụng phương pháp điều tần, nên quá trình số hoá tín hiệu video không thực hiện lấy mẫu tín hiệu tổng hợp. Tín hiệu SECAM được mã hoá thành tín hiệu thành

phần, sau đó được số hoá riêng biệt. Các tín hiệu video thành phần tương tự được lấy mẫu tại tần số bằng bội số của tần số dòng quét.

b) Cấu trúc lấy mẫu

Tín hiệu hình ảnh từ camera và được hiển thị trên màn hình chứa thông tin về đồng bộ theo hoành và dọc, đó là các ảnh hai chiều. Vì vậy để khôi phục chính xác hình ảnh, tần số lấy mẫu có liên quan đến tần số dòng. Các kết quả nghiên cứu cho thấy tần số lấy mẫu phải là bội của tần số dòng. Với quan hệ này, điểm lấy mẫu trên các dòng quét kế nhau sẽ thẳng hàng với nhau và tránh được các hiệu ứng méo đường biên gây ra.

Như vậy, việc lấy mẫu không những phụ thuộc theo thời gian mà còn phụ thuộc vào tọa độ các điểm lấy mẫu. Vị trí các điểm lấy mẫu hay cấu trúc lấy mẫu được xác định theo thời gian, trên các dòng và các màn. Hàm lấy mẫu có thể biến đổi dạng $x_q(t, x, y)$. Tần số lấy mẫu phù hợp với cấu trúc lấy mẫu sẽ cho phép khôi phục hình ảnh tốt nhất. Vì vậy tần số lấy mẫu phải thích hợp cho cả 3 chiều t, x, y . Tuy nhiên, trong các cấu trúc lấy mẫu phổ biến, ta chỉ xét các mẫu được biểu diễn bằng hai đại lượng (x, y) .



Hình 5-5. Cấu trúc mẫu trên hai màn hình liên tiếp.

Hình 5-5 mô tả một cấu trúc mẫu trên hai màn hình liên tiếp. Trong đó:

- X_H là khoảng cách giữa hai mẫu liên kế, có độ dài phụ thuộc trực tiếp vào tần số lấy mẫu, $X_H = 1/f_{lm}$.
- X_L là khoảng cách so le giữa hai mẫu của hai dòng liên tiếp trong cùng một màn.
- X_F là khoảng cách so le giữa hai mẫu của hai dòng trên hai màn hình liên tiếp.
- X_I là khoảng cách so le giữa hai mẫu trên cùng một dòng của hai ảnh liên tiếp.

Khi $X_f = 0$ tức là các mẫu trên cùng một dòng của hai ảnh liên tiếp trùng nhau, ta có được một cấu trúc tĩnh (static).

Khi $X_f \neq 0$ tức là có sự so le giữa các mẫu trên các dòng của hai ảnh liên tiếp, tạo thành một cấu trúc động (mobile).

Các thí nghiệm đã chứng tỏ rằng cấu trúc tĩnh có nhiều ưu điểm hơn cấu trúc động vì:

- Chất lượng hình ảnh cao hơn (trong trường hợp có lỗi thì các lỗi đó không di động và không gây cảm giác khó chịu cho người xem).
- Xử lý tín hiệu đơn giản hơn.

Có ba dạng liên kết vị trí các điểm lấy mẫu được sử dụng phổ biến cho cấu trúc lấy mẫu tín hiệu video tĩnh:

Có ba dạng liên kết vị trí các điểm lấy mẫu được sử dụng phổ biến cho cấu trúc lấy mẫu tín hiệu video:

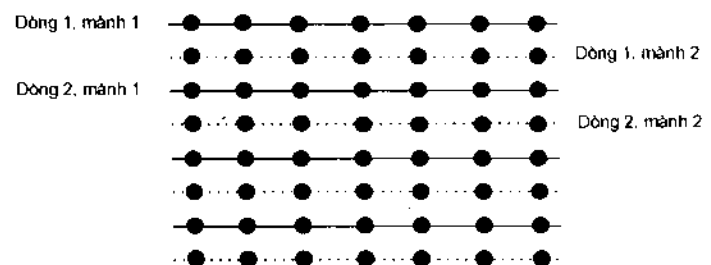
+ Cấu trúc trực giao

Các mẫu được sắp xếp (trên các dòng kế nhau) thẳng hàng theo chiều đứng. Cấu trúc này là cố định theo mảnh và theo hai ảnh (hai mảnh), hình 5-6.

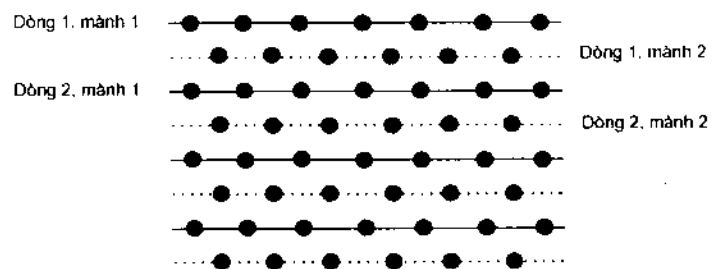
Trong trường hợp này tần số lấy mẫu thoả mãn định lý Nyquist và do đó cần sử dụng tốc độ bit rất lớn.

+ Cấu trúc "quincunx" mảnh

Đối với cấu trúc quincunx mảnh, các mẫu trên các dòng kế nhau thuộc một mảnh xếp thẳng hàng theo chiều đứng (trực giao), nhưng các mẫu thuộc mảnh một lại dịch đi một nửa chu kỳ lấy mẫu so với các mẫu của mảnh thứ hai (hình 5-7).



Hình 5-6. Cấu trúc trực giao.

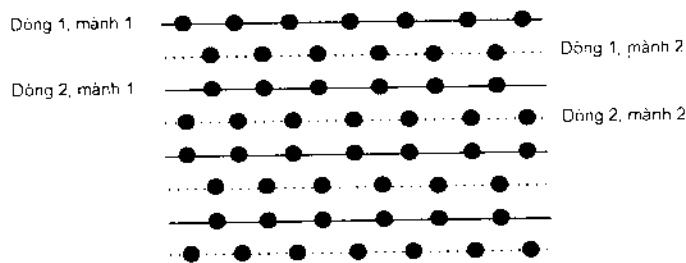


Hình 5-7. Cấu trúc quincunx mảnh.

Phân bố phổ tần của các cấu trúc quincunx mảnh rất có ý nghĩa đối với mảnh một, nó cho phép làm giảm tần số lấy mẫu theo dòng. Phổ tần cấu trúc nói trên của mảnh hai so với phổ mảnh một bị dịch và có thể lồng với phổ tần cơ bản, gây ra méo ở các chi tiết ảnh (khi hình ảnh có các sọc hoặc các đường thẳng đứng).

+ Cấu trúc "quincunx" dòng

Các mẫu trên các dòng kế nhau của một mảnh sẽ lệch nhau nửa chu kỳ lấy mẫu, còn các mẫu trên dòng một mảnh lệch so với các mẫu trên dòng tiếp sau (của mảnh sau) một nửa chu kỳ lấy mẫu (hình 5-8).



Hình 5-8. Cấu trúc quincunx dòng.

Ở đây không xảy ra trường hợp lồng các phổ biên với phổ chính và không bị méo. Điều đó cho phép sử dụng tần số lấy mẫu nhỏ hơn 25% tần số Nyquist, và tiết kiệm được độ rộng phổ của tín hiệu số.

Tuỳ theo cấu trúc lấy mẫu, sẽ xuất hiện loại méo ảnh đặc trưng. Với cấu trúc trực giao, độ phân giải ảnh sẽ giảm. Đối với cấu trúc "quincunx" mảnh sẽ xuất hiện nhấp nháy các điểm ảnh. Ngược lại với cấu trúc "quincunx" dòng sẽ xuất hiện các vòng tròn theo chiều ngang (méo đường biên). Tóm lại, cấu trúc trực giao cho chất lượng ảnh cao nhất vì đối với mắt người, thì độ phân giải giảm dễ chịu hơn là hai loại méo nêu trên.

2. Lượng tử hoá

Bước tiếp theo trong quá trình biến đổi A/D là lượng tử hoá. Trong quá trình này biên độ tín hiệu được chia thành các mức - gọi là mức lượng tử. Khoảng cách giữa hai mức kế nhau gọi là bước lượng tử. Các mẫu có được từ quá trình lấy mẫu sẽ có biên độ bằng các mức lượng tử.

Giá trị lượng tử Q được xác định theo biểu thức:

$$Q = 2^N; \quad (5-3)$$

trong đó: N - số bit biểu diễn mỗi mẫu.

Tín hiệu số nhận được là một giá trị xấp xỉ của tín hiệu ban đầu, nguyên nhân do quá trình lượng tử hoá xác định các giá trị số rời rạc cho mỗi mẫu. Hình 5-9 cho thấy, tất cả các giá trị biên độ nằm trong phạm vi giới hạn của một mức lượng tử đều được thiết lập một giá trị như nhau - đó chính là mức lượng tử Q . Có hai phương pháp lượng tử hoá là: Lượng tử hoá tuyến tính có các bước lượng tử bằng nhau và lượng tử hoá phi tuyến có các bước lượng tử khác nhau.

Trong hầu hết các thiết bị video số chất lượng studio, tất cả các mức lượng tử đều có biên độ bằng nhau, và quá trình lượng tử hoá được gọi là lượng tử hoá đồng đều. Đây là quá trình biến đổi từ một chuỗi các mẫu với vô hạn biên độ sang các giá trị nhất định, vì vậy quá trình này gây ra sai số, gọi là sai số lượng tử. Sai số lượng tử là một nguồn nhiễu không thể tránh khỏi trong hệ thống số. Biên độ tín hiệu video biến đổi theo thời

gian. Các giá trị lượng tử có thể chứa sai số trong phạm vi $\frac{1}{2}Q$, trong đó, Q là bước lượng tử. Trong các hệ thống số sử dụng 8 bit (và lớn hơn 8 bit) để biểu diễn mẫu, sai số lượng tử có thể được coi như là một nguồn tín hiệu không mong muốn (nhiều) cộng thêm vào tín hiệu trong quá trình lượng tử. Trong các hệ thống sử dụng ít hơn 8 bit để biểu diễn mẫu, sai số lượng tử sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến tín hiệu ban đầu, làm méo dạng sóng, tăng hiệu ứng viền không mong muốn.

$$\varepsilon(t) = |x(t) - x'(t)|; \quad (5-4)$$

trong đó: $\varepsilon(t)$ - sai số lượng tử; $x(t)$ - giá trị các mẫu tín hiệu trước khi lượng tử;

$x'(t)$ - giá trị các mẫu tín hiệu sau khi lượng tử.

Sai số $\varepsilon(t)$ tùy thuộc vào tính thống kê của nguồn tín hiệu vào và độ rộng các bước lượng tử. Có thể xem $\varepsilon(t)$ là một loại nhiễu do quá trình lượng tử hoá gây ra - gọi là méo lượng tử.

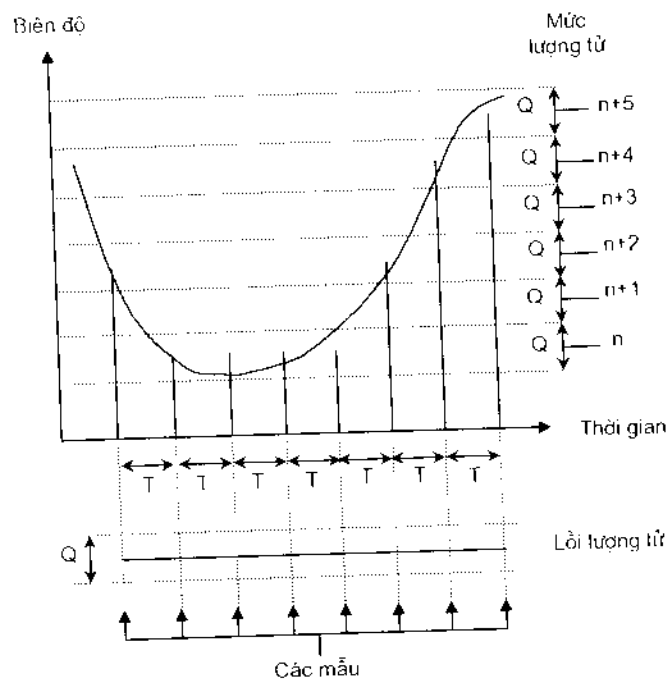
Trong lượng tử hoá tuyến tính và giả sử rằng các lỗi được phân bố đều, căn bình phương của các sai số lượng tử bằng $Q/\sqrt{12}$. Giá trị đỉnh-đỉnh tín hiệu đầu ra của bộ biến đổi D/A được cho bằng $2^n Q$. Giá trị chính xác của nó là $(2^n - 1)Q$. Tỉ số giữa giá trị biên độ đỉnh-đỉnh và căn bình phương sai số lượng tử của một hệ thống quy định chất lượng ảnh khôi phục và được tính theo biểu thức:

$$\frac{S}{Q_{rms}} (dB) = 20 \log_{10} \left(\frac{2^n Q \times \sqrt{12}}{Q} \right) = 6,02n + 10,8 \quad (5-5)$$

Trong biểu thức trên, tín hiệu tương tự chiếm toàn bộ thang lượng tử. Với hệ thống số sử dụng 8 bit mã hoá, theo lý thuyết:

$$S/Q_{rms} = 58,96 \text{ dB}$$

Giá trị S/Q_{rms} phụ thuộc vào một số các tham số sau:



Hình 5-9. Quá trình lượng tử hoá và sai số lượng tử.

- Giới hạn giải thông của phổ tín hiệu so với f_c ảnh hưởng đến S/Q_{rms} - làm tăng S/Q_{rms} lên với hệ số $10 \log_{10}(f_{sd}/f_c)$.

- Thang lượng tử chiếm bởi tín hiệu video tích cực (100IRE). Giá trị S/Q_{rms} được tính theo biên độ đỉnh-đỉnh tín hiệu video (714 hay 700mV). Một tín hiệu video tổng hợp với sọc màu chuẩn 100% có biên độ đỉnh-đỉnh là 1,22V và 1,2335 V tương ứng đối với các hệ NTSC và PAL. Giả sử rằng tất cả tín hiệu đều được lượng tử, phần chỗi của tín hiệu (714 hay 700mV) theo đó chỉ chiếm một phần của toàn bộ thang lượng tử. Tỷ lệ tương ứng sẽ là $0,714/1,22 \approx 0,58$ và $0,7/1,2335 \approx 0,57$ đối với các hệ NTSC và PAL. Khi đó giá trị các bước lượng tử sẽ nhỏ hơn và giá trị S/Q_{rms} cũng giảm theo. Nếu trên thang lượng tử, giá trị khoảng bảo vệ được xác định chính xác trong biên độ đỉnh tín hiệu video, giá trị S/Q_{rms} cũng giảm theo giá trị khoảng bảo vệ.

Từ đó ta có công thức xác định S/Q_{rms} được viết tổng quát:

$$\frac{S}{Q_{RMS}}(dB) = 6,02n + 10,8 + 10 \log_{10} \left(\frac{f_{lm}}{2f_c} \right) - 20 \log_{10} \left(\frac{V_q}{(V_w - V_B)} \right); \quad (5-6)$$

trong đó: n - số bit biểu diễn mẫu; f_{lm} - tần số lấy mẫu;

f_c - tần số cao nhất của tín hiệu video;

V_q - mức điện áp toàn bộ thang lượng tử;

V_w - mức trắng; V_B - mức đen; $V_w - V_B = 0,714$ (NTSC) và $0,7$ (PAL).

Bỏ qua giá trị khoảng bảo vệ, tỉ số S/Q_{rms} đối với hệ NTSC với dải thông 4,2 MHz, tần số lấy mẫu 14,3 MHz, sử dụng 8 bit để biểu diễn mẫu, ta được:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} = 56,62 \text{ dB}$$

Do hạn chế dải thông 4,2 MHz, tỉ số S/Q_{rms} tăng (+2,31 dB) là độ sai lệch gây ra bởi việc giảm số các bước lượng tử (-4,65 dB). Nếu tính đến cả khoảng bảo vệ, tỉ số S/Q_{rms} giảm khoảng 1 dB.

Từ (5-6) có thể suy ra méo lượng tử phụ thuộc vào số mức lượng tử. Đối với tín hiệu video, méo lượng tử xuất hiện ở hai dạng chính: Hiệu ứng đường viền và nhiễu hạt ngẫu nhiên.

Hiệu ứng đường viền xuất hiện ở những vùng có độ sáng thay đổi chậm và đều theo chiều ngang, khi đó có những sọc với độ sáng cố định chia thành nhiều đường rõ nét theo chiều đứng như đường biên. Nếu tăng số mức lượng tử, hiệu ứng đường viền sẽ giảm. Đối với ảnh có nhiều chi tiết - méo lượng tử phân bố ngẫu nhiên thì hiệu ứng đường viền xuất hiện ít. Khi sử dụng từ mã 8 bit biểu diễn mẫu, hiệu ứng đường viền sẽ gần như không còn nhận biết được nữa.

Nhiều hạt ngẫu nhiên xuất hiện ở vùng ảnh rộng và có độ sáng đồng đều, là dạng nhiều các hạt giống như sương mù - khó nhận biết hơn hiệu ứng đường viền. Hiện tượng này có thể được sử dụng để hiệu chỉnh chất lượng ảnh qua việc biến đổi méo từ dạng ngẫu nhiên.

Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện bằng cách cộng tín hiệu có dạng đặc biệt - tín hiệu "dither" - vào tín hiệu video, hình 5-10. Đây là quá trình "dithering". Tín hiệu "dither" có nhiều dạng khác nhau, thông thường đó là dạng xung chữ nhật, tần số bằng $1/2$ tần số lấy mẫu, biên độ bằng $1/2$ sóng lượng tử.

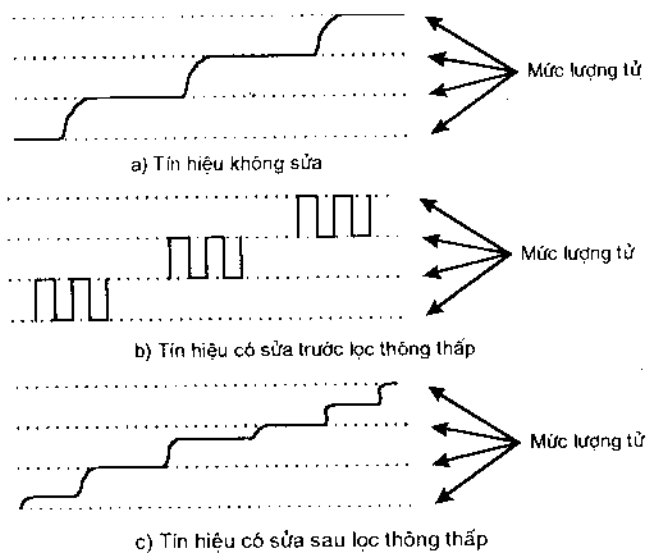
Tín hiệu này tăng gấp đôi mức lượng tử hoá với các ảnh có diện rộng nhưng không giảm chất lượng của ảnh có nhiều chi tiết.

Phương pháp giải quyết hiệu ứng đường viền có hiệu quả nhất là cộng hai tín hiệu "dither": tín hiệu xung chữ nhật biên độ $Q/2$ và tín hiệu ngẫu nhiên biên độ hiệu dụng $< Q/3$, vào tín hiệu video. Với phương pháp này, méo lượng tử sẽ chỉ còn ở dạng ngẫu nhiên.

Trong số hoá tín hiệu video, thường nguồn nhiễu ngẫu nhiên trong tín hiệu vào tương tự được sử dụng như tín hiệu "dither", nhờ đó các loại nhiễu liên kết được loại bỏ. Trong trường hợp này, với 8 bit mã hoá, có thể loại bỏ được hầu hết các tạp âm nhiễu cho tín hiệu video.

Khi lượng tử hoá tín hiệu video màu hoàn chỉnh, có thể lấy tải màu làm nhiễu ngẫu nhiên. Méo xuất hiện trong trường hợp này là méo pha vi sai số và méo khuếch đại vi sai số. Méo này phụ thuộc tín hiệu biên độ màu. Méo vi sai số được làm giảm bằng cách giảm bước lượng tử (tương ứng với tăng số mức lượng tử).

Xác định khoảng lấy mẫu trên thang lượng tử đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo an toàn của tín hiệu. Do tín hiệu vào là không ổn định, cộng với các nhiễu trong quá trình sửa, đặc trưng của các mạch lọc không phải là lý tưởng, nên quá trình lượng tử hoá tín hiệu video cần sử dụng biên bảo hiểm, các mức cấm này cho phép tín hiệu video được an toàn trước các nguồn nhiễu. Chúng là các khoảng trống phía trên giá trị cực đại và phía dưới giá trị cực tiểu của tín hiệu video. Do ảnh hưởng méo ở mức đen



Hình 5-10. Cộng tín hiệu "dither".

nhỏ hơn ảnh hưởng méo ở mức trắng, nên biên bảo hiểm của mức trắng lớn hơn ở mức đen. Như chúng ta đã biết, biên độ của tín hiệu tương tự biến đổi trong phạm vi nhất định, đó là giá trị đỉnh-đỉnh (U_{pp}). Giá trị U_{pp} chuẩn với tín hiệu sọc màu 100% cho hệ NTSC là 1,22 V và cho hệ PAL là 1,2335 V. Quá trình chuyển đổi A/D không được làm mất thông tin, để có thể phục hồi lại tín hiệu ban đầu một cách trung thực.

Số các bước lượng tử, theo đó, độ lớn của sai số lượng tử, phụ thuộc vào số bit biểu diễn mẫu. Trong các hệ thống số đầu tiên, thường sử dụng 7 hoặc 8 bit để biểu diễn mẫu, tương ứng có 128 hay 256 mức lượng tử. Ngày nay, các thiết bị số tiêu chuẩn studio thường sử dụng 10 bit cho một mẫu - hay 1024 mức lượng tử.

3. Mã hoá

a) Khái quát chung

Mã hoá là khâu cuối cùng của bộ biến đổi A/D. Mã hoá, theo quan điểm thống kê, là một quá trình biến đổi cấu trúc nguồn mà không làm thay đổi tin tức, mục đích là cải thiện các chỉ tiêu kỹ thuật cho hệ thống truyền tin. Dữ liệu sau mã hoá có ưu điểm: Tính chống nhiễu cao hơn, tốc độ hình thành tương đương khả năng thông qua của kênh.

Quá trình này biến đổi các mức tín hiệu đã lượng tử hoá thành chuỗi các bit "0", "1". Độ dài của dãy tín hiệu nhị phân này, thuật ngữ chuyên môn gọi là từ mã nhị phân được tính bằng số lượng các con số "0" và "1", là một trong những chỉ tiêu chất lượng của kỹ thuật số hoá tín hiệu. Nó phản ánh số lượng mức sáng, tối, màu sắc của hình ảnh được ghi nhận và biến đổi. Về nguyên tắc độ dài của từ mã nhị phân càng lớn thì quá trình biến đổi càng chất lượng, nghĩa là nó được xem như là "độ phân giải" của quá trình số hoá. Tuy nhiên độ phân giải đó cũng chỉ đến một giới hạn nhất định là đủ thoả mãn khả năng của hệ thống kỹ thuật hiện nay, cũng như khả năng phân biệt của mắt người xem. Độ phân giải tiêu chuẩn hiện nay là 8 bit/mẫu.

Các mã được sử dụng trong truyền hình số có thể được phân chia một cách qui ước thành 4 nhóm, đó là :

- Các mã để mã hoá tín hiệu truyền hình;
- Các mã để truyền có hiệu quả cao theo kênh thông tin;
- Các mã thuận tiện cho việc giải mã và đồng bộ bên thu;
- Các mã để xử lý số tín hiệu trong các bộ phận khác nhau của hệ thống truyền hình số.

Các quá trình mã hoá tín hiệu truyền hình truyền tin tức theo kênh thông tin, và quá trình giải mã tín hiệu bên thu là độc lập, thậm chí không phối hợp với nhau. Điều đó có nghĩa là các mã thích nghi cho việc biểu diễn số của tín hiệu truyền hình có thể không thích hợp cho việc truyền theo kênh thông tin, còn các mã thích hợp cho việc mã hoá tín hiệu truyền hình và truyền chống nhiễu theo kênh thông tin có

thể được giải mã theo phương pháp rất phức tạp. Vì vậy trong truyền hình số thường dẫn tới việc giải quyết vấn đề biểu diễn mã.

Để đáp ứng mã hoá tín hiệu truyền hình và sau đó tạo lại nó ở bên thu, người ta thường dùng một loại mã, còn đối với việc truyền chống nhiễu theo kênh thông tin thì dùng loại mã khác. Trong các trường hợp riêng đôi khi sử dụng đường thông tin với việc truyền có tính chất xác thực cao như ống dẫn sóng và cáp quang học, chúng có thể không tiếp nhận các số đo đặc biệt để chống sai số và dẫn đến việc truyền chính loại mã mà đã được sử dụng để mã hoá tín hiệu truyền hình. Khi chọn các mã cho các tín hiệu của thiết bị truyền hình số cần thiết rằng thứ nhất là sự lập mã (cấu trúc toán học) gồm các số cần cho việc giải quyết các bài toán đã đặt ra, thứ hai là các phương pháp mã hoá và giải mã các mã được chọn mà có thể thực hiện được trong các thiết bị. Về cấu trúc toán học, các mã được chia thành mã không chính xác sơ cấp và mã hiệu chỉnh, nghĩa là sửa chữa sai số khi truyền. Trong các khâu truyền hình số, mã sơ cấp được sử dụng chủ yếu để mã hoá tín hiệu truyền hình, ghi hình từ tính, biểu diễn tín hiệu thông tin phụ và các mục đích bổ xung khác. Các mã hiệu chỉnh sai số được sử dụng trong trường hợp khi tín hiệu số bị méo khi truyền theo đường thông tin.

Việc truyền tín hiệu truyền hình số cần phải được thực hiện với tốc độ xác định cao. Theo nguyên nhân này thì việc chọn mã hiệu chỉnh có hiệu quả rất được chú ý đến. Hiện nay lý thuyết và thực tiễn đã phát triển có kết quả tốt cho phép sử dụng các loại mã mà chúng sửa chữa được sai số và các mã vòng có một số ưu điểm. Trong phần riêng cũng phân ra các mã truyền hình tương ứng với các tín hiệu được sử dụng để truyền dòng số theo cáp thông tin. Chúng ta cũng khảo sát riêng các mã giả ngẫu nhiên, sử dụng các tính chất và các đặc điểm của nó trong truyền hình số để biến đổi cấu trúc thống kê của tín hiệu số, đo độ xác thực của việc truyền và các nhiệm vụ khác.

b) Các đặc tính cơ bản của mã

Quá trình biến đổi rất nhiều các điểm đếm lượng tử hoá của tín hiệu (trong đó có tín hiệu truyền hình) thành tổ hợp các ký hiệu khác nhau gọi là sự mã hoá, còn các nhóm ký hiệu thông tin cách điểm mã hoá gọi là mã.

Các thuật ngữ "mã hoá" và "mã" đặc trưng cho qui trình của việc đối chiếu tín hiệu truyền hình đã được lượng tử hoá để xác định các nhóm ký hiệu mã. Đồng thời trong hệ thống truyền hình số, việc gia công và truyền thông tin được thực hiện với sự giúp đỡ của các tín hiệu mã một hoặc một vài tham số của nó đã được điều chế phù hợp với mã thông tin. Đôi khi thường để đơn giản hoá, hệ thống thuật ngữ các ký hiệu của hệ thống số được gọi là mã, mà trong trường hợp đặc biệt đôi khi các ký hiệu mã là các xung video.

Các mã mà các tổ hợp của nó bao gồm một số các ký hiệu như nhau được gọi là các mã đều đặn, còn các mã mà các tổ hợp của nó bao gồm một số các ký hiệu khác nhau gọi là mã không đều đặn.

Lý thuyết mã hoá có hai hướng nghiên cứu: Thứ nhất là nghiên cứu các cấu trúc mã mà nó nâng cao độ chính xác của việc truyền theo kênh thông tin có nhiễu (như các mã chống sai số, các mã hiệu chỉnh) và thứ hai là nghiên cứu cấu trúc mã triệt tiêu độ dư của tín hiệu đã mã hoá trong kênh không nhiễu. Hai hướng này đóng vai trò đặc biệt trong truyền hình số, vì việc phối hợp với các phương pháp khác cho phép giảm về căn bản độ dư của tín hiệu truyền hình (xem chương 6).

Sự khảo sát một cách chi tiết các cấu trúc và các tính chất của mã sử dụng trong hệ thống truyền hình số, đưa ra phần dữ liệu mà nó mang lại những đặc tính ứng dụng cơ bản. Nhưng hiện nay để duy trì hệ thống thuật ngữ đã được sử dụng trong lý thuyết mã hoá thì chính phương tiện đã được trình bày một cách hợp lý tiếp sau cho ta một vài định nghĩa từ lý thuyết đại số trong trường hợp hữu hạn.

Hệ thống đại số là một tập hợp mà trong đó xác định một hay một vài phép toán như là phép nhân và phép cộng.

Trường là một hệ thống đại số mà trong đó xác định hai phép toán cơ bản (phép nhân và phép cộng) và 2 phép toán ngược của chúng (phép chia và phép trừ).

Trường mã trong đó chứa đựng một số hữu hạn các phần tử q được gọi là trường Ga-lua và ký hiệu là $GF(q)$.

Nếu các phần tử của trường là các số nguyên theo modul của các số tự nhiên $p\{0,1,2,\dots,p-1\}$ thì gọi là trường đơn giản. Ví dụ $GF(2)$ trường nhị phân gồm 2 phần tử $\{0,1\}$. Phép cộng trong trường nhị phân được thực hiện theo modul 2 (phép cộng modul 2) và ký hiệu bằng dấu $\oplus$.

Số phần tử của trường Ga-lua xác định mã cơ sở. Mã với cơ số $q = 2$ gọi là mã cơ số 2, nó được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống truyền hình số. Các mã với cơ số lớn hơn 2 thường được sử dụng chỉ đối với việc truyền theo đường thông tin. Trong truyền hình số dùng phổ biến nhất là các mã với cơ số 2, 3, 4 và 8. Khi tạo nên các mã bởi các thiết bị mã hoá dùng các bộ ghi dịch cơ bản, các tổ hợp mã được biểu diễn một cách thuận tiện dưới dạng đa thức $f(x)$ từ một biến x với các hệ số xác định từ trường $GF(q)$ nào đấy:

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (5-7)$$

Đối với trường nhị phân, hệ số a_i bằng 0 hoặc bằng 1. Như vậy bậc của đa thức tương ứng với bậc lớn nhất của x trong số các hạng thức với hệ số khác không. Đa thức mà nó không thể phân chia thành đa thức khác cấp thấp hơn với các hệ số thuộc cùng một trường được gọi là đa thức bất khả quy. Trong lý thuyết mã hoá, các đa thức bất khả quy đóng vai trò làm các hàm phát vì nhờ gốc (cơ sở) của nó có thể qui định các tham số lớp rộng của mã nhiều mức, bao gồm các mã tuần hoàn và các dạng giả ngẫu nhiên. Số bậc trong một tổ hợp mã được gọi là trọng số, còn tổ hợp toàn bộ các tổ hợp mã có thể

có gọi là bảng từ mã. Đối với mã đều đặn thì độ dài bảng từ mã bằng $\{A\} = q^n$, trong đó q là cơ số mã, còn n là trọng số của nó.

Khi mã hoá hiệu chỉnh, bảng mã xuất xứ nhỏ hơn bảng mã kênh, do vậy để truyền thông tin đòi hỏi phải có phần tổ hợp toàn bộ các từ mã của kênh. Các tổ hợp mã được sử dụng này được gọi là được cho phép, còn phần còn lại gọi là tổ hợp mã bị cấm. Nếu biến đổi sai số sai của tổ hợp mã cho phép sang tổ hợp cấm thì chính những sai số này được phát hiện khi giải mã, còn khi cấu trúc mã đã được xác định thì nó đã được sửa chữa. Khả năng sử dụng mã để phát hiện và sửa chữa sai số truyền được đặc trưng bởi khoảng cách mã, nó bằng số bậc mã trong đó các tổ hợp này được phân biệt với tổ hợp mã khác.

Có thể chỉ ra rằng đối với việc phát hiện tất cả các sai số độ bội $\leq d - 1$, giữa các cặp từ mã cần phải có khoảng cách không nhỏ hơn d . Sự sửa chữa một tổ hợp bất kỳ có sai số $\leq t$ chỉ có thể khi khoảng cách nhỏ nhất là $t + 1$. Trong trường hợp chung đối với việc sửa chữa một tổ hợp bất kỳ từ t sai số khi sự phát hiện đồng thời sai số độ bội d bất kỳ thì khoảng cách nhỏ nhất của mã cần phải là $t + d + 1$. Các mã không có độ dư đơn giản có khoảng cách nhỏ nhất bằng đơn vị vì nó không thích hợp đối với việc phát hiện sai số. Việc đưa vào trọng mã độ dư làm tăng khoảng cách nhỏ nhất nhưng khi đó làm giảm tốc độ truyền thông tin, bởi vì để truyền các ký hiệu sửa chữa cần thiết phải có thời gian phụ.

Độ dư của mã được xác định như sau:

$$R_k = 1 - \log_2 N_p / \log_2 N_o; \quad (5-8)$$

trong đó: R_k - độ dư của mã; N_p - số tổ hợp mã cho phép; N_o - số tổ hợp mã có thể có.

Đối với đa số các mã, phần k của tổ hợp ký hiệu được xác định từ n ký hiệu từ các đường thông tin, còn phần r còn lại là để hiệu chuẩn. Do vậy khi có số mã là 2 thì:

$$R_k = 1 - \log_2 2^k / \log_2 2^n = 1 - k/n = r/n \quad (5-9)$$

Trong lý thuyết mã hoá, phần ký hiệu thông tin trong từ mã được gọi là tốc độ truyền thông tin:

$$R = k/n = (n-r)/n = 1-r/n \quad (5-10)$$

Khi sử dụng các mã chống sai số, luôn luôn phải chú ý rằng sự tăng của tích chống nhiễu đạt được nhờ sự giảm tốc độ truyền tin (nếu như không chuyển thành cơ số mã cao hơn) và tồn tại xác suất sai số tới hạn (nhỏ nhất). Khi vượt qua xác suất tới hạn thì mã làm mất tính chất hiệu chỉnh của mình. Các tham số là trọng số. Trọng số của mã được gọi là số số một (số đơn vị - trong trường hợp chung là các ký hiệu khác 0) trong tổ hợp mã được gọi là độ vượt quá. Nghĩa là độ sai khác số 1 và số 0 trong tổ hợp mã. Trọng số đặc trưng cho thành phần phổ của tín hiệu tương ứng với mã thông tin và khả năng đồng bộ của mỗi tín hiệu được truyền. Các mã với trọng số không đổi, nghĩa là với số số 1 như nhau trong mỗi tổ hợp cho phép, cũng được sử dụng để phát hiện sai số.

Như vậy, để phục vụ yêu cầu về ghi, truyền tín hiệu video, mã hóa được sử dụng trong các trường hợp:

- Mã hoá sơ cấp: Dùng để tạo tín hiệu số ở studio.
- Mã bảo vệ và sửa sai: Tăng khả năng chịu đựng của tín hiệu trong kênh có nhiễu.
- Mã truyền tuyến tính: Tăng khả năng truyền dẫn.

Đầu tiên tất cả các tín hiệu video số được mã hoá sơ cấp, sau đó mã hoá chuyển đổi (transcode). Mã sơ cấp là mã cơ sở mà từ đó hình thành mã bảo vệ. Mã sơ cấp có dạng tín hiệu nhị phân liên tục, các bit "0", "1" có thể biểu diễn bằng nhiều phương pháp khác nhau, được phân biệt bằng thời gian tồn tại, cực tính, mức pha. Biểu diễn các bit có thể là tuyệt đối hoặc tương đối.

Mã có cấu trúc tuyệt đối: Sự biến đổi các bit kèm theo sự biến đổi cách biểu diễn. Trong các mã dạng tuyệt đối, sự thay đổi của các tham số biểu diễn trong dãy tín hiệu (mức pha của xung và các tham số khác) xảy ra đồng thời với sự thay đổi của các ký hiệu mã, nghĩa là trong dạng tuyệt đối, mỗi ký hiệu của mã được ký hiệu tương ứng với tín hiệu điện đã được xác định.

Mã có cấu trúc tương đối: Sự biến đổi các bit tương ứng có thể biến đổi hoặc không biến đổi cách biểu diễn. Trong các mã dạng tương đối, sự thay đổi của các tham số biểu diễn dãy tín hiệu xảy ra chỉ khi xuất hiện ký hiệu 1(hay ký hiệu 0) trong dãy thông tin. Ví dụ, nếu đằng sau ký hiệu 1 ở sát ký hiệu 0 thì sẽ không thể không xảy ra sự thay đổi trong tín hiệu được truyền

c) Các mã sơ cấp

Các mã sơ cấp chủ yếu được sử dụng để mã hoá tín hiệu truyền hình, xử lý số, trong các thiết bị tổ hợp studio của trung tâm truyền hình số, v.v...

Mã sơ cấp trong truyền hình số là mã đồng đều, với, có cấu trúc tuyệt đối:

- *NRZ* (Non Return to Zero): Không trở lại mức không.
- *RZ* (Return to Zero): Trở lại mức không.
- *BiPh* (Bi Phase): Hai pha.

Bảng từ mã của mã sơ cấp cần phải thoả mãn điều kiện $q^{n-1} < N \leq q^n$, trong đó N là số mức lượng tử của tín hiệu truyền hình được mã hoá.

Điều kiện này dẫn đến trường hợp thứ nhất là mã sơ cấp có thể có độ dư nào đấy, thứ hai là phần dư của tổ hợp mã luôn luôn nhỏ hơn một nửa tổng số mức mã hoá. Điều đó liên hệ với toàn bộ số mức lượng tử của bộ A/D có thể khác với giá trị mức độ bội của cơ sở mã. Đôi khi có chỗ độ dư không thuộc tính chất đặc trưng của mã sơ cấp và

thực tế không được sử dụng. Thường trong truyền hình số, cơ sở của mã sơ cấp bằng 2, nghĩa là mã này là mã nhị phân.

Các mã sơ cấp được phân thành loại có trọng số và loại không có trọng số. Loại có trọng số bao gồm các mã mà bên cạnh mỗi bậc của tổ hợp mã của nó được nhận biết một hệ số trọng số nào đó. Khi đó mã số bất kỳ có dạng đa thức:

$$F(q) = C_0 + C_1q + \dots + C_{N-1}q^{N-1} = \sum_{i=0}^{N-1} C_i q^i ; \quad (5-11)$$

trong đó: i - cơ sở của hệ thống đếm và số bậc theo thứ tự của tổ hợp mã;

q^i - trọng số của đa thức;

C_i - hệ số tương ứng với bậc của đa thức những số nguyên theo modul q .

Mã trọng số $F(2) = \sum_{i=0}^{N-1} C_i 2^i$, C_i là 2 số tự nhiên ($C_i = 0$ hoặc 1), trong hệ thống

truyền hình số nó được sử dụng rất rộng rãi. Thuộc về các mã không trọng số là mã phản xạ, trong số đó có mã Gray. Trong các mã không có trọng số, các bậc của các tổ hợp mã không có trọng số xác định. Tính chất cơ bản của mã phản xạ là hai tổ hợp mã bất kỳ kế nhau chỉ được phân biệt bằng 1 bậc. Vì vậy khi bị sai số, sự tạo lại của tổ hợp mã sẽ giữ làm sai 1 bậc. Mã Gray có khoảng cách bằng 1, ít làm sai số thiết bị, kết hợp với việc phát hiện sai số các khối thông tin có bậc kế nhau. Vì vậy mã Gray được sử dụng rộng rãi trong việc mã hoá ma trận của tín hiệu truyền hình dùng ống tia điện tử cũng như khi truyền tín hiệu truyền hình số bằng phương pháp điều pha nhiều vị trí tương đối.

Khi truyền các tổ hợp mã liên tiếp của tín hiệu này đến tín hiệu khác có dạng một dãy hai số ngẫu nhiên, các ký hiệu của nó cần phải được đưa ra bằng các phương pháp khác nhau: Lưu ý trọng số và phạm vi của chúng, phân biệt sự phụ thuộc nhau về cực tính, mức hay là pha .v.v...

Dạng biểu diễn của cùng một mã sơ cấp nào đó được xác định bởi dạng của tín hiệu gọi là dạng mã. Hình 5-11 đưa ra các đồ thị thời gian của dãy nhị phân 10110100, trong đó mã nhị phân đã được biểu diễn theo các dạng khác nhau. Thông thường các mã được biểu diễn dưới dạng tuyệt đối cơ bản xác định như sau.

Các mã dạng NRZ là một dãy xung có độ rộng mỗi xung bằng thời gian chu kỳ đồng hồ:

$$U(t) = U(t) - U(t - T); \quad (5-12)$$

trong đó: T - thời gian chu kỳ đồng hồ.

Mức logic 0 ứng với mức điện áp thấp nhất, còn mức logic 1 ứng với mức điện áp cao nhất. Phổ tín hiệu số trong NRZ bao gồm phổ tần rộng (từ thành phần một chiều đến thành phần lặp lại symbol), trong đó năng lượng lớn nhất của phổ nằm ở vùng tần số

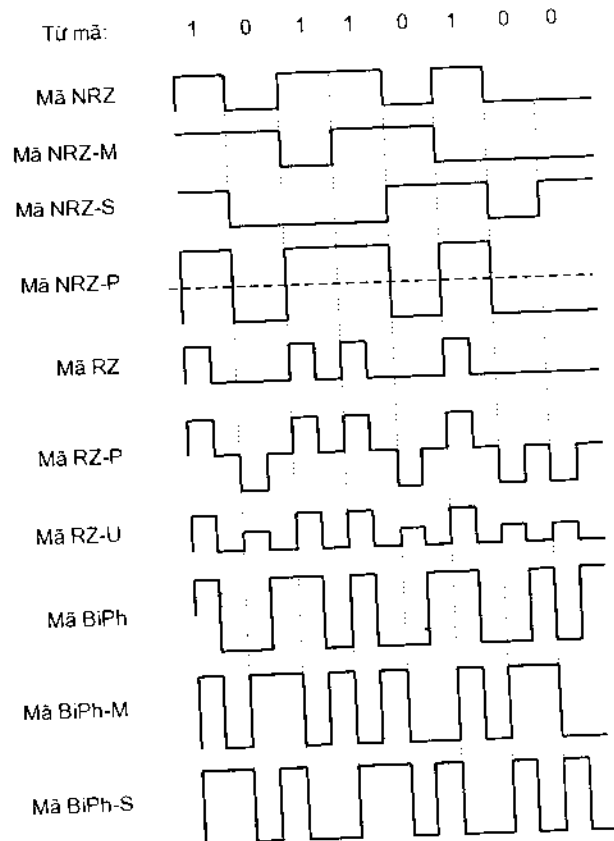
thấp (hình 5-12). Người ta chia mã *NRZ* thành hai loại: *NRZ* gián đoạn tích cực và *NRZ* gián đoạn thụ động (phụ thuộc vào mức điện áp ứng với mức tín hiệu thấp nhất). *NRZ* gián đoạn thụ động: mức symbol 0 ứng với mức điện áp 0, còn *NRZ* gián đoạn tích cực (*NRZ-P*): nó ứng với điện áp âm (cùng giá trị), điện áp âm ứng với symbol 1.

Các biến thể của *NRZ* là mã *NRZ-M* (*NRZ-Mark*) hoặc còn gọi là *NRZ-I* và mã *NRZ-S* (*NRZ-Space*) hoặc còn gọi là *NRZ-O*. Trong mã *NRZ-M*, mỗi sự thay đổi về biên độ tín hiệu ứng với mức logic 0 ứng với trường hợp không có sự thay đổi về biên độ. Phổ tín hiệu số của mã *NRZ-M* tương tự như trong mã *NRZ*. Mã *NRZ-S* là mã bổ sung cho mã *NRZ-M*, mã *NRZ-S* có mức logic 0 ứng với trường hợp có sự thay đổi biên độ tín hiệu và mức logic 1, nếu biên độ tín hiệu cố định. Đặc điểm của *NRZ-S* giống như mã *NRZ-M*.

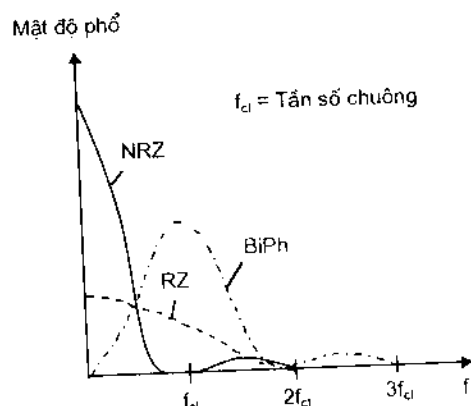
Các mã dạng *RZ* khác với mã *NRZ* là xung điện áp chiếm 1 nửa hay cả phân phạm vi nhịp *T*.

$$U(t) = U(t) - U(t - 0,5T) \quad (5-13)$$

Có xung: ứng với mức logic 1, còn không có xung: ứng với mức logic 0. Trong trường hợp logic 1, biên độ tín hiệu thay đổi hai lần, còn mức logic 0 thì biên độ tín hiệu không đổi. Phổ tín hiệu số trong mã *RZ* bao gồm bằng tần số rộng từ thành phần một chiều đến tần số bằng hai lần tần số xung đồng hồ (rộng hơn nhiều so với phổ tín hiệu *NRZ*), trong đó năng lượng cực đại của phổ cũng giống như *NRZ* ở vùng tần số thấp. ở đây, người ta cũng phân biệt thành hai loại mã *RZ* gián đoạn tích cực (*RZ-P*) xung âm có độ rộng bằng 1/2 hoặc một phần thời gian xung đồng hồ và biên độ bằng biên độ xung dương ứng với mức



Hình 5-11. Mã sơ cấp.



Hình 5-12. Phân bố năng lượng phổ tần số của các mã sơ cấp.

logic 1. Một biến thể của RZ gián đoạn tích cực (RZ-U) là loại mã mà trong đó mức logic 0 ứng với xung dương có biên độ nhỏ hơn xung ứng với mức logic 1. Đối với mã RZ có khả năng tạo lại tín hiệu đồng hồ từ chuỗi tín hiệu mã thu được.

Các mã dạng BiPh được tạo thành nhờ các cặp xung phụ RZ trong mỗi phạm vi nhịp:

$$U(t) = U(t) - 2U(t - 0,5T) + U(t-T) \quad (5-14)$$

Các loại mã xuất phát từ BiPh bao gồm: BiPh-M (Bi - phase Mark) hoặc BiPh-I và BiPh-S (Bi - phase space) hoặc BiPh-O. Trong mã BiPh-M (còn gọi là mã dùng điều tần xung hoặc mã Manchester I), mỗi biến đổi mức ở trên tâm chu kỳ đồng hồ ứng với mức logic 1, và nếu không có sự thay đổi mức, thì ứng với mức logic 0. Mã BiPh-S bổ sung cho mã BiPh-M. Trong BiPh-S, mỗi sự thay đổi mức ở tâm chu kỳ đồng hồ ứng với mức logic 0, ngược lại không có sự thay đổi, thì ta có mức logic 1. Tín hiệu số trong các mã BiPh (hai pha) được biểu diễn bằng chuỗi xung lặp lại với tần số tín hiệu đồng hồ.

Ở phía thu dễ dàng tạo lại tín hiệu đồng hồ với chuỗi mã lần lượt. Phổ tín hiệu trong mã BiPh giống như phổ tín hiệu điều tần có 2 tần số cơ bản $f_1 = \frac{1}{f_{dh}}$ và $f_2 = \frac{1}{2f_{dh}}$ (trong đó f_{dh} - tần số đồng hồ) không có thành phần một chiều và các thành phần tần số thấp. Phổ của nó rộng hơn nhiều so với phổ trong NRZ, và năng lượng phổ cơ bản nằm trong vùng tần số cao.

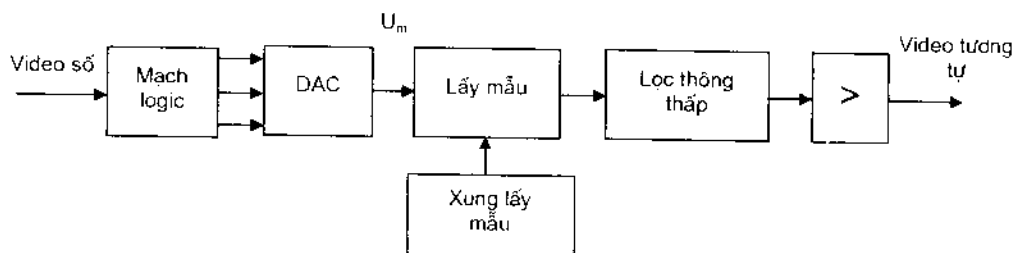
Trong truyền hình số, mã NRZ thường được dùng cho các thiết bị studio và thiết bị truyền các thông tin phụ trong tín hiệu truyền hình. Mã RZ được dùng trong một số trường hợp truyền tín hiệu hình số ở khoảng cách xa. Mã BiPh dùng trong quá trình ghi tín hiệu số trên băng từ.

5-3. BIẾN ĐỔI TÍN HIỆU SỐ - TƯƠNG TỰ (D/A)

Biến đổi tín hiệu số - tương tự (D/A) là quá trình tìm lại tín hiệu tương tự từ N số hạng (N bit) đã biết của tín hiệu số với độ chính xác là một mức lượng tử (1 LSB). Để lấy được tín hiệu tương tự từ tín hiệu số, dùng sơ đồ nguyên tắc như hình 5-13. Chuyển đổi số - tương tự không phải là phép nghịch đảo của chuyển đổi tương tự - số, vì không thể thực hiện được phép nghịch đảo của quá trình lượng tử hoá.

Theo sơ đồ này thì quá trình chuyển đổi số - tương tự là quá trình tìm lại tín hiệu tương tự đã được lấy mẫu. Mạch cơ bản của D/A bao gồm:

- Mạch số (đa hài loại D) với nhiệm vụ tạo lại tín hiệu số đầu vào.
- Mạch giải mã số - tương tự với nhiệm vụ biến tín hiệu số thành tín hiệu rời rạc tương ứng dưới dạng các xung có biên độ thay đổi, hình 5-14.



Hình 5-13. Sơ đồ khối mạch biến đổi số - tương tự.

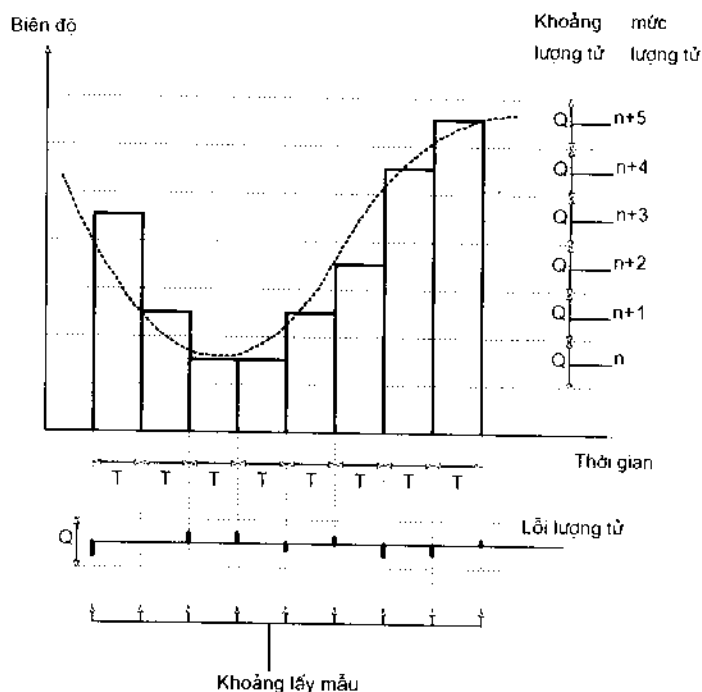
- Mạch tạo xung lấy mẫu và xung đồng hồ (có nhiệm vụ tạo các xung lấy mẫu và đồng bộ các quá trình còn lại trong D/A, đồng bộ với mạch tạo các xung giống nhau).

- Mạch lấy mẫu thứ cấp, có nhiệm vụ khử nhiễu (xuất hiện do chuyển mạch nhanh ở đầu ra của mạch D/A).

- Mạch lọc thông thấp để tách băng tần cơ bản của tín hiệu lấy mẫu (rời rạc). Bộ lọc thông thấp đóng vai trò như một bộ nội suy, ở đây tín hiệu tương tự biến thiên liên tục theo thời gian là tín hiệu nội suy của tín hiệu rời rạc theo thời gian U_m .

- Khuếch đại tín hiệu video ra.

Trong thực tế, mạch giải mã số - tương tự thường làm việc bằng cách cộng điện áp (đôi khi cộng dòng).



Hình 5-14. Tín hiệu tại đầu ra bộ biến đổi D/A.

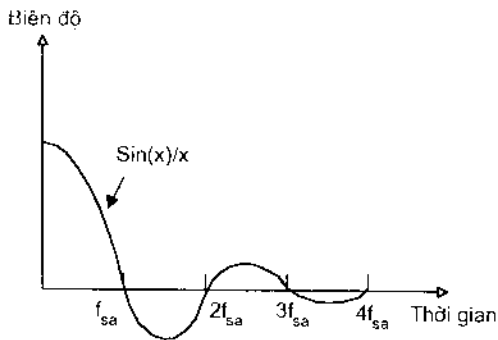
Hình 5-14 vẽ dạng tín hiệu đầu ra của một bộ biến đổi D/A, là một chuỗi các xung chữ nhật có biên độ bằng biên độ các tín hiệu số, độ rộng các xung là $T = 1/f$. Phổ của một xung chữ nhật có độ rộng T được cho bởi hàm số:

$$A(\text{dB}) = 20 \log_{10} \left(\frac{\sin x}{x} \right); \quad (5-15)$$

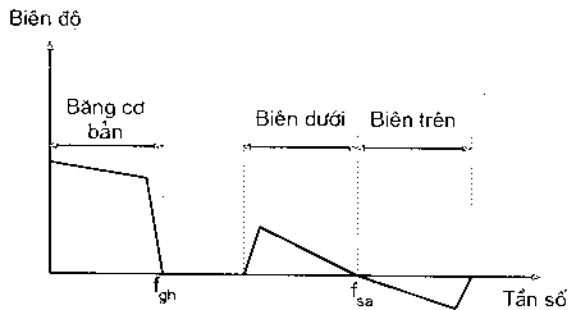
trong đó: A - phổ của xung chữ nhật; $x = \pi f_v / f_{lm}$;

f_v - tần số tín hiệu video; f_{lm} - là tần số lấy mẫu.

Phổ của một xung chữ nhật với độ rộng $T=1/f_s$ và phổ của tín hiệu tại đầu ra của bộ biến đổi D/A được vẽ như trên hình 5-15 và 5-16.



Hình 5-15. Tín hiệu tại đầu ra bộ biến đổi D/A.



Hình 5-16. Phổ tín hiệu tại đầu ra bộ biến đổi D/A.

5-4. TÍN HIỆU VIDEO SỐ TỔNG HỢP TIÊU CHUẨN $4f_{sc}$ NTSC

1. Giới thiệu chung

Trong một thời gian dài, rất nhiều các khái niệm, sản phẩm và các thiết bị điện tử đã được phát triển với rất nhiều các tiêu chuẩn khác nhau: tần số lấy mẫu khác nhau, số bit biểu diễn mẫu khác nhau và số mức lượng tử khác nhau. Các tiêu chuẩn này được phát triển phục vụ yêu cầu sản xuất và được thiết kế phù hợp với các studio sản xuất chương trình với tín hiệu video tổng hợp tương tự.

Xu hướng phát triển các studio hoàn toàn kỹ thuật số yêu cầu một tiêu chuẩn chung cho các thiết bị video số. Các tiêu chuẩn video số tổng hợp được xây dựng để hướng tới mục tiêu đó. Phù hợp với yêu cầu công nghệ, hai hệ thống tiêu chuẩn số hoá tín hiệu video tổng hợp đã được phát triển rộng rãi. Đó là tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC và tiêu chuẩn $4f_{sc}$ PAL.

Tín hiệu video tổng hợp tương tự được lấy mẫu tại tần số bằng 4 lần tần số sóng mang phụ ($4f_{sc}$). Số bit biểu diễn mẫu đóng vai trò quan trọng trong việc xác định chất lượng ảnh và tính kinh tế của thiết bị. Thông thường các thiết bị sử dụng 8 hoặc 10 bit để biểu diễn mẫu.

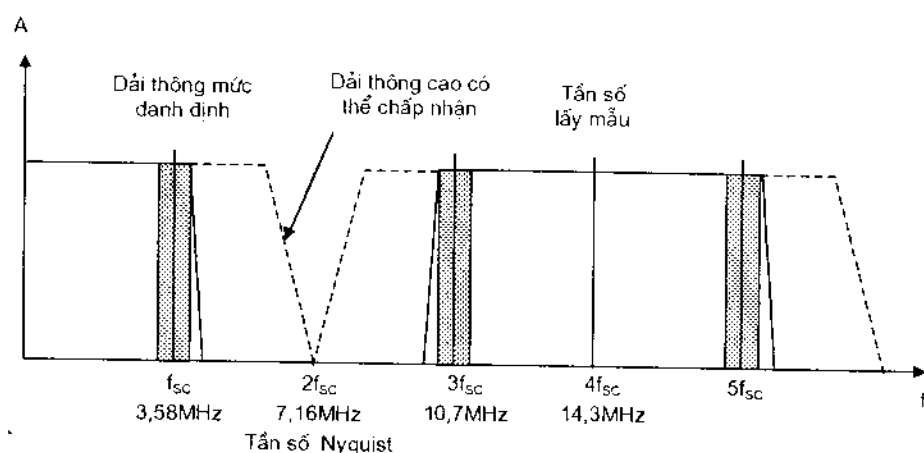
2. Các tham số cơ bản của tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC

Tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC được xác định trong SMPTE 244M gồm các tham số của tín hiệu video tổng hợp theo hệ NTSC cũng như tính chất kết nối song song của hệ thống. Chuẩn SMPTE được mô tả trong bảng 5-1.

Tần số lấy mẫu tín hiệu bằng 4 lần tần số sóng mang phụ: $f_{bt}=14,3181$ MHz (thường viết 14,3 MHz). Đồng bộ quá trình lấy mẫu được lấy từ tín hiệu đồng bộ màu của tín hiệu video tổng hợp. Hình 5-17 minh hoạ phổ tín hiệu NTSC lấy mẫu tại tần số $4f_{sc}$.

Bảng 5-1. Tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC

Tín hiệu vào	NTSC
Số mẫu trên một dòng	910
Số mẫu trên một dòng tích cực	768
Tần số lấy mẫu	$4f_{mp}=14,32818\text{ MHz}$
Cấu trúc lấy mẫu	Trực giao
Khoảng cách lấy mẫu	$+33^\circ, +123^\circ, +213^\circ, +303^\circ,$
Mã hoá	Lượng tử hoá đều
Thang lượng tử	8 hoặc 10 bit



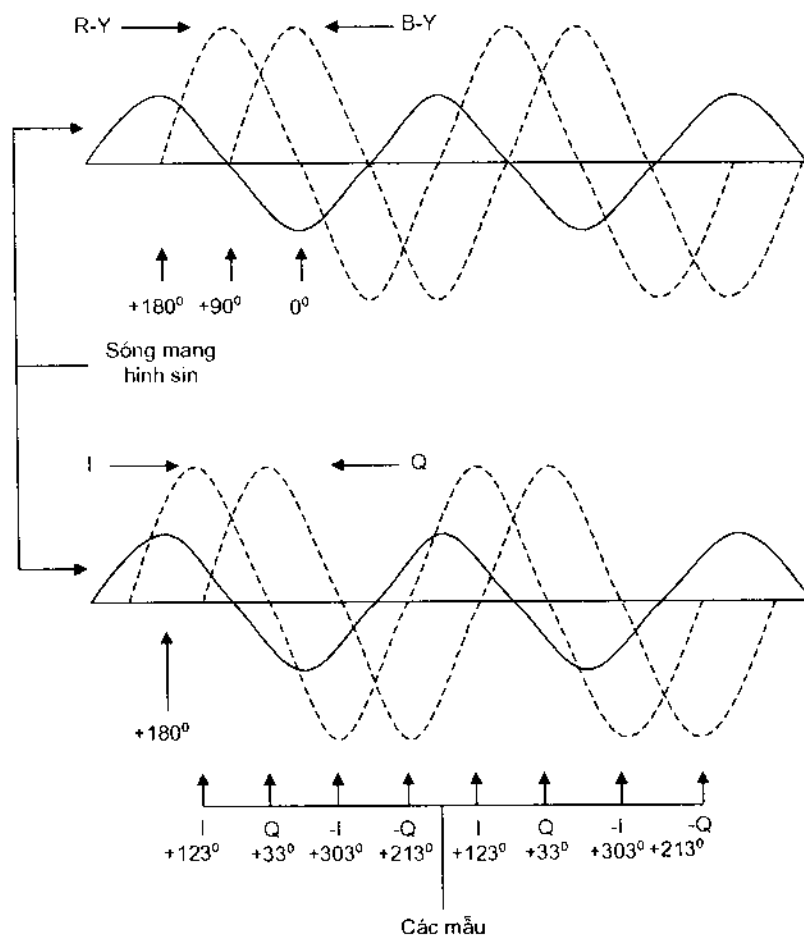
Hình 5.17. Phổ của tín hiệu lấy mẫu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC.

Trong phổ tín hiệu trên, có một khoảng cách hở giữa các tần số 4,2 MHz - tần số lớn nhất của NTSC cơ bản, và tần số 7,16 MHz (tần số Nyquist). Với khoảng hở này, các bộ lọc chống nhiễu và bộ lọc tái tạo có đặc tuyến không lý tưởng được phép sử dụng. Tiêu chuẩn không xác định tính chất của các bộ lọc chống nhiễu và bộ lọc tái tạo, vì vậy các nhà sản xuất có thể tự do lựa chọn các bộ lọc, phục vụ cho mục đích kinh tế và kỹ thuật.

3. Cấu trúc lấy mẫu

Tiêu chuẩn SMPTE phù hợp với các tham số NTSC cơ bản, tức là mã hoá tín hiệu I/Q thay vì các tín hiệu $(R-Y)/(B-Y)$. Tín hiệu NTSC cơ bản có dải thông I và Q khác nhau tương ứng là 1,2 MHz và 0,5 MHz.

Trên hình 5-18 minh họa quá trình lấy mẫu theo tiêu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC, theo đó, khoảng lấy mẫu cần trùng với đỉnh âm và dương của các thành phần sóng mang phụ I và Q . Phần trên của hình có vẽ các thông tin tương ứng về tín hiệu $R-Y$ và $B-Y$.



Hình 5-18. Các khoảng lấy mẫu tại tần số $4f_{sc}$ của tín hiệu tương tự NTSC.

Với tần số lấy mẫu là $f_{lm} = 14,3181 \text{ MHz}$, tần số quét dòng là $f_H = 15734,25 \text{ Hz}$, tổng số mẫu thu được trên một dòng là:

$$f_{lm} / f_H = 910 \text{ mẫu.}$$

Trong đó, dòng video tích cực chiếm 768 mẫu. 142 mẫu còn lại dành cho đồng bộ dòng tín hiệu số.

4. Thang lượng tử

Bảng 5-2 liệt kê các mức có ý nghĩa của tín hiệu NTSC tương tự tổng hợp với sọc màu chuẩn 100/7,5/100/7,5 tương ứng với giá trị tín hiệu video số $4f_{sc}$, biểu diễn dưới dạng số HEX cho trường hợp sử dụng 8 bit và 10 bit để mã hoá.

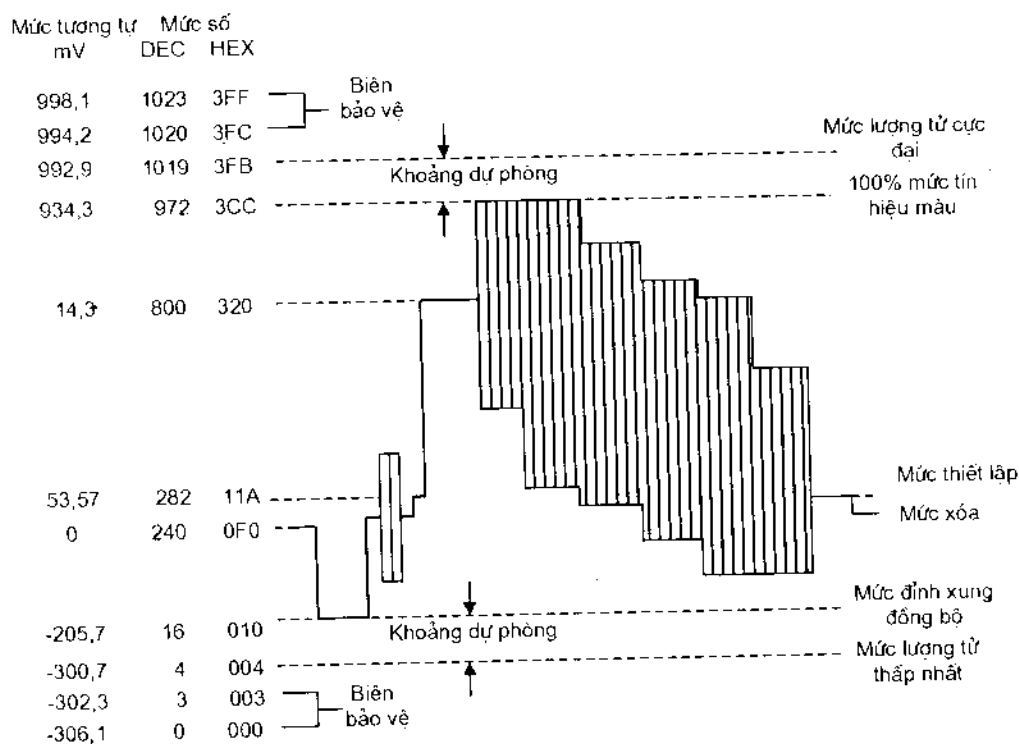
Hình 5-19 vẽ mối quan hệ của tín hiệu video tương tự tổng hợp với các giá trị mẫu 10 bit đối với tín hiệu chuẩn 100/7,5/100/7,5.

Với 10 bit biểu diễn mẫu ta có được 1024 mức lượng tử từ 0 đến 1023 (hay từ 000 đến 3FF hệ HEX). Các mức 000, 001, 002, 003 và 3FC, 3FD, 3FE, 3FF dùng để bảo vệ và

không được phép xuất hiện trong dòng số. Còn lại 1016 mức lượng tử tương ứng từ số 4 đến 1019 để biểu diễn tín hiệu video. Đỉnh đồng bộ được thiết lập ở mức 16 (010 IIF:X). Mức tín hiệu lớn nhất, tương ứng với màu vàng và màu xanh lơ, được thiết lập ở giá trị 972 (3CC IIF:X). Các khoảng bảo vệ bao gồm từ mức 4 đến 16 (004→010) và từ mức 972 đến 1019 (3CC→3FB). Các khoảng bảo vệ chiếm khoảng 1 dB, cho phép tín hiệu vào tương tự biến động trong một khoảng giới hạn nhất định.

Bảng 5-2. Giá trị các mức có ý nghĩa của tín hiệu NTSC, mã hoá 8 và 10 bit tín hiệu sọc màu 100/7,5/100/7,5

	Mã hoá 8 bit	Mã hoá 10 bit
Các mức bảo vệ	FF	3CF,3FD,3FE,3FF
Mức lượng tử hoá cao nhất	FE	3FB
Mức đỉnh tín hiệu màu	F3	3CC
Mức trắng	C8	320
Mức đen	46	11A
Mức xoá	3C	0F0
Đỉnh đồng bộ	04	010
Mức lượng tử hoá thấp nhất	01	004
Các mức bảo vệ	00	000,001,002,003



Hình 5-19. Quan hệ giữa các mức tín hiệu tương tự và tín hiệu số mã hoá 10 bit, hệ NTSC.

Khoảng bảo vệ làm giảm giá trị tỉ số S/Q_{RMS} . Theo lý thuyết, hệ số S/Q_{RMS} được tính:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} (dB) = 6,02n + 10,8 + 10 \log_{10} \left(\frac{f_{lm}}{2f_{gh}} \right) - 20 \log_{10} \left[\frac{V_q}{(V_W - V_B)} \right]$$

Cho $n = 10$ bit biểu diễn mẫu; $f_{lm} = 14,32$ MHz; $f_{gh} = 4,2$ MHz;

$$V_q = 1,3042 \text{ V}; V_W - V_B = 0,7143 \text{ V}.$$

Giá trị S/Q_{RMS} tính được bằng:

$$S/Q_{RMS} = 68,10 \text{ dB}$$

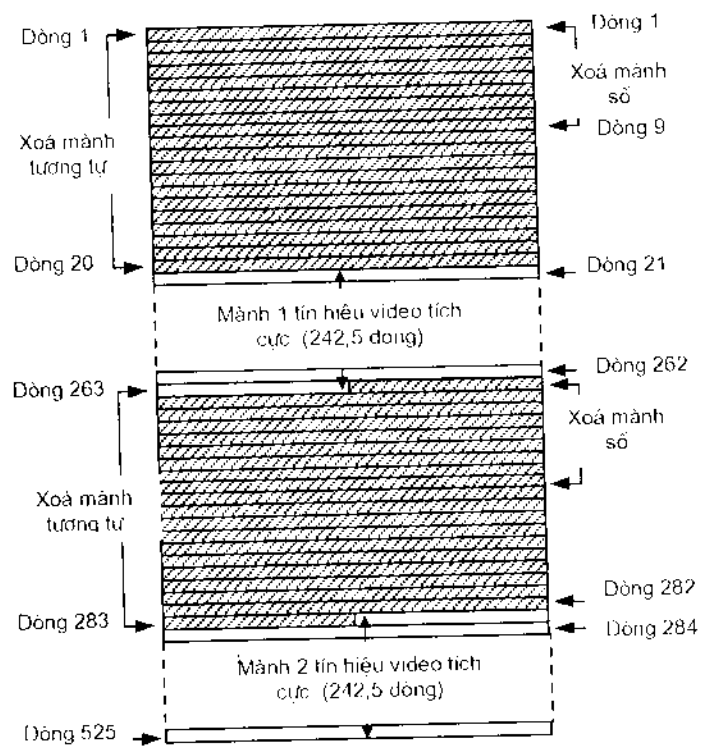
Trong hệ thống 8 bit, 254 trong 256 mức (01 đến FF) được sử dụng để biểu diễn giá trị lượng tử. Mức 00 và FF dùng cho bảo vệ và không được phép có trong dòng số. Giá trị S/Q_{RMS} cho hệ thống 8 bit tính được bằng:

$$S/Q_{RMS} = 56,06 \text{ dB}$$

5. Cấu trúc màn hình số

Khoảng thời gian tích cực của màn hình số vượt quá thời gian tích cực của màn hình tương tự. Một chu kỳ tích cực của màn hình số bắt đầu trước và kết thúc sau chu kỳ tích cực của màn hình tương tự. Trong một chu kỳ quét NTSC gồm 4 màn hình, các khoảng xoá màn hình của màn hình I và III được tính từ dòng 525, mẫu 768 đến dòng 9 mẫu 767 và các khoảng xoá màn hình của màn hình II và IV được tính từ dòng 263, mẫu 313 đến dòng 272 mẫu 767. Hình 5-21 biểu thị mối quan hệ giữa khoảng xoá màn hình tín hiệu video tổng hợp NTSC số và tương tự.

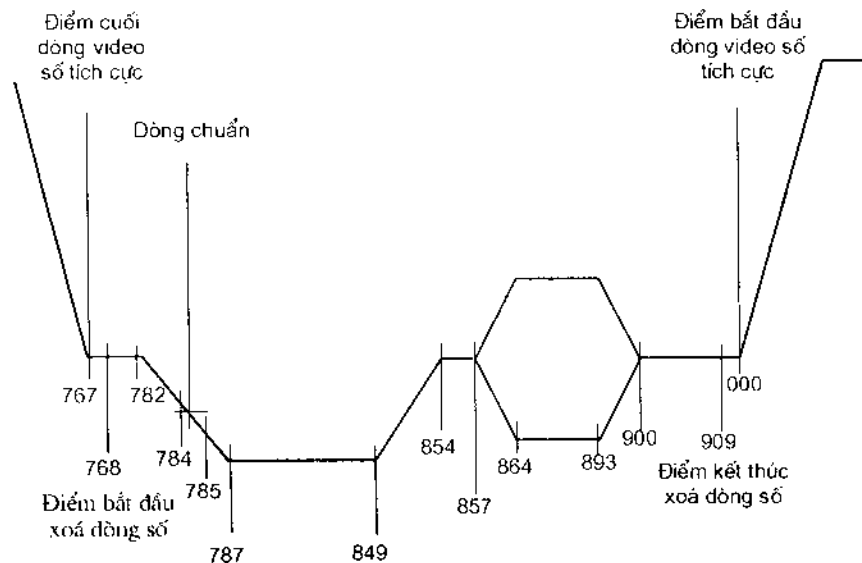
Theo hình 5-20, dòng tích cực số vượt quá dòng tích cực tương tự. Dòng tích cực số bắt đầu trước và kết



Hình 5-20. Quan hệ giữa màn hình tương tự và màn hình số chuẩn $4f_{MP}$ NTSC.

thức sau dòng tích cực tương tự. Như vậy, khoảng xoá dòng tương tự sẽ nằm trong dòng số tích cực. Điều này làm giảm các tạo bóng và viền của tín hiệu tương tự do ảnh hưởng của tín hiệu ở tần số cao đối với các bộ lọc tái tạo, đồng thời cũng phù hợp với sườn xung số có thời gian nhỏ. Khoảng xoá dòng số bắt đầu từ mẫu 768 đến mẫu 909 trên tất cả các dòng không thuộc khoảng xoá màn.

Hình 5-21 minh hoạ vị trí một số mẫu đặc trưng trong khoảng xoá dòng.



Hình 5-21. Quan hệ giữa dòng tương tự và dòng số chuẩn $4f_{sc}$ NTSC.

Pha sóng mang phụ và chuẩn thời gian đồng bộ dòng trùng nhau. Trong tín hiệu tương tự NTSC, thời gian đồng bộ dòng bắt đầu được xác định (mức 0) tại điểm cắt 0 của burst màu. Quan hệ giữa sóng mang phụ và tần số quét dòng trong hệ NTSC tạo ra hướng của điểm cắt 0 thay đổi sau mỗi dòng.

5-5. TÍN HIỆU VIDEO SỐ TỔNG HỢP TIÊU CHUẨN $4f_{sc}$ PAL

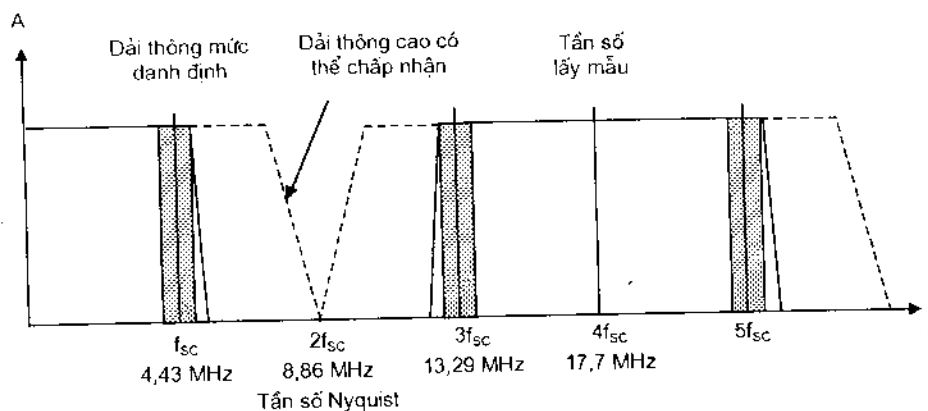
1. Các tham số cơ bản

Tín hiệu tương tự PAL và NTSC có nhiều điểm tương đồng, song tín hiệu số theo chuẩn $4f_{sc}$ của hai hệ thống này rất khác nhau. Bảng 5-3 tổng kết đặc điểm của tín hiệu số hệ $4f_{sc}$ PAL.

Tần số lấy mẫu bằng 4 lần tần số sóng mang phụ hay 17,734475 MHz (thường viết 17,73 MHz). Tín hiệu xung clock được lấy từ xung đồng bộ màu của tín hiệu video tổng hợp.

Bảng 5-3. Tiêu chuẩn $4f_{sc}$ PAL

Tín hiệu vào	PAL
Số mẫu trên một dòng	1135
Số mẫu trên một dòng tích cực	948
Tần số lấy mẫu	$4f_{sc} = 17,734475$ MHz
Khoảng cách lấy mẫu	$+45^\circ, +135^\circ, +225^\circ, +315^\circ$
Mã hoá	Lượng tử hoá đều
Thang lượng tử	8 hoặc 10 bit



Hình 5-22. Phổ của tín hiệu lấy mẫu chuẩn $4f_{sc}$ NTSC.

Hình 5-22 minh hoạ phổ lấy mẫu hệ $4f_{sc}$ PAL. Ở đây có một khoảng cách giữa các tần số 5 MHz, tần số cao nhất của hệ PAL cơ bản, và tần số 8,86 MHz (tần số Nyquist). Tiêu chuẩn không xác định tính chất của các bộ lọc chống nhiễu và bộ lọc tái tạo, song các nhà sản xuất thường sử dụng tại tần số cao. Cũng như với tín hiệu $4f_{sc}$ NTSC, cần chú ý đến vấn đề vượt quá mức tín hiệu trong quá trình chuyển đổi sang tín hiệu số khi đưa trực tiếp vào các thiết bị số $4f_{sc}$, theo đó tạo các yêu cầu nghiêm ngặt về giới hạn dải thông của bộ lọc tái tạo. Để khắc phục, rì và sườn trước xung xoá của tín hiệu số cần phù hợp với tín hiệu tương tự.

2. Cấu trúc lấy mẫu

Hình 5-23 minh hoạ vị trí chu kỳ lấy mẫu của tín hiệu PAL với tần số $4f_{sc}$. Pha burst màu liên tục thay đổi giữa hai giá trị $+135^\circ$ và $+225^\circ$.

Sóng mang phụ hệ PAL được xác định theo biểu thức:

$$f_{sc} = 285,75f_H + 25 \text{ Hz} = 4.433.618,75 \text{ Hz}$$

Số chu kỳ sóng mang phụ trên một khung hình (hai màn) là:

$$f_{sc}/25 = 177.344,75 \text{ chu kỳ/khung hình.}$$

Số khung hình nhỏ nhất chứa đựng một số nguyên các chu kỳ sóng mang phụ là 4 khung hình (tương đương 8 màn hình).

Tín hiệu tương tự được lấy mẫu với tần số bằng 4 lần tần số sóng mang phụ, theo trục của burst màu. Pha chuẩn cho đồng hồ lấy mẫu là sóng mang phụ tại 0° (theo trục +U). Tần số lấy mẫu được tính bằng:

$$f_{lm} = 4f_{sc} = 17.734.475 \text{ Hz}$$

Số các chu kỳ mẫu giữa hai xung đồng bộ dòng số là:

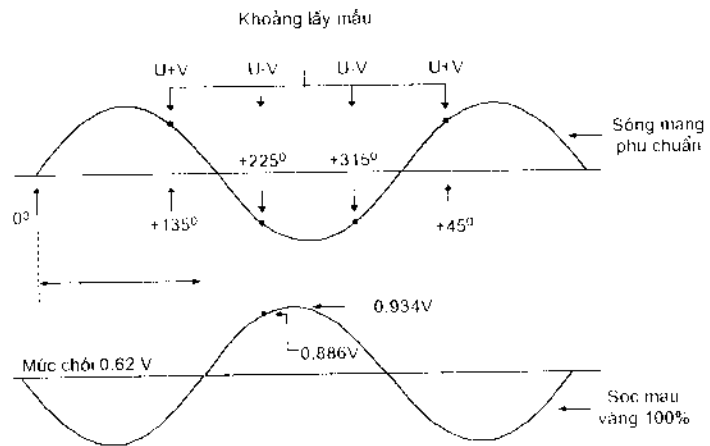
$$\frac{f_{lm}}{f_H} = \frac{17734475}{15625} = 1135,0064$$

Tổng số các mẫu trên một khung hình là:

$$1135,0064 \times 625 = 709.379 \text{ mẫu}$$

Quá trình xử lý tín hiệu yêu cầu một số nguyên các mẫu trên mỗi dòng quét. Số mẫu được chọn là 1135 mẫu trên một dòng. Kết quả là có 709.375 mẫu trên một khung hình.

Để phù hợp chính xác với số mẫu cần phải có, trên các dòng 313 và dòng 625 được cộng thêm mỗi dòng một mẫu. Như vậy trên mỗi dòng quét trong màn hình tích cực có 1135 mẫu (dòng 313 và dòng 625 thuộc khoảng xoá màn hình), trong đó dòng tích cực chiếm 948 mẫu. Khoảng xoá dòng chiếm 187 mẫu còn lại.



Hình 5-23. Khoảng lấy mẫu $4f_{sc}$ tín hiệu tổng hợp hệ PAL.

3. Thang lượng tử

Bảng 5-4 liệt kê các mức có ý nghĩa của tín hiệu PAL tương tự tổng hợp với tín hiệu sọc màu chuẩn 100/0/100/0 tương ứng với giá trị tín hiệu video số $4f_{sc}$ biểu diễn dưới dạng số HEX cho trường hợp lượng tử hoá 8 bit và 10 bit.

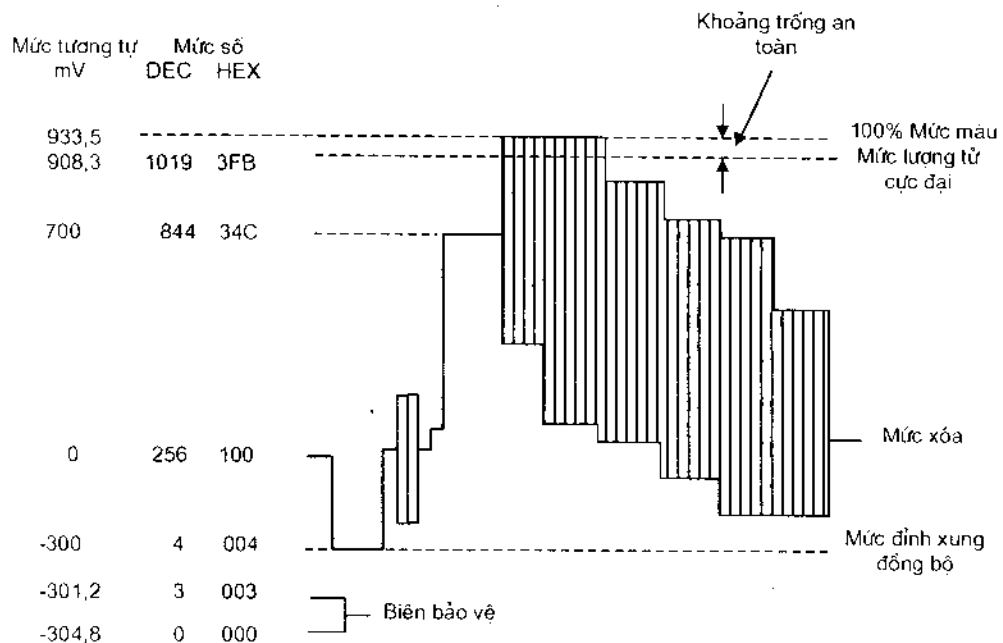
Hình 5-24 vẽ mối quan hệ của tín hiệu video tương tự tổng hợp PAL với các giá trị mẫu 10 bit đối với tín hiệu chuẩn 100/0/100/0.

Hình 5-24 biểu diễn mối quan hệ của tín hiệu video tương tự tổng hợp PAL với các giá trị mẫu 10 bit đối với tín hiệu chuẩn 100/0/100/0. Với lượng tử hoá 10 bit ta có 1024 mức lượng tử (2^{10}), từ 0 đến 1023 hay theo hệ Hex từ 000 đến 3FF. Các mức

000, 001, 002, 003 và 3FC, 3FD, 3FE, 3FF được dùng để bảo vệ và không được phép xuất hiện trong dòng số. Còn lại 1016 mức lượng tử tương ứng từ số 4 đến 1019 (004 đến 3FB Hex) để biểu diễn tín hiệu video. Đỉnh đồng bộ được thiết lập ở mức 4 (004 hex). Không như trong hệ NTSC $4f_{sc}$, không có khoảng phòng vệ phía dưới, và đỉnh xung đồng bộ là mức lượng tử thấp nhất của tín hiệu.

Bảng 5-4. Giá trị các mức có ý nghĩa của tín hiệu PAL, mã hoá 8 và 10 bit tín hiệu sọc màu 100/0/100/0

	Mã hoá 8 bit	Mã hoá 10 bit
Các mức bảo vệ	FF	3FC,3FD,3FE,3FF
Mức lượng tử hoá cao nhất	FE	3FB
Mức đỉnh tín hiệu màu	>>FE	>>3FB
Mức trắng	D3	34C
Mức xoá	3C	100
Đỉnh đồng bộ	04	016
Mức lượng tử hoá thấp nhất	01	004
Các mức bảo vệ	00	000,001,002,003



Hình 5-24. Mối quan hệ của tín hiệu video tương tự tổng hợp PAL với các giá trị mẫu 10 bit đối với tín hiệu chuẩn 100/0/100/0.

Mức cao nhất của tín hiệu tương tự được lượng tử hoá là 908,3 mV, tương ứng với mức lượng tử 1019 hay 3FB (Hex). Mức tín hiệu này thấp hơn tín hiệu vàng và xanh lơ

trong thang sọc màu 100/0/100/0, tương đương 933,5 mV. Như vậy sẽ có một khoảng bảo vệ âm tại đỉnh của tín hiệu.

Hình 5-25 chỉ ra rằng tất cả các mẫu được lựa chọn sao cho mẫu của tín hiệu tương ứng với màu vàng xuất hiện tại giá trị biên độ lớn nhất. Biên độ tín hiệu màu vàng được lấy mẫu là 886 mV, tức là nằm dưới mức lượng tử hoá cao nhất 908,3 mV. Bộ biến đổi D/A theo đó cũng có khả năng tái tạo lại tín hiệu ban đầu chính xác. Kết quả là thu được một giá trị có lợi của tỉ số S/Q_{RMS} , vào khoảng 0,5 dB, mà không gây méo cho tín hiệu. Theo lý thuyết, S/Q_{RMS} có thể được tính bởi công thức:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} - (dB) = 6,02n + 10,8 + 10 \log_{10} \left(\frac{f_{lm}}{2f_c} \right) - 20 \log_{10} \left[\frac{V_q}{(V_w - V_B)} \right]$$

Cho giá trị của các biến trong biểu thức trên là:

$$n = 10 \text{ bit/mẫu}; \quad f_{lm} = 17,72 \text{ MHz}; \quad f_c = 5 \text{ MHz}$$

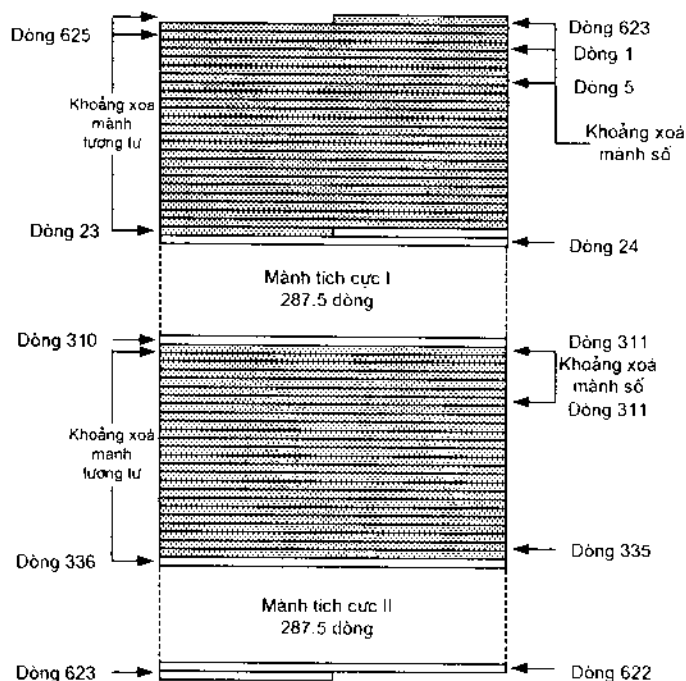
$$V_q = 1,2131 \text{ V}; \quad V_w - V_B = 0,7 \text{ V}$$

Ta tính được giá trị S/Q_{rms} :

$$S/Q_{rms} = 68,71 \text{ dB}$$

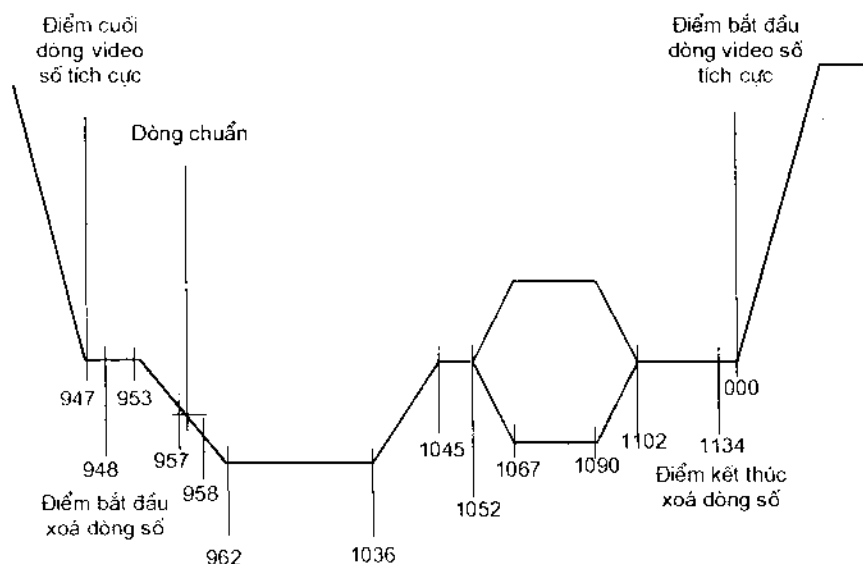
4. Cấu trúc màn hình số

Khoảng thời gian tích cực của màn hình vượt quá thời gian tích cực của màn hình tương tự. Một chu kỳ tích cực của màn hình số bắt đầu trước và kết thúc sau chu kỳ tích cực của màn hình tương tự. Trong một chu kỳ quét PAL gồm 4 màn hình, các khoảng xoá màn hình của màn hình I và III được tính từ dòng 623, mẫu 382 đến dòng 5 mẫu 947 và các khoảng xoá màn hình của màn hình II và IV được tính từ dòng 310, mẫu 948 đến dòng 317 mẫu 947. Hình 5-25 biểu thị mối quan hệ giữa khoảng xoá màn hình tín hiệu video PAL, tổng hợp tương tự và tín hiệu video hệ $4f_{sc}$ PAL.



Hình 5-25. Quan hệ giữa màn hình tương tự và màn hình số chuẩn $4f_{sc}$ PAL.

Đồng tích cực số vượt quá đồng tích cực tương tự, Đồng tích cực số bắt đầu trước và kết thúc sau đồng tích cực tương tự. Như vậy, khoảng xoá đồng tương tự sẽ nằm trong đồng số tích cực. Điều này làm giảm các tạo bóng và viền của tín hiệu tương tự do ảnh hưởng của tín hiệu ở tần số cao đối với các bộ lọc tái tạo, đồng thời cũng phù hợp với sườn xung số có thời gian nhỏ. Khoảng xoá đồng số bắt đầu từ mẫu 948 đến mẫu 1134 trên tất cả các dòng không thuộc khoảng xoá màn. Hình 5-26 minh họa vị trí một số mẫu đặc trưng trong khoảng xoá đồng.



Hình 5.26 Quan hệ giữa dòng tương tự và dòng số chuẩn $4f_{sc}$ PAL.

5-6. TÍN HIỆU VIDEO SỐ THÀNH PHẦN

1. Giới thiệu chung

Trong hệ thống thành phần tương tự, thông tin được biến đổi thành các tín hiệu U_R , U_G , U_B hoặc U_Y , U_{RY} , U_{BY} có biên độ liên tục, trong một giới hạn nhất định. Suy giảm trong hệ thống tương tự tại đầu ra của hệ thống bao gồm tổng tất cả các suy giảm của tín hiệu tại mỗi thành phần của hệ thống mà tín hiệu đi qua. Điều này làm giới hạn số các tầng có thể có trong hệ thống truyền hình, sao cho tín hiệu tại đầu thu chấp nhận được. Các yếu tố chính làm ảnh hưởng đến tín hiệu tương tự là méo tuyến tính, méo phi tuyến v.v... Các suy hao này có thể làm giảm nhỏ bằng các phương pháp kỹ thuật song không thể loại trừ hoàn toàn được. Việc sử dụng tín hiệu thành phần tại studio cho phép loại bỏ được những hiệu ứng không mong muốn như trong tín hiệu tổng hợp. Ngược lại, thiết bị thành phần có giá thành cao, phức tạp.

Trong hệ thống số, các suy hao này có thể được giảm nhỏ, nhờ quá trình biến đổi tín hiệu A/D và D/A, tín hiệu được gia công, xử lý và phân phối theo dạng số, tín hiệu chỉ được chuyển đổi sang tương tự đúng một lần vào trước khi truyền đi trong không trung bằng sóng VHF và UHF thông thường. Mặc dù tín hiệu tổng hợp đã có được những thuận lợi, nhất là về băng tần, song xu hướng chung trong sản xuất chương trình tại studio, trên các đường truyền và phân phối tín hiệu qua vệ tinh cho các studio lưu động, là sử dụng tín hiệu thành phần đầy đủ hoặc có nén dòng bit.

Nỗ lực chuẩn hoá của Bắc Mỹ và Châu Âu đã cho ra đời tiêu chuẩn CCIR-601, tiêu chuẩn mã hoá truyền hình số tại studio. Tiêu chuẩn này phù hợp với cả hai hệ truyền hình có 525 và 625 dòng quét, và là cơ sở cho việc tạo ra các tiêu chuẩn con. Ban đầu, chuẩn này xác định 8 bit cho mã hoá tín hiệu video, tuy nhiên, ngày nay, số bit xác định cho mã hoá là 10 bit. Cơ sở của tín hiệu mã hoá là các tín hiệu chói và hai tín hiệu hiệu màu, hoặc là các tín hiệu màu cơ bản (U_R, U_G, U_B).

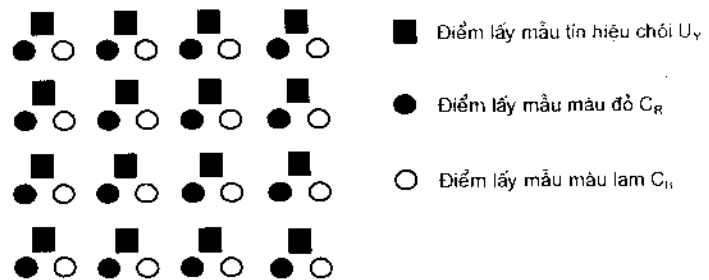
2. Các chuẩn lấy mẫu

Có nhiều tiêu chuẩn lấy mẫu tín hiệu video số thành phần, điểm khác nhau chủ yếu ở tỉ lệ giữa tần số lấy mẫu và phương pháp lấy mẫu tín hiệu chói và các tín hiệu màu, trong đó bao gồm: Tiêu chuẩn 4:4:4; 4:2:2; 4:2:0; 4:1:1. Các định dạng số video có nén chỉ lấy mẫu cho các dòng tích cực của video. Để nắm được ý nghĩa của các chuẩn lấy mẫu ta đi tìm hiểu các phương thức của từng chuẩn.

a) Tiêu chuẩn 4:4:4

Mẫu tín hiệu chỉ được lấy đối với các phần tử tích cực của tín hiệu video. Với hệ PAL, màn hình được chia làm 625x720 điểm (pixel).

Các tín hiệu chói (U_Y), tín hiệu hiệu màu (C_R, C_B) được lấy mẫu tại tất cả các điểm lấy mẫu trên dòng tích cực của tín hiệu video. Cấu trúc lấy mẫu là cấu trúc trực giao, vị trí lấy mẫu như hình 5-27.



Hình 5-27. Tiêu chuẩn 4:4:4.

Theo tiêu chuẩn 4:4:4 có khả năng khôi chất phục lượng hình ảnh tốt, thuận tiện cho việc xử lý tín hiệu. Các tổ chức tiêu chuẩn quốc tế đã thống nhất về chỉ tiêu tần số lấy mẫu cho truyền hình số theo tiêu chuẩn này - với tên gọi là CCIR - 601.

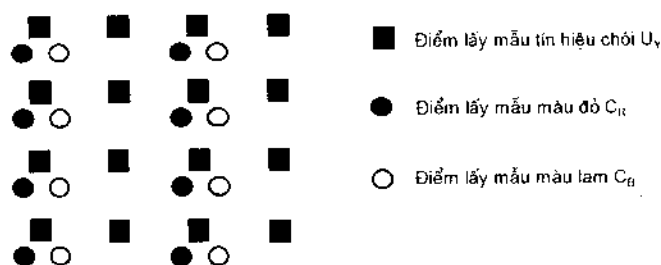
Với chuẩn 4:4:4 tốc độ dòng dữ liệu (ví dụ cho hệ PAL) được tính như sau:

- Khi lấy mẫu 8 bit: $(720+720+720) \times 576 \times 8 \times 25 = 249 \text{ Mbit/s}$.

- Khi lấy mẫu 10 bit: $(720+720+720) \times 576 \times 10 \times 25 = 311 \text{ Mbit/s}$.

b) Tiêu chuẩn 4:2:2

Theo hình 5-28, trên một dòng tích cực: Điểm đầu lấy mẫu toàn bộ ba tín hiệu: chói (U_Y) và hiệu màu (C_R, C_B). Điểm kế tiếp chỉ lấy mẫu tín hiệu U_Y , còn hai tín hiệu hiệu màu không lấy mẫu. Khi giải mã màu suy ra từ màu của điểm ảnh trước. Điểm sau nữa lại lấy mẫu đủ cả ba tín hiệu U_Y, C_R, C_B . Tuần tự như thế, cứ 4 lần lấy mẫu U_Y , thì có hai lần lấy mẫu C_R , hai lần lấy mẫu C_B , tạo nên cơ cấu 4:2:2.



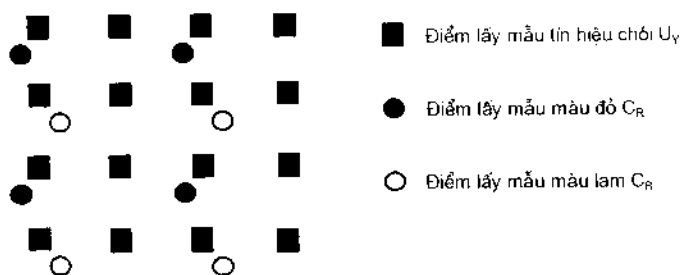
Hình 5-28. Tiêu chuẩn 4:2:2.

Đối với hệ PAL tốc độ dòng dữ liệu theo chuẩn này được tính như sau:

- Khi lấy mẫu 8 bit: $(720+360+360) \times 576 \times 8 \times 25 = 166 \text{ Mbit/s}$.
- Khi lấy mẫu 10 bit: $(720+360+360) \times 576 \times 10 \times 25 = 207 \text{ Mbit/s}$.

c) Tiêu chuẩn 4:2:0

Theo hình 5-29, lấy mẫu tín hiệu U_Y tại tất cả các điểm ảnh của dòng, còn tín hiệu màu thì cứ cách một điểm sẽ lấy mẫu cho một tín hiệu màu. Tín hiệu màu được lấy xen kẽ, nếu hàng chẵn lấy mẫu cho tín hiệu màu C_R thì hàng lẻ sẽ lấy mẫu cho tín hiệu C_B .



Hình 5-29. Tiêu chuẩn 4:2:0.

Đối với hệ PAL tốc độ dòng dữ liệu theo chuẩn này được tính như sau:

- Khi lấy mẫu 8 bit: $(720+360) \times 576 \times 8 \times 25 = 124,4 \text{ Mbit/s}$.
- Khi lấy mẫu 10 bit: $(720+360) \times 576 \times 10 \times 25 = 155,5 \text{ Mbit/s}$.

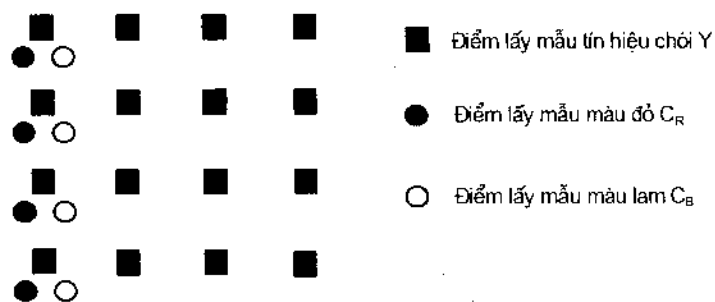
d) Tiêu chuẩn 4:1:1

Chuẩn 4:1:1 trình tự lấy mẫu như hình 5-30. Trong điểm ảnh đầu lấy mẫu đủ U_Y, C_R, C_B ; ba điểm ảnh tiếp sau chỉ lấy mẫu U_Y , không lấy mẫu của tín hiệu C_R, C_B . Khi giải mã, màu của ba điểm ảnh sau phải suy từ điểm ảnh đầu. Tuần tự như thế, cứ bốn lần lấy mẫu U_Y , có một lần lấy mẫu C_R , một lần lấy mẫu C_B , đây là cơ cấu 4:1:1.

Đối với hệ PAL tốc độ dòng dữ liệu theo chuẩn này được tính như sau:

- Khi lấy mẫu 8 bit: $(720+180+180) \times 576 \times 8 \times 25 = 124,4 \text{ Mbit/s}$.
- Khi lấy mẫu 10 bit: $(720+180+180) \times 576 \times 10 \times 25 = 155,5 \text{ Mbit/s}$.

Số "4" ở đầu mỗi chuẩn biểu thị tần số lấy mẫu tín hiệu chói ($f_m = 13,5 \text{ MHz}$), tuy không còn bằng bốn lần tần số sóng mang như trước ($4f_{sc}$). Các con số khác biểu thị tỉ lệ giữa tần số lấy mẫu tín hiệu hiệu màu so với tín hiệu chói. 13,5 MHz là tần số duy nhất trong khoảng từ 12 MHz đến 14 MHz có giá



Hình 5-30. Tiêu chuẩn 4:1:1.

trị bằng một số nguyên lần tần số dòng cho cả hai tiêu chuẩn (525 và 625) và do vậy cho một số nguyên lần số mẫu đối với cả hai hệ.

Với tần số lấy mẫu 13,5 MHz, tín hiệu video số đã không còn bị phụ thuộc vào các tiêu chuẩn khác nhau của video tương tự. Thiết bị trong các trung tâm truyền hình số sẽ hoàn toàn giống nhau cho cả hai hệ thống, điều này sẽ tạo thuận lợi cho việc hợp tác sản xuất, trao đổi chương trình giữa các tổ chức truyền hình.

3. Các tín hiệu mã hoá và tần số lấy mẫu

Tín hiệu được mã hoá bao gồm tín hiệu chói và hai tín hiệu hiệu màu. Đó là các tín hiệu được biểu diễn U'_Y, C'_R, C'_B . Các tín hiệu hiệu màu được xác định trên tiêu chuẩn của CCIR 601.

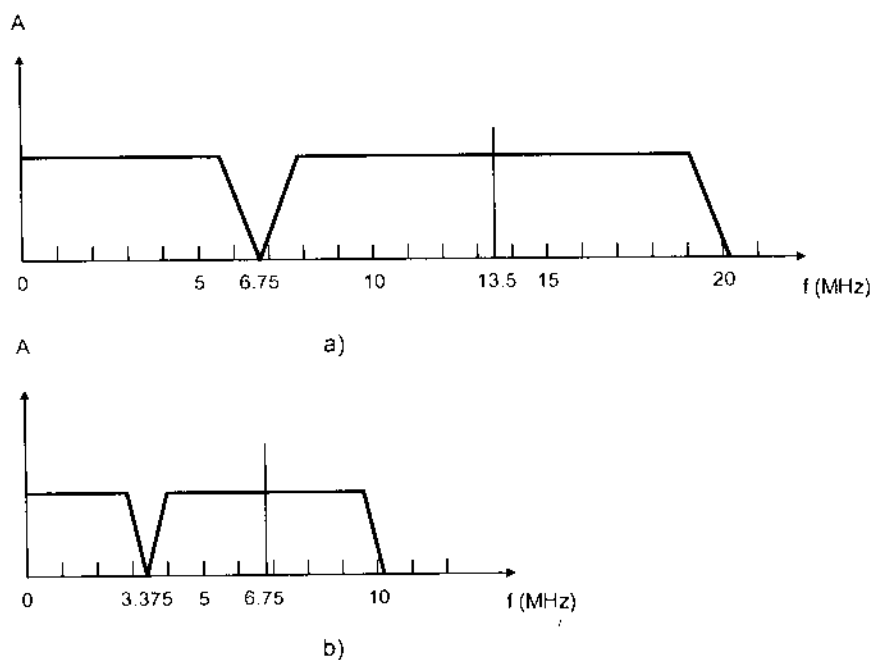
Tần số lấy mẫu tín hiệu chói được chọn là 13,5 MHz, theo đó số chu kỳ lấy mẫu trên một dòng là số nguyên trong cả hai hệ thống 525 và 625 dòng. Tần số này có được từ tín hiệu video vào bằng cách sử dụng dao động điều khiển bằng vòng khoá pha tại tần số $858 \times f_H$ đối với tiêu chuẩn 525/60 và tần số $864 \times f_H$ đối với tiêu chuẩn 625/50.

Hình 5-31a vẽ phổ lấy mẫu 13,5 MHz của tín hiệu chói. Trên hình vẽ có một khoảng hở giữa tần số 5,75 MHz và tần số Nyquist (6,75 MHz) dùng để hạn chế mức của các bộ lọc tránh chống phổ và bộ lọc tái tạo. Tín hiệu chói trên là tín hiệu đã qua bộ lọc tránh chống phổ và bộ lọc tái tạo.

Tần số lấy mẫu tín hiệu hiệu màu được lấy từ tần số lấy mẫu tín hiệu chói qua bộ chia hai. Hình 5-31b vẽ phổ lấy mẫu 6,75 MHz của tín hiệu hiệu màu.

Dải thông của các kênh tín hiệu chói và tín hiệu hiệu màu đã được xác định bằng tần số lấy mẫu và bộ lọc thông thấp, chỉ cho qua một tín hiệu. Khi cho qua nhiều tín hiệu, trường hợp nhiều thiết bị số thành phần được kết nối sử dụng cổng

vào ra tương tự, sẽ xuất hiện méo tuyến tính làm giảm biên độ của đặc tuyến tần số và đặc tuyến trễ nhóm.



Hình 5-31. Phổ a) tín hiệu chói lấy mẫu tại tần số 13,5 MHz và b) tín hiệu màu lấy mẫu tại tần số 6,75 MHz.

4. Thang lượng tử

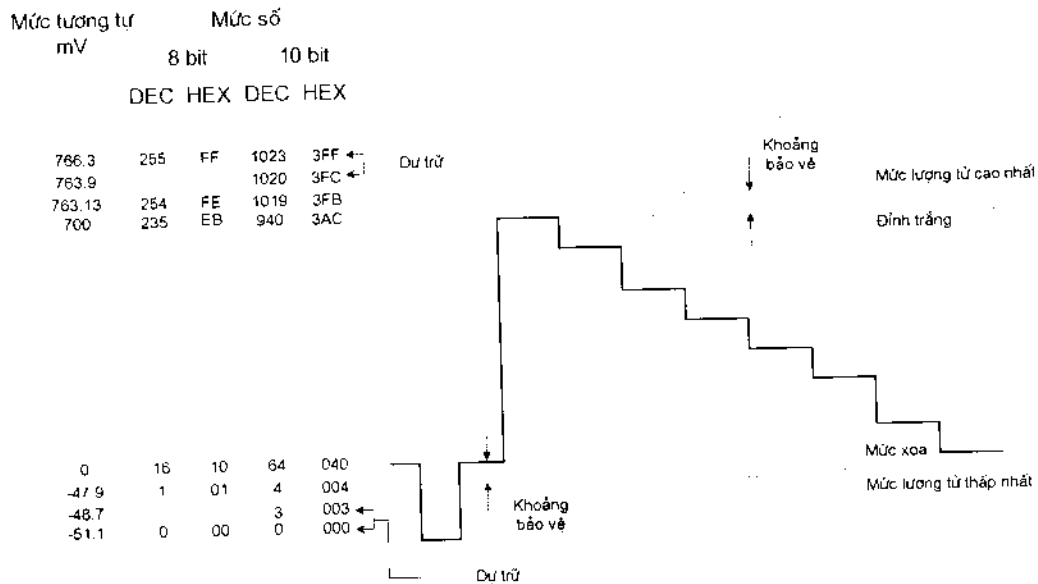
Các mức tín hiệu của thành phần tín hiệu chói U'_Y theo chuẩn sọc màu 100/0/100/0 và các giá trị tương ứng của tín hiệu số U_Y biểu diễn bằng hệ HEX được cho trong bảng 5-5.

Bảng 5-5. Giá trị các mức có ý nghĩa của tín hiệu tương tự thành phần chói và tín hiệu số thành phần chói, mã hoá 8 và 10 bit tín hiệu sọc màu 100/0/100/0

	Mã hoá 8 bit	Mã hoá 10 bit
Các mức bảo vệ	FF	3FC,3FD,3FE,3FF
Mức lượng tử hoá cao nhất	FE	3FB
Mức trắng	EB	3AC
Mức xoá	10	040
Mức lượng tử hoá thấp nhất	01	004
Các mức bảo vệ	00	000,001,002,003

Hình 5-32 biểu diễn các mức tín hiệu chói và các giá trị mẫu biểu diễn bằng 8 bit và 10 bit trong chuẩn màu 100/0/100/0. Với 10 bit biểu diễn mẫu ta có được 1024 mức lượng tử từ 0 đến 1023 (hay từ 000 đến 3FF hệ HEX). Các mức 000, 001, 002,

003 và 3FC, 3FD, 3FE, 3FF được dành cho tín hiệu chuẩn thời gian. Còn lại 1016 mức lượng tử tương ứng từ số 4 đến 1019 để biểu diễn tín hiệu chói.



Hình 5-32. Quan hệ giữa các mức tín hiệu tương tự thành phần chói và tín hiệu số thành phần chói, mã hoá 8 và 10 bit.

Xung xoá được thiết lập ở mức 64 (040 HEX). Đỉnh trắng được thiết lập tại mức 940 (hay 3AC hệ HEX). Các khoảng phòng vệ phía trên và phía dưới bao gồm từ mức 4 đến mức 64 (004 đến 040) và từ mức 940 đến 1019 (3AC đến 3FB). Phần đồng bộ của tín hiệu chói không được lấy mẫu. Khoảng phòng vệ cho phép mức tín hiệu tương tự có thể thay đổi.

Theo lý thuyết, S/Q_{RMS} có thể được tính bằng:

$$\frac{S}{Q_{RMS}} (dB) = 6,02n + 10,8 + 10 \log_{10} \left(\frac{f_{lm}}{2f_{gh}} \right) - 20 \log_{10} \left[\frac{V_q}{(V_w - V_B)} \right]$$

Cho $n = 10$ bit biểu diễn mẫu; $f_{lm} = 13,5$ MHz; $f_{gh} = 5,75$ MHz;

$V_q = 0,8174$ V; $V_w - V_B = 0,7$ V;

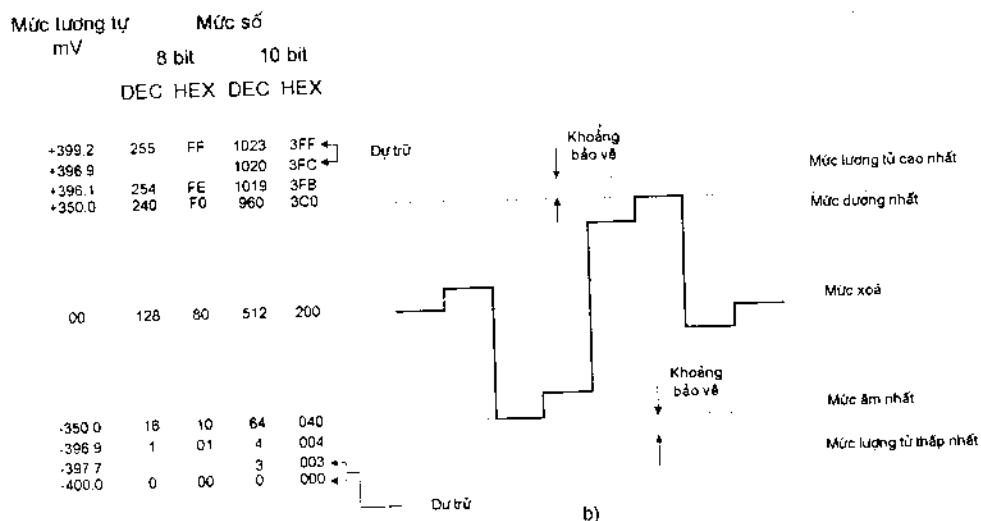
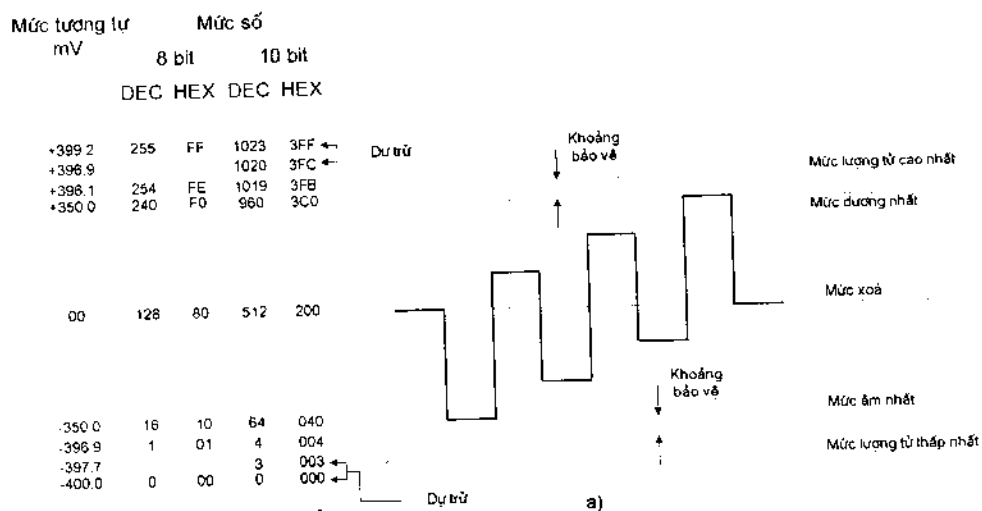
Giá trị S/Q_{RMS} tính được bằng: $S/Q_{RMS} = 70,35$ dB

Trong trường hợp dùng mã tuyến tính 8 bit, thang lượng tử chứa $2^8 = 256$ (từ 0÷256) mức và có các khoảng cách đều nhau. Đối với tín hiệu chói người ta chỉ sử dụng 220 mức. Các mức còn lại: 36 mức được dành cho khoảng bảo vệ và tín hiệu đồng bộ. Giá trị S/Q_{RMS} tính được bằng:

$$S/Q_{RMS} = 58,3 \text{ dB}$$

Bảng 5-6. Giá trị các mức có ý nghĩa của tín hiệu tương tự và tín hiệu số thành phần màu C_B và C_R , mã hoá 8 và 10 bit tín hiệu sọc màu 100/0/100/0

	Mã hoá 8 bit	Mã hoá 10 bit
Các mức bảo vệ	FF	3FC,3FD,3FE,3FF
Mức lượng tử hoá cao nhất	FE	3FB
Mức dương cao nhất	F0	3C0
Mức xoá	80	200
Mức âm cao nhất	10	040
Mức lượng tử hoá thấp nhất	01	004
Các mức bảo vệ	00	000,001,002,003



Hình 5-33. Quan hệ giữa các mức tín hiệu tương tự thành phần C_R , C_B và tín hiệu số thành phần C_R , C_B mã hoá 8 và 10 bit.

Các mức tín hiệu của các thành phần tín hiệu hiệu màu C'_B và C'_R theo chuẩn sọc màu 100/0/100/0 và các giá trị tương ứng của tín hiệu số C'_B và C'_R biểu diễn bằng hệ HEX được biểu diễn trên bảng 5-6 cho hệ thống 8 và 10 bit. Các tín hiệu hiệu màu là lưỡng cực, và như vậy, chúng cần phải dịch chuyển 0,350 mV để phù hợp với bộ chuyển đổi A/D, vốn dĩ yêu cầu tín hiệu đơn cực.

Hình 5-33 biểu diễn các mức tín hiệu hiệu màu và các giá trị mẫu biểu diễn bằng 8 bit và 10 bit trong chuẩn màu 100/0/100/0.

Trong hệ thống sử dụng 10 bit biểu diễn mẫu, có 1016 mức lượng tử từ 4 đến 1019 (hay từ 004 đến 3FB hệ HEX) để biểu diễn tín hiệu hiệu màu C_B và C_R . Xung xoá được thiết lập tại mức 512 (hay 200 hệ HEX). Mức dương cực đại của tín hiệu tương tự được xác định tại mức 960 hay 3C0 hệ HEX. Các khoảng phòng vệ phía trên và phía dưới bao gồm từ mức 4 đến mức 64 (004 đến 040) và từ mức 940 đến 1019 (3AC đến 3FB). Phân đồng bộ của tín hiệu chói không được lấy mẫu. Khoảng phòng vệ cho phép mức tín hiệu tương tự có thể thay đổi.

Cho: $n = 10$ bit biểu diễn mẫu; $f_{lm} = 6,75$ MHz; $f_{rh} = 2,75$ MHz;

$$V_q = 0,7992 \text{ V}; V_W - V_R = 0,7 \text{ V};$$

Giá trị S/Q_{RMS} tính được bằng: $S/Q_{RMS} = 70,74$ dB

Trong hệ thống 8 bit, Giá trị S/Q_{RMS} tính được bằng:

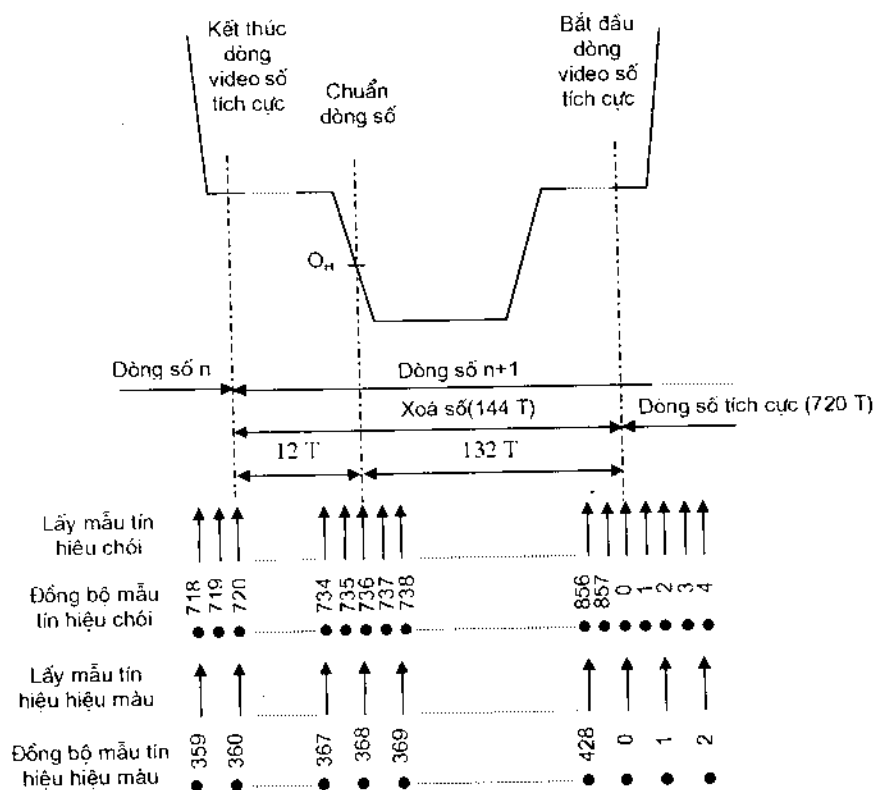
$$S/Q_{RMS} = 58,7 \text{ dB}$$

5. Cấu trúc lấy mẫu

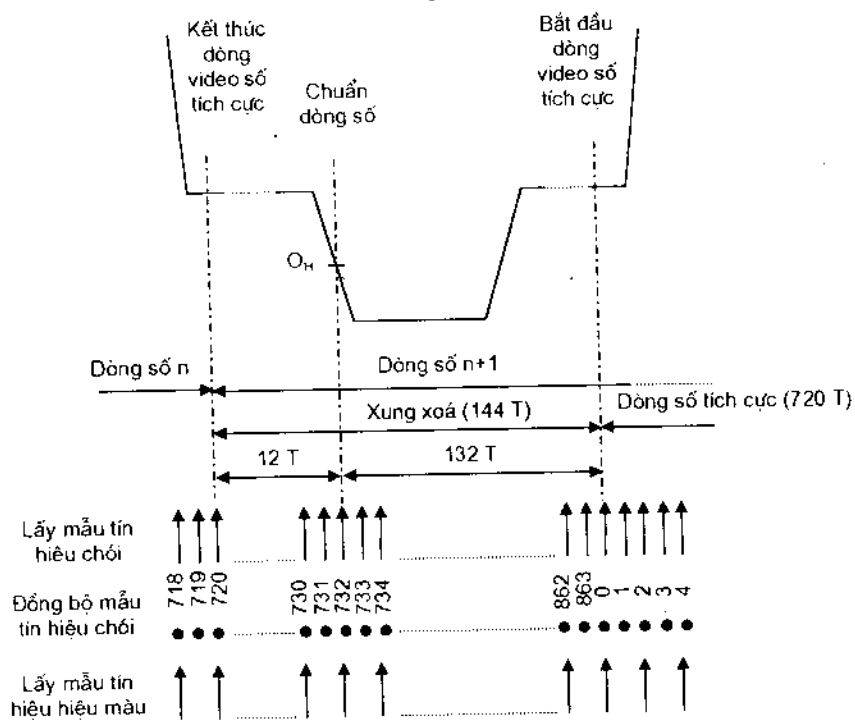
Trong tiêu chuẩn số hoá tín hiệu thành phần sử dụng cấu trúc lấy mẫu trực giao. Tín hiệu video tương tự được lấy mẫu tại tần số bằng bội số của tần số quét dòng, tạo ra một cấu trúc các mẫu được xếp lần lượt theo các dòng và theo các màn. Do tần số lấy mẫu tín hiệu chói bằng hai lần tần số lấy mẫu tín hiệu hiệu màu, cho nên số mẫu của tín hiệu chói cũng nhiều hơn hai lần số mẫu của mỗi tín hiệu hiệu màu.

Số các mẫu tín hiệu chói trên một dòng được tính bằng f_{lm}/f_H , trong đó, $f_{lm} = 13,5$ MHz và f_H là tần số quét dòng. Số các mẫu của tín hiệu chói trên một dòng theo tiêu chuẩn 525/60 được tính bằng 858, đánh số từ 0 đến 857 và theo tiêu chuẩn 625/50 là 864, đánh số từ 0 đến 863.

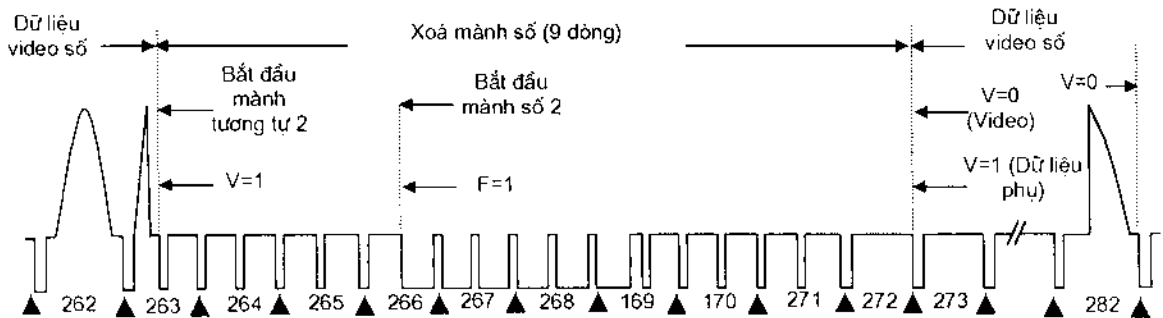
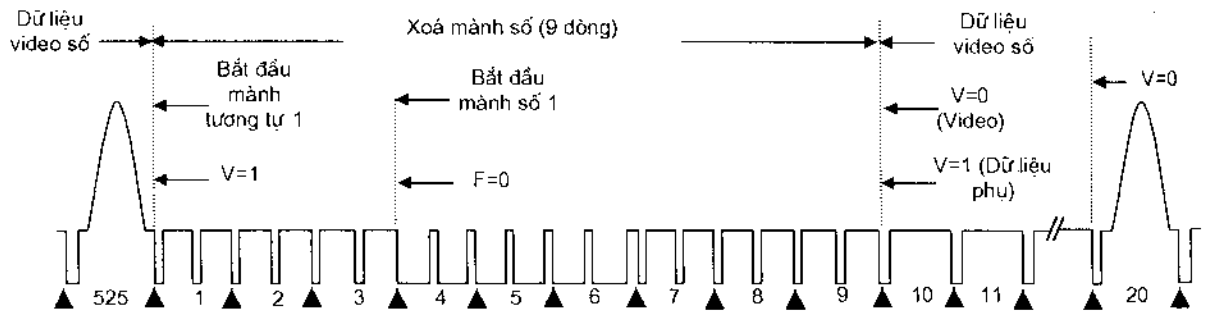
Với tần số lấy mẫu tín hiệu hiệu màu $f_{lm} = 6,75$ MHz, Số các mẫu của tín hiệu hiệu màu trên một dòng theo tiêu chuẩn 525/60 được tính bằng 429, đánh số từ 0 đến 428 và theo tiêu chuẩn 625/50 là 432, đánh số từ 0 đến 431. Tương ứng sẽ có 720 mẫu tín hiệu chói đánh số từ 0 đến 719, và 360 mẫu đánh số từ 0 đến 359 của mỗi tín hiệu hiệu màu C_R và C_B trên một dòng tích cực cho cả hai tiêu chuẩn. Khoảng xoá dòng gồm 138 mẫu, từ mẫu số 720 đến mẫu số 857 (tiêu chuẩn 525/60) và 144 mẫu từ mẫu số 729 đến mẫu số 863 (tiêu chuẩn 625/50).



Hình 5-34. Mối quan hệ giữa các mẫu tín hiệu video và xung đồng bộ dòng trong hệ thống 525/60.

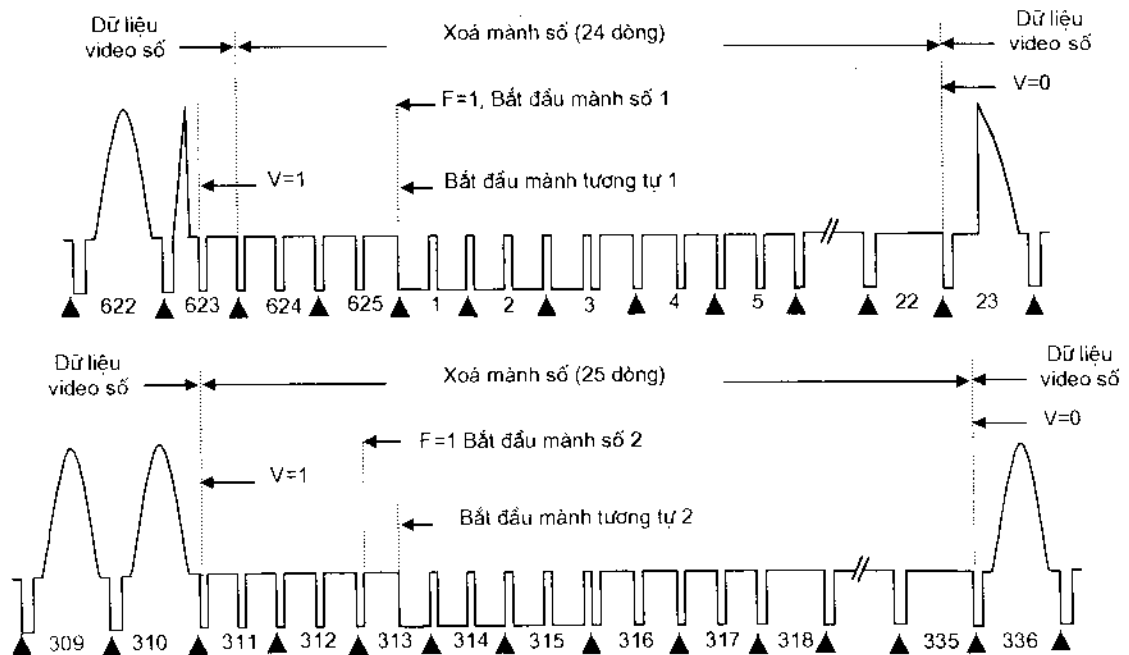


Hình 5-35. Mối quan hệ giữa các mẫu tín hiệu video và xung đồng bộ dòng trong hệ thống 625/50.



- + Màn số 1 có 262 dòng
- + Màn số 2 có 263 dòng

Hình 5-36. Mối quan hệ giữa các màn số và tương tự hệ 525/60.



- + Cả hai màn số có 288 dòng tích cực.
- + Xung xoá màn số 1 gồm 24 dòng liên tiếp trên phần màn hình tích cực 1.
- + Xung xoá màn số 2 gồm 25 dòng liên tiếp trên phần màn hình tích cực 1.

Hình 5-37. Mối quan hệ giữa các màn số và màn hình tương tự hệ 625/50.

Hình 5-34 và 5-35 biểu diễn mối quan hệ giữa các mẫu tín hiệu video và xung đồng bộ dòng trong cả hai hệ thống.

Hình 5-36 biểu diễn mối quan hệ giữa các màn hình số và tương tự trong tiêu chuẩn 525/60. Vị trí của dòng tích cực trong màn hình số được sắp xếp sao cho quá trình xử lý tín hiệu số không thực hiện theo từng nửa dòng. Theo đó, màn hình 1 có 262 dòng và màn hình 2 có 263 dòng. Khoảng xoá màn hình bao gồm 9 dòng ở cả hai màn hình.

Hình 5-37 biểu diễn mối quan hệ giữa các màn hình số và tương tự trong tiêu chuẩn 625/50. Vị trí của dòng tích cực trong màn hình số được sắp xếp sao cho quá trình xử lý tín hiệu số không thực hiện theo từng nửa dòng. Theo đó, màn hình 1 có 288 dòng và màn hình 2 có 263 dòng. Khoảng xoá màn hình của màn hình 1 gồm 24 dòng và ở màn hình 2 là 25 dòng.

5-7. CCIR601 - TIÊU CHUẨN TRUYỀN HÌNH SỐ CƠ BẢN

Việc lựa chọn các thông số cơ bản của truyền hình số được đặt ra từ năm 1972 thông qua các tổ chức EBU, OIRT trên cơ sở xem xét các yếu tố:

- Thuận tiện cho quá trình sản xuất, trao đổi chương trình.
- Tính tương thích của các thiết bị video số.
- Dễ dàng trong việc xử lý tín hiệu.

Các nguyên tắc được quan tâm khi lựa chọn các thông số là:

- Phương pháp biến đổi dạng tín hiệu video truyền hình: Đó là việc sử dụng tín hiệu video màu hoàn chỉnh; tín hiệu video màu thành phần; tín hiệu chói và thành phần tín hiệu hiệu màu; tín hiệu video màu cơ bản. Thực tế nghiên cứu cho thấy phương pháp biến đổi các tín hiệu video thành phần cho chất lượng ảnh thu cao hơn tại cùng một tần số lấy mẫu và cùng số bit biểu diễn mẫu.

- Chọn các thông số lấy mẫu tín hiệu video: cấu trúc lấy mẫu và tần số lấy mẫu. Như đã phân tích so với các cấu trúc lấy mẫu khác, cấu trúc trực giao cho chất lượng ảnh cao nhất vì vậy chúng thường được sử dụng. Đối với tần số lấy mẫu, để đạt được các yêu cầu về tần số Nyquist, sự thuận tiện trong trao đổi chương trình, tần số lấy mẫu tín hiệu chói là 13,5 MHz. Tần số lấy mẫu tín hiệu hiệu màu là 6,7 MHz cho ảnh khôi phục với chất lượng ảnh cao. Việc lấy mẫu quan tâm đến việc chọn số mẫu trên một dòng tích cực - thời gian mang thông tin hình ảnh của dòng đó. Tiêu chuẩn truyền hình sử dụng 720 mẫu cho tín hiệu chói và 360 mẫu cho tín hiệu hiệu số màu.

- Lựa chọn loại điều chế PCM. Loại PCM tuyến tính cho chất lượng ảnh cao nhất. Qua nghiên cứu, sử dụng 8 bit thoả mãn chất lượng ảnh khôi phục. Số mức lượng tử càng lớn, việc biến đổi tín hiệu tương tự sang dạng số càng chính xác và càng ít méo lượng tử.

Tiêu chuẩn truyền hình số cơ bản đã được các tổ chức EBU, OIRT nghiên cứu, trao đổi và đi đến thống nhất với tên gọi CCIR - 601. Tiêu chuẩn này phù hợp cho cả 2 hệ truyền hình 525 và 625 còn được gọi là tiêu chuẩn 4:2:2. Các thông số tiêu chuẩn truyền hình số cơ bản được chỉ ra trong bảng 5-7.

Bảng 5-7. Chỉ tiêu truyền hình số cơ bản

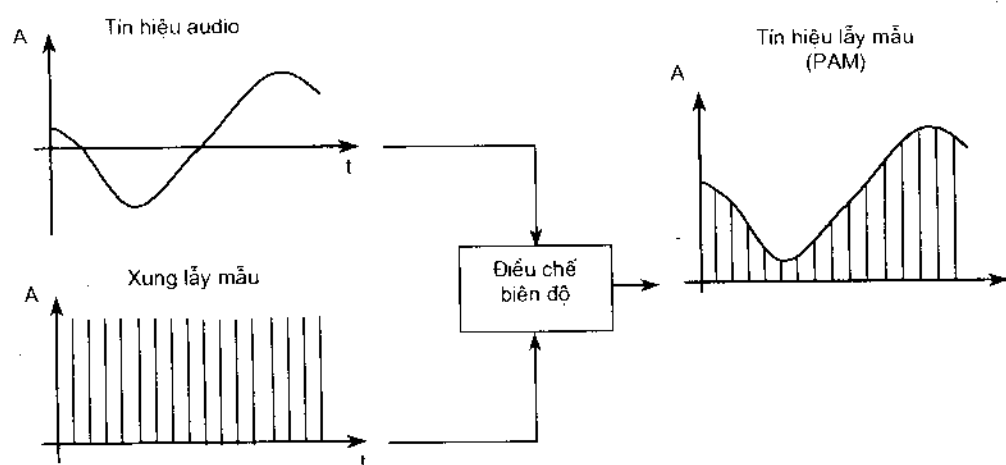
STT	Thông số	Hệ 525/60	Hệ 625/50
1	+ Tín hiệu được số hoá.	Y, (R - Y), (B - Y)	
2	+ Tổng số mẫu mỗi dòng.		
	- Tín hiệu chói:	858	864
	- Mỗi tín hiệu hiệu màu:	429	432
3	+ Cấu trúc lấy mẫu.	Cấu trúc lấy mẫu trực giao, cố định, lặp lại theo dòng, mảnh và ảnh.	
4	+ Vị trí các mẫu các tín hiệu thành phần.	Mẫu của (R - Y), (B - Y) được lấy tại cùng một điểm với các mẫu Y lẻ (1,3,5,...) trên mỗi dòng.	
5	+ Tần số lấy mẫu.		
	- Tín hiệu chói:	13,5 MHz	
	- Tín hiệu hiệu màu:	6,75 MHz	
6	+ Phương thức mã hoá.	Lượng tử hoá đồng đều đối với tất cả các mức, 8bit/mẫu.	
7	+ Số mẫu trên dòng tích cực:		
	- Tín hiệu chói:	720	
	- Tín hiệu hiệu màu:	360	
8	+ Khoảng cách từ điểm cuối của dòng số (thời gian tích cực) đến điểm bắt đầu của một dòng số mới.	16 chu kỳ nhịp	12 chu kỳ nhịp
9	+ Tổng số mức:	0 ÷ 255 mức	
	+ Tín hiệu chói:	220 mức	
	- Mức đen	Mức 16	
	- Mức trắng	Mức 235	
	+ Tín hiệu hiệu màu:	225 mức, đối xứng qua trục tại mức 128	
10	+ Tín hiệu đồng bộ.	Từ mã tương ứng với các mức 0 và 255 tuyệt đối chỉ dùng cho tín hiệu đồng bộ. Từ mức 1 ÷ 254 có thể được sử dụng cho tín hiệu video.	

5-8. TÍN HIỆU AUDIO SỐ

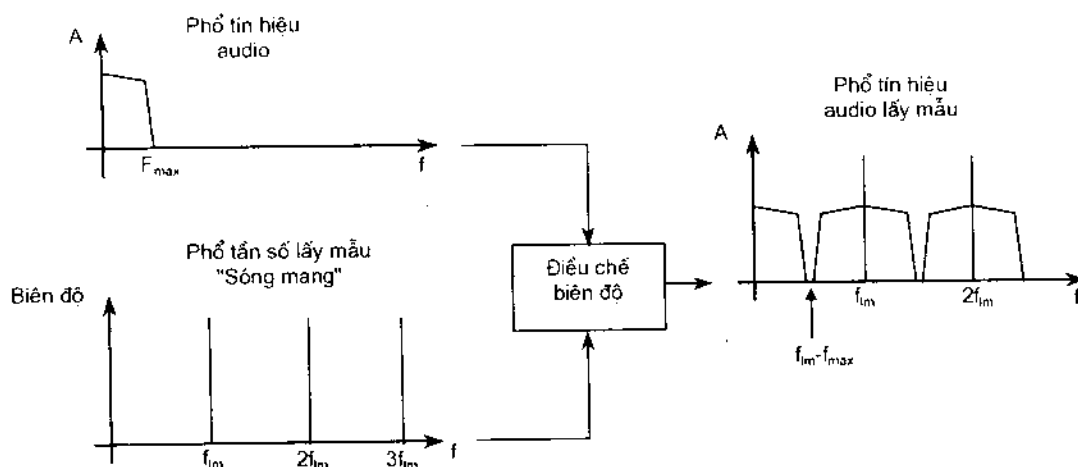
1. Khái quát về audio số

Sử dụng các thiết bị số để xử lý, ghi và truyền tín hiệu audio cũng như phối hợp trong các hệ thống video tương tự cần phải có các bộ biến đổi A/D và D/A. Xử lý tín hiệu audio số có hiệu quả cao khi bộ biến đổi A/D không làm suy giảm chất lượng tín hiệu, thiết bị không phức tạp và tín hiệu có thể được truyền đi dưới các định dạng phù hợp.

Hiện nay, các thiết bị audio tiêu chuẩn như thiết bị biến đổi, micro, loa là các thiết bị tương tự. Như vậy các tín hiệu liên tục theo thời gian cần được biến đổi sang tín hiệu rời rạc phục vụ cho quá trình xử lý số tín hiệu audio.



Hình 5-37. Biểu diễn tín hiệu điều biên xung trong miền thời gian.



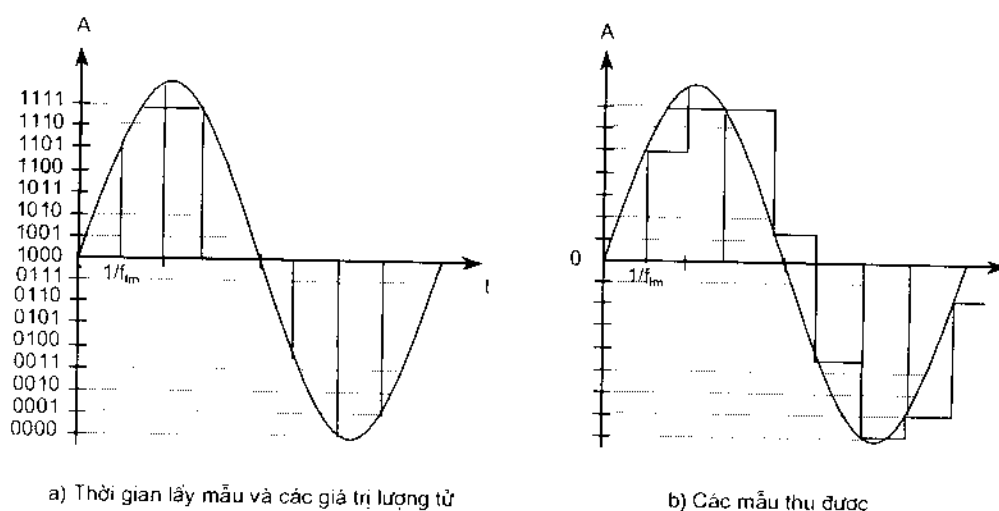
Hình 5-38. Biểu diễn tín hiệu điều biên xung trong miền tần số.

Biến đổi A/D tín hiệu audio cũng bao gồm các giai đoạn lấy mẫu (rời rạc hoá theo thời gian), lượng tử (rời rạc hoá theo biên độ) và mã hóa.

Quá trình lấy mẫu tương ứng với quá trình điều biến tín hiệu với tín hiệu điều chế là các xung có tần số xuất hiện bằng tần số lấy mẫu. Điều biến xung (PAM) là một phương pháp được sử dụng nhiều trong biến đổi A/D tín hiệu audio. Phương pháp này được biểu diễn trong miền thời gian trên hình 5-37 và trong miền tần số trên hình 5-38.

2. Biểu diễn tín hiệu

Các mẫu thu được sẽ được biểu diễn bằng một mã nhị phân sau quá trình lượng tử hoá biểu diễn mẫu. Trong hệ thống tuyến tính 4 bit, có thể có 16 giá trị để mã hoá mức biên độ tín hiệu cho mỗi mẫu.



Hình 5-39. Biểu diễn tín hiệu với 4 bit lượng tử hoá.

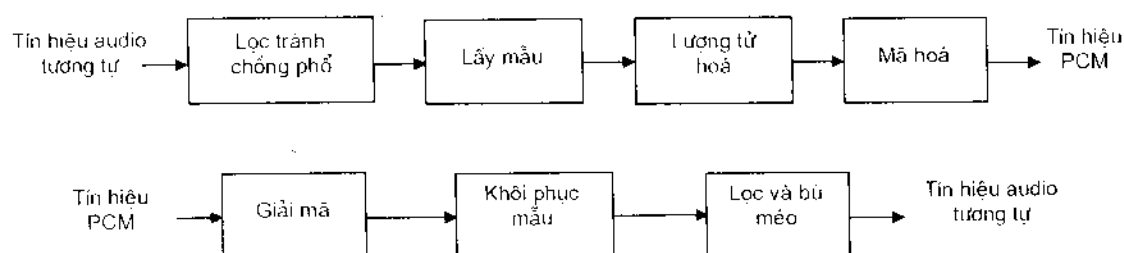
Trong ví dụ trên hình 5-39, một sóng dạng hình sin ban đầu được xác định bằng các mẫu tại vị trí lấy mẫu. Các mẫu được làm tròn tới mức gần nhất tương ứng. Sai số giữa tín hiệu ban đầu và các mẫu sau khi lượng tử hoá gọi là sai số lượng tử.

Tuy nhiên trong thực tế, các giá trị nhị phân không biểu diễn một cách trực tiếp như trên hình 5-39. Giá trị của âm thanh được biểu diễn bằng dạng số bù hai. Số nhị phân bên trái (MSB) chỉ dấu của biên độ tín hiệu. Ví dụ một biểu diễn tín hiệu dưới dạng nhị phân trong hệ thống 20 bit, dải biên độ tín hiệu được biểu thị từ 7177 đến 8000.

Với tín hiệu có biên độ nhỏ, số bit biểu diễn tương ứng sẽ ít, và vì vậy sai số lượng tử sẽ ảnh hưởng càng nhiều đến tín hiệu. Sai số lượng tử có thể được giảm nhỏ bằng cách tăng số mức lượng tử. Các hệ thống biến đổi A/D có thể sử dụng 16 hoặc 20 bit biểu diễn mẫu.

Mỗi một giá trị mẫu sau khi lượng tử được mã hoá bằng các dạng tín hiệu khác nhau phụ thuộc vào yêu cầu truyền và ghi tín hiệu. Các hệ thống mã hoá hay sử dụng là điều chế xung mã (PCM), điều chế độ rộng xung (PWM), điều xung mã vi sai (DPCM) ...

Sơ đồ khối tổng quát bộ mã hoá và giải mã PCM được vẽ trên hình 5-40. Tần số lấy mẫu tín hiệu audio theo tiêu chuẩn hiện nay thường được lấy theo ba giá trị: tần số 32 kHz: cho các ứng dụng truyền dẫn; tần số 44,1 kHz: áp dụng cho các hệ ghi băng PAL và NTSC sử dụng bộ phối hợp PCM để ghi và phát tín hiệu audio số, tần số này cũng dùng cho cả tín hiệu audio ghi trong đĩa quang hay băng ghi số (DAT); và tần số 48 kHz là tín hiệu chuẩn cho truyền thanh audio quảng bá.



Hình 5-40. Sơ đồ khối bộ mã hoá và giải mã PCM.

3. Đặc điểm bộ biến đổi A/D và D/A

Cả hai quá trình biến đổi A/D và D/A đều tạo ra sai số cho tín hiệu audio. Các sai số này không quá lớn khi xét chúng một cách độc lập, song việc sử dụng nhiều các chuyển đổi A/D và D/A sẽ tạo nên các sai số tổng theo mức tương tự hay các nhóm tần số, kết quả là ảnh hưởng nghiêm trọng đến tín hiệu audio. Các sai số này có thể được chia ra làm hai loại:

- Sai số do lọc thông thấp: Trễ nhóm xuất hiện khi một nhóm các tần số xuất hiện trễ hơn một nhóm các tần số khác trong phổ tín hiệu. Trễ nhóm làm méo tín hiệu tái tạo. Ngoài ra các gợn sóng trong bộ lọc tránh chống phổ và bộ lọc tái tạo có thể được tích lũy và tạo ra các sai số biên độ gây ảnh hưởng đến tín hiệu tương tự được tạo lại.

- Sai số do biến đổi: Các giá trị lượng tử xuất hiện sai số khi tần số xung lấy mẫu biến đổi, kết quả là vị trí lấy mẫu không thực sự chính xác, các bộ biến đổi phi tuyến AD và DA cũng có các sai số dạng này.

4. Mã hoá kênh truyền

Nhằm tránh các sai số có thể xảy ra, có thể sử dụng các bộ lọc có tính năng cao với đường đặc tuyến bằng phẳng và sử dụng lấy mẫu với tần số cao. Một phương pháp khác là sử dụng các mã có tính chất đặc biệt, đó là mã NRZ (None Return to Zero) và mã BPM (BiPhase-Mark) trong kênh truyền.

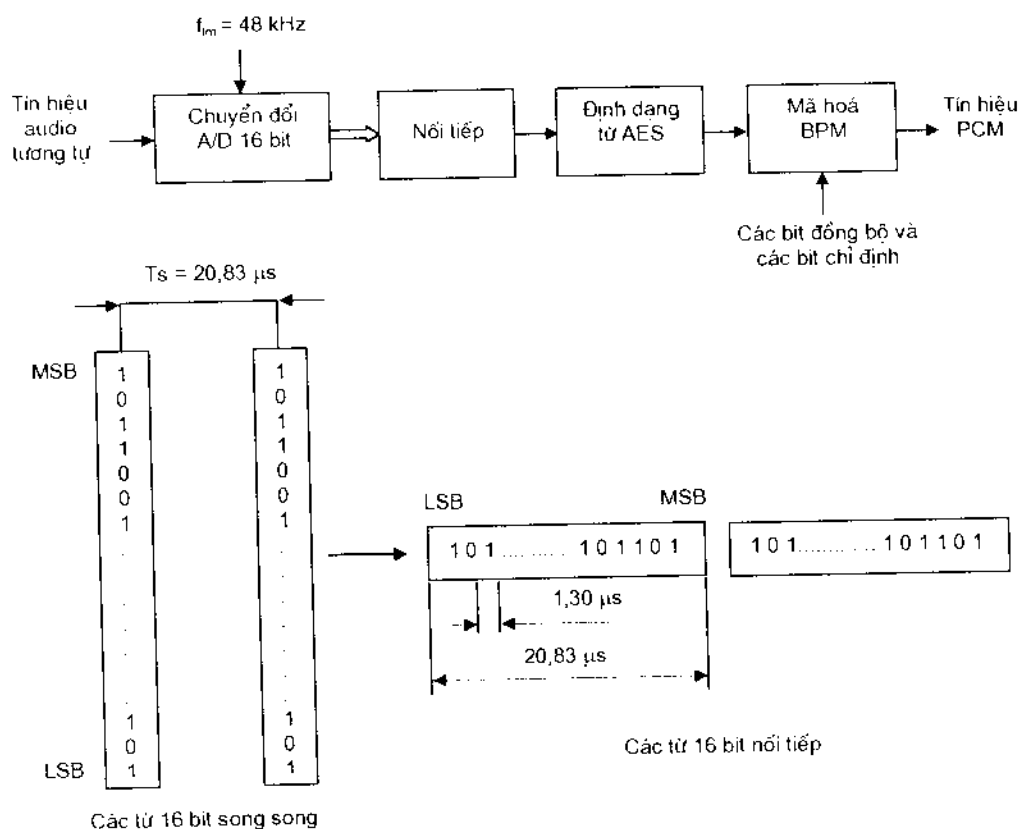
Mã hoá kênh được sử dụng trong các hệ thống ghi và truyền tín hiệu số để phối hợp các tính chất của mã và tính chất của quá trình ghi, của đường truyền.

Mã hoá kênh biến đổi tín hiệu ban đầu thành dạng dòng bit có mật độ cao trong phạm vi của kênh truyền. Các thành phần một chiều và thành phần tần số thấp không được truyền đi.

Để truyền tín hiệu số không có lỗi trong kênh truyền thì yêu cầu một tốc độ truyền tín hiệu nhỏ hơn giới hạn đường truyền của kênh thông tin. Khả năng bị mất thông tin sẽ giảm khi thời gian truyền hoặc dải thông kênh truyền tăng lên. Vì vậy, mã hoá kênh là cần thiết để đạt được hiệu quả truyền cao nhất.

Các kênh truyền có các đặc tính truyền đạt khác nhau tại vùng tần số cao và tần số thấp. Mã hoá kênh định dạng lại phổ của tín hiệu được truyền sao cho sai số xuất hiện là nhỏ nhất.

Nhiều các dạng mã hoá thông tin được dùng để mã hoá thông tin số trong các ứng dụng khác nhau, tuy nhiên yêu cầu của dạng mã truyền là có thể khôi phục được tín hiệu đồng bộ tốt.



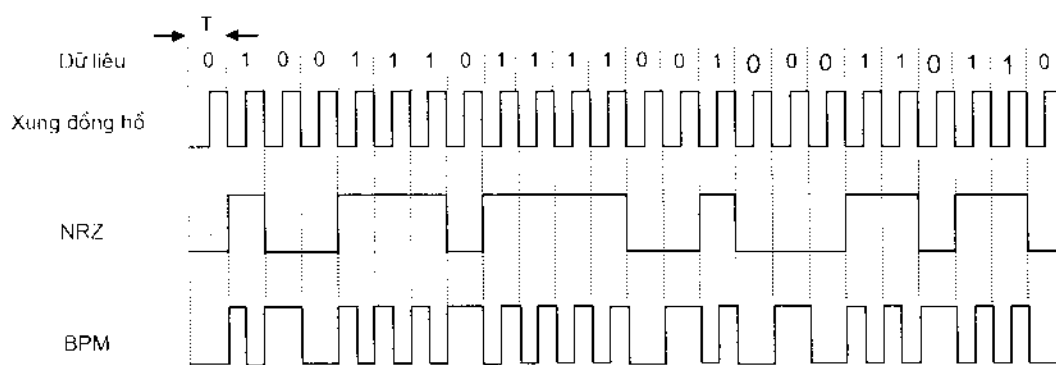
Hình 5-41. Sơ đồ khối bộ mã hoá AES/EBU và chuyển đổi song song nối tiếp.

Các tiêu chuẩn AES/EBU xác định môi trường truyền là các dây dẫn, cho dung lượng đường truyền cao theo tín hiệu nối tiếp (tín hiệu thu được từ bộ A/D là tín hiệu song song, sẽ được chuyển thành tín hiệu nối tiếp bằng bộ chuyển đổi song song - nối tiếp). Tín hiệu clock được xác định tại điểm bắt đầu trong quá trình giải mã. Đồng bit theo tiêu chuẩn được mã hoá BPM. Sơ đồ khối bộ biến đổi mã truyền được vẽ trên hình 5-41.

Đặc điểm của các mã kênh truyền :

- Mã NRZ: Độ rộng mỗi xung bằng thời gian chu kỳ đồng hồ. Mức logic 0 ứng với mức điện áp thấp nhất, còn mức logic 1 ứng với mức điện áp cao nhất. Việc thay đổi giá trị các mẫu (từ 0 thành 1 và ngược lại) sẽ làm thay đổi mức tín hiệu, còn nếu lặp lại cùng mẫu thì mức tín hiệu không thay đổi. Do đó với một từ nhiều bit, trong một số trường hợp đặc biệt có thể xuất hiện các chuỗi dài 0 hoặc 1, và kết quả ở phía thu có thể tạo lại tín hiệu đồng hồ từ chuỗi mã truyền đến.

- Mã BPM: Ở đây luôn luôn có sự thay đổi tại phần đầu của mỗi bit mẫu dữ liệu và sự thay đổi này sẽ chia mỗi một bit (kể cả bit 0 và bit 1) thành hai bit 0 và 1. Như vậy, sẽ không bao giờ có hơn 2 giá trị "1" hoặc "0" lặp lại trong dòng dữ liệu mã hoá bởi BPM. Dòng tín hiệu này có một đặc tính rất quan trọng đó là cực tính chỉ thay đổi khi tín hiệu đầu vào là 0 và giữ nguyên cực tính nếu tín hiệu đầu vào là 1. Mã BPM cũng đã biết đến qua mã Manchester-I, và nó được sử dụng mã hoá các tín hiệu dùng lưu trữ trên băng và là mã định dạng tín hiệu audio dùng trong tiêu chuẩn AES/EBU, hình 5-42.



Hình 5-42. Dạng xung tín hiệu mã hoá BPM.

Chương 6

KỸ THUẬT NÉN VIDEO SỐ

6-1. KHÁI NIỆM VỀ KỸ THUẬT NÉN VIDEO SỐ

1. Khái quát chung

Trong tất cả các dạng tín hiệu thì tín hiệu truyền hình chiếm dải tần lớn nhất cho một kênh thông tin. Tín hiệu video số thành phần (số hoá 8 bit) có tốc độ bit bằng 216 Mbit/s. Dải phổ cần thiết để truyền tín hiệu này phải có bề rộng không dưới $(3/4) \times 216 = 162$ MHz. Trong studio, truyền tín hiệu bằng cáp, rắc nối chất lượng cao và với khoảng cách ngắn việc nén dải tần chỉ mang tính kinh tế, việc truyền tín hiệu có thể thực hiện mà không cần nén. Song sẽ rất khó khăn, thậm chí không thể thực hiện được việc truyền tín hiệu video số qua vệ tinh với độ rộng dải tần một kênh 27 MHz hoặc qua hệ thống truyền hình quảng bá trên mặt đất với tiêu chuẩn 7÷8 MHz cho một kênh truyền hình tiêu chuẩn. Do vậy, nén tín hiệu video là công đoạn không thể thiếu để khắc phục được những khó khăn trên.

Nén về cơ bản là một quá trình trong đó lượng số liệu (data) biểu diễn lượng thông tin của một ảnh hoặc nhiều ảnh được giảm bớt bằng cách loại bỏ những số liệu dư thừa trong tín hiệu video. Các chuỗi ảnh truyền hình có nhiều phần ảnh giống nhau. Vậy tín hiệu truyền hình có chứa nhiều dữ liệu dư thừa, ta có thể bỏ qua mà không làm mất thông tin hình ảnh. Đó là các phần xoá dòng, xoá màn hình, vùng ảnh tĩnh hoặc chuyển động rất chậm, vùng ảnh nền giống nhau, mà ở đó các phần tử liên tiếp giống nhau hoặc khác nhau rất ít. Thường thì chuyển động trong ảnh truyền hình có thể được dự báo, do đó chỉ cần truyền các thông tin về chuyển động. Các phần tử lân cận trong ảnh thường giống nhau, do đó chỉ cần truyền các thông tin biến đổi. Các hệ thống nén sử dụng đặc tính này của tín hiệu video và các đặc trưng của mắt người (là kém nhạy với sai số trong hình ảnh có nhiều chi tiết và các phần tử chuyển động). Quá trình sau nén ảnh là dẫn ảnh để tạo lại ảnh gốc hoặc một xấp xỉ ảnh gốc.

Sự phát triển của kỹ thuật số và việc sử dụng công nghệ số vào kỹ thuật truyền hình làm cho khái niệm "nén video" trở thành đề tài nóng hổi trong những năm gần đây. Thật ra khái niệm nén video đã có từ những năm 1950 cùng với sự ra đời của các hệ truyền hình màu. Đó là nén độ rộng băng tần bằng kỹ thuật tương tự. Ở đây, ba tín hiệu thành phần màu (R, G, B) với tổng bề rộng dải thông 15 MHz đã được nén trong một tín

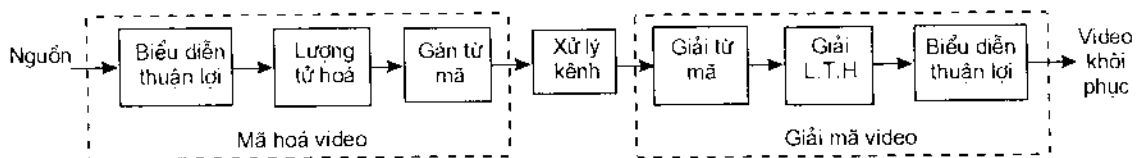
hiệu video màu tổng hợp duy nhất với bề rộng dải thông bằng 5 MHz. Dải thông tần được giảm ba lần, hay nói một cách khác, hệ số nén bằng 3:1.

Nén video trong những năm 1950 được thực hiện bằng công nghệ tương tự với tỉ số nén thấp. Ngày nay, công nghệ nén đã đạt được những thành tựu cao hơn bằng việc chuyển đổi tín hiệu video từ tương tự sang số. Công nghệ nén số đòi hỏi năng lực tính toán nhanh, song với sự phát triển của công nghệ thông tin, nhất là từ khi Shannon trình bày quan niệm xác suất về thông tin và cách biểu diễn truyền và nén chúng, thì điều này đã không còn là trở ngại và nén ảnh càng trở nên quan trọng.

Từ những năm 1980, các nhà khoa học đã đạt được những thành tựu quan trọng trong việc nén tín hiệu video và audio. Có rất nhiều hãng sản xuất thiết bị nén, nhưng đều dựa trên hai định dạng nén rất phổ biến là JPEG và MPEG.

2. Mô hình nén ảnh

Hệ thống nén video gồm ba thành phần cơ bản như hình 6-1.



Hình 6-1. Mô hình hệ thống nén video.

Ở tầng đầu tiên của bộ mã hoá video, tín hiệu video được trình bày dưới dạng thuận tiện để nén có hiệu quả nhất. Điểm cốt yếu là phải xác định cái gì được mã hoá. Sự biểu diễn có thể chứa nhiều mẫu thông tin để mô tả tín hiệu hơn là chính tín hiệu, nhưng hầu hết các thông tin quan trọng chỉ tập trung trong một phần nhỏ của sự mô tả này. Trong cách biểu diễn có hiệu quả, chỉ có phần nhỏ dữ liệu là cần thiết để truyền cho việc tái tạo lại tín hiệu video.

Hoạt động thứ hai của bộ mã hoá là lượng tử hoá, giúp rời rạc hoá thông tin được biểu diễn. Để truyền tín hiệu video qua một kênh số, những thông tin biểu diễn được lượng tử hoá thành một số hữu hạn các mức.

Hoạt động thứ ba là gán các từ mã. Các từ mã này là một chuỗi bit dùng để biểu diễn các mức lượng tử hoá. Các quá trình sẽ ngược lại trong bộ giải mã video.

Mỗi hoạt động cố gắng loại bỏ phần dư thừa trong tín hiệu video và tận dụng sự giới hạn của hệ thống nhìn của mắt người. Nhờ bỏ đi các phần tử dư thừa, các thông tin giống nhau hoặc có liên quan đến nhau sẽ không được truyền đi. Những thông tin bỏ đi mà không ảnh hưởng đến việc nhìn, cũng sẽ không được truyền đi.

3. Dư thừa thông tin trong tín hiệu video

Nén số liệu là quá trình giảm lượng số liệu cần thiết để biểu diễn cùng một lượng thông tin cho trước. Cần phải phân biệt giữa số liệu và thông tin. Thực tế số liệu và

thông tin không đồng nghĩa với nhau. Số liệu (và do đó tín hiệu) chỉ là phương tiện dùng để truyền tải thông tin. Cùng một lượng thông tin cho trước có thể biểu diễn bằng các lượng số liệu khác nhau. Ví dụ, nếu hai người khác nhau dùng số từ khác nhau để kể cùng một câu truyện, sẽ có hai version khác nhau của câu truyện và một có chứa số liệu không chủ yếu; nó bao gồm số liệu hoặc từ không cho thông tin thích hợp lần xác định đã biết. Đó là do nó đã chứa độ dư thừa số liệu.

Độ dư thừa số liệu là vấn đề trung tâm trong nén ảnh số. Đánh giá cho quá trình thực hiện giải thuật nén là tỉ lệ nén (C_N) được xác định như sau: Nếu N_1 và N_2 là lượng số liệu trong hai tập hợp số liệu cùng được dùng để biểu diễn một lượng thông tin cho trước thì độ dư số liệu tương đối R_D của tập hợp số liệu thứ nhất so với tập hợp số liệu thứ hai có thể được định nghĩa như sau:

$$R_D = 1 - 1/C_N; \quad (6-1)$$

trong đó:

$$C_N = N_1/N_2 \quad (6-2)$$

Trong trường hợp $N_1 = N_2$ thì $C_N = 1$ và $R_D = 0$, có nghĩa là so với tập số liệu thứ hai thì tập số liệu thứ nhất không chứa số liệu dư thừa. Khi $N_2 \ll N_1$ thì C_N tiến tới vô cùng và R_D tiến tới một, có nghĩa là độ dư thừa số liệu tương đối của tập số liệu thứ nhất là khá lớn hay tập số liệu thứ hai đã được nén khá nhỏ.

Ở đây có sự kết hợp giữa tỉ lệ nén và chất lượng hình ảnh. Tỉ lệ nén càng cao sẽ làm giảm chất lượng hình ảnh và ngược lại. Chất lượng và quá trình nén có thể thay đổi tùy theo đặc điểm của hình ảnh nguồn và nội dung ảnh. Đánh giá chất lượng ảnh được đề nghị tính số bit cho một điểm trong ảnh nén (N_b). Nó được xác định là tổng số bit ở ảnh nén chia cho tổng số điểm:

$$N_b = \text{Số bit nén} / \text{Số điểm} \quad (6-3)$$

Ta tìm hiểu hai loại dư thừa trong ảnh số là dư thừa thống kê và dư thừa do cảm nhận sinh lý của mắt người.

a) Dư thừa thống kê

Hầu như tất cả các ảnh đều chứa các thông tin trùng lặp. Trong các hệ thống không sử dụng kỹ thuật nén, các thông tin trùng lặp này được lặp đi lặp lại trong dòng tín hiệu để tạo lại những vùng hình ảnh trùng nhau trong toàn bộ bức ảnh, và tạo ra sự dư thừa thông tin. Sự dư thừa thông tin này không chỉ tồn tại trong phạm vi một bức ảnh (gọi là dư thừa theo không gian), mà còn có ở trong các bức ảnh liên nhau trong chuỗi các bức ảnh tạo thành khung cảnh truyền hình (gọi là dư thừa theo thời gian). Ví dụ, khung cảnh một bầu trời xanh sẽ tạo ra rất nhiều điểm ảnh mang thông tin như nhau, và chúng chỉ được mã hoá một lần tại bộ mã hoá, rồi sau đó được giải mã tại những vị trí cần thiết tại đầu thu để tạo lại khung cảnh này. Quá trình xác

định giá trị điểm ảnh trùng hợp trong một khung hình được gọi là quá trình giải tương quan dữ liệu. Biến đổi cosin rời rạc là một quá trình như thế, trong biến đổi này, hầu hết năng lượng của một khối các điểm ảnh được tập trung vào các phần tử có hệ số biến đổi thấp nhất.

b) Dư thừa do cảm nhận sinh lý của mắt người

Các giá trị mẫu được số hoá trong một bức ảnh không hoàn toàn đồng nhất với hệ thống cảm nhận của mắt người. Khi hệ thống cảm nhận ánh sáng không nhìn thấy một lỗi nào đó, lỗi này sẽ không làm ảnh hưởng đến chất lượng ảnh tái tạo. Nhờ vậy, có thể cắt bớt hoặc thậm chí loại bỏ một số mẫu mà không làm giảm khả năng thu được ảnh trung thực của người xem. Thực nghiệm cho thấy rằng trong ảnh truyền hình chứa nhiều các thông tin có thể loại bỏ đi như thế.

4. Sai lệch bình phương trung bình

Một đánh giá thống kê khác có thể đánh giá cho nhiều giải thuật nén là sai lệch bình phương trung bình so với ảnh gốc *RMS* (Root Mean Square) được tính bởi biểu thức:

$$RMS = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - X'_i)^2} ; \quad (6-4)$$

trong đó: *RMS* - sai lệch bình phương trung bình;

X_i - giá trị điểm ảnh ban đầu;

X'_i - giá trị điểm ảnh sau khi giải nén;

n - tổng số điểm ảnh trong một ảnh.

RMS chỉ ra sự khác nhau thống kê giữa ảnh ban đầu và ảnh sau khi nén. Đa số trường hợp khi nén chất lượng của ảnh nén là tốt với *RMS* thấp. Tuy nhiên, trong một số trường hợp có thể xảy ra là chất lượng ảnh nén với *RMS* cao tốt hơn ảnh nén với *RMS* thấp hơn.

6-2. LÝ THUYẾT THÔNG TIN - ENTROPY

Lượng thông tin chứa đựng trong một chi tiết hình ảnh tỉ lệ nghịch với khả năng xuất hiện của nó. Nói một cách khác, một sự kiện ít xảy ra sẽ chứa đựng nhiều thông tin hơn một sự kiện có nhiều khả năng xuất hiện. Đối với hình ảnh, lượng thông tin của một hình ảnh bằng tổng số lượng thông tin của từng phần tử (pixel) ảnh.

Entropy đo giá trị thông tin trung bình chứa đựng trong một bức ảnh. Và theo đó, entropy cũng xác định lượng thông tin trung bình nhỏ nhất biểu diễn bởi mỗi giá trị nhị phân qua quá trình mã hoá, để bảo toàn được khả năng khôi phục ảnh tốt. Theo lý thuyết, độ dài trung bình của một từ mã (cũng tương đương với tốc độ bit thu được) qua một phương pháp nén không thể nào nhỏ hơn entropy của bức ảnh được

mã hoá. Ngược lại, tốc độ bit sau khi nén nhỏ hơn giới hạn entropy của bức ảnh, một số thông tin của bức ảnh sẽ bị mất.

Theo quan điểm của lý thuyết thông tin, lượng thông tin của từng phần tử ảnh được định nghĩa là logarit cơ số hai của nghịch đảo xác suất xuất hiện của phần tử ảnh đó :

$$I(x_i) = \log_2 \frac{1}{P(x_i)} = -\log_2 P(x_i); \quad (6-5)$$

trong đó: $I(x_i)$ - lượng thông tin của phần tử ảnh x_i (được tính bằng bit);

$P(x_i)$ - xác suất xuất hiện của phần tử ảnh x_i .

Nếu một hình ảnh được biểu thị bằng các phần tử $x_1, x_2, x_3, \dots$. Xác suất xuất hiện của từng phần tử tương ứng sẽ là $P(x_1), P(x_2), P(x_3), \dots$

Biết được lượng tin tức của từng phần tử ảnh chưa đủ, còn cần phải biết được lượng tin tức bình quân của cả tập hợp các phần tử ảnh của hình ảnh. Lượng tin tức bình quân ấy người ta gọi là entropy, được biểu diễn bằng biểu thức bình quân thống kê sau: Gọi lượng thông tin trung bình của hình ảnh là $H(x)$ (entropy của hình ảnh), ta có.

$$H(x) = \sum_{i=1}^N P(x_i) I(x_i) = - \sum_{i=1}^N P(x_i) \log_2 P(x_i) \quad (6-6)$$

Độ dài trung bình của một từ mã là giá trị trung bình thống kê của tất cả các từ mã trong một bộ mã. C.E.Shannon đã chỉ ra rằng "Độ dài trung bình của một từ mã không thể nào nhỏ hơn entropy của nguồn số liệu được mã hoá". Do vậy, entropy của hình ảnh là một giá trị có ý nghĩa quan trọng, bởi nó xác định số lượng bit trung bình tối thiểu cần thiết để biểu diễn một phần tử ảnh.

Trong công nghệ nén không tổn hao, entropy là giới hạn dưới của tỉ số bit/pixel. Nếu tín hiệu video được nén với tỉ số bit/phần tử nhỏ hơn entropy, hình ảnh sẽ bị mất thông tin và quá trình nén sẽ có tổn hao.

Ví dụ: Xét hai block ảnh trên hình 6-1, mỗi block có $8 \times 8 = 64$ phần tử ảnh. Block ảnh 1 bao gồm 63 phần tử có giá trị "0" và một phần tử có giá trị "1". Block ảnh 2 bao gồm 32 phần tử có giá trị "0" và 32 phần tử có giá trị "1".

Theo (6-6) ta có entropy của block ảnh 1 bằng:

$$H_1(x) = -\frac{63}{64} \log_2 \frac{63}{64} - \frac{1}{64} \log_2 \frac{1}{64} = 0,116 \text{ bit/phần tử}$$

Entropy của block ảnh 2 bằng:

$$H_2(x) = -\frac{32}{64} \log_2 \frac{32}{64} - \frac{32}{64} \log_2 \frac{32}{64} = 1,0 \text{ bit/phần tử}$$

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1	0	0

Hình 6-2. Lượng thông tin trong ảnh.

Như vậy, số lượng bit trung bình tối thiểu cần thiết để truyền một phần tử ảnh đối với block ảnh 1 bằng 0,116 bit/phần tử và đối với block ảnh 2 bằng 1 bit/phần tử, tức là, block ảnh 2 chứa lượng thông tin nhiều hơn block ảnh 1.

6-3. CÁC PHƯƠNG PHÁP NÉN VIDEO SỐ

1. Nén không mất thông tin

Nén không mất thông tin cho phép phục hồi lại đúng tín hiệu ban đầu sau khi giải nén. Đây là một quá trình mã hóa có tính thuận nghịch. Hệ số nén phụ thuộc vào chi tiết ảnh được nén. Hệ số nén của phương pháp nén không mất thông tin nhỏ hơn 2:1. Các kỹ thuật nén không mất thông tin bao gồm:

a) Mã hoá với độ dài (của từ mã) thay đổi (VLC)

Phương pháp này còn được gọi là mã hoá Huffman và mã hoá entropy, dựa trên khả năng xuất hiện của các giá trị biên độ trùng hợp trong một bức ảnh và thiết lập một từ mã ngắn cho các giá trị có tần suất xuất hiện cao nhất và từ mã dài cho các giá trị còn lại. Khi thực hiện giải nén, các thiết lập mã trùng hợp sẽ được sử dụng để tạo lại giá trị tín hiệu ban đầu. Mã hoá và giải mã Huffman có thể được thực hiện một cách dễ dàng bằng cách sử dụng các bảng tìm kiếm.

b) Mã hoá với độ dài (của từ mã) động (RLC)

Phương pháp này dựa trên sự lặp lại của cùng giá trị mẫu để tạo ra các mã đặc biệt biểu diễn sự bắt đầu và kết thúc của giá trị được lặp lại. Chỉ các mẫu có giá trị khác không mới được mã hoá. Số mẫu có giá trị bằng không sẽ được truyền đi dọc theo cùng dòng quét. Cuối cùng, các chuỗi 0 được tạo ra bằng quá trình giải tương quan như phương pháp DCT hay DPCM.

c) Sử dụng khoảng xoá dòng và mảnh

Vùng thông tin xoá được loại bỏ khỏi dòng tín hiệu để truyền đi vùng thông tin tích cực của ảnh. Theo phương pháp đó, thông tin xoá dòng và xoá mảnh sẽ không

được ghi giữ và truyền đi. Chúng được thay bằng các dữ liệu đồng bộ ngắn hơn tùy theo các ứng dụng.

d) Biến đổi cosin rời rạc (DCT) .

Quá trình DCT thuận và nghịch được coi là không mất thông tin nếu độ dài từ mã hệ số là 13 hoặc 14 bằng tần đối với dòng video số sử dụng 8 bit biểu diễn mẫu. Nếu độ dài từ mã hệ số của phép biến đổi DCT nhỏ hơn, quá trình này trở nên có mất thông tin.

2. Nén có mất thông tin

Nén có mất thông tin sử dụng hai hoặc nhiều hơn các kỹ thuật xử lý nhằm đạt được một sự biểu diễn mã hoá thuận lợi tín hiệu hình ảnh. Nén có mất thông tin đạt được hệ số nén cao hơn so với phương pháp nén không mất thông tin, vào cỡ 2:1 đến 100:1. Sau khi nén, một số thông tin sẽ bị mất và chất lượng ảnh bị suy hao do quá trình làm tròn và loại bỏ giá trị trong phạm vi khung hình hay giữa các khung hình. Suy hao chất lượng ảnh sẽ không trầm trọng khi kỹ thuật nén nằm trong giới hạn của sự cảm nhận của mắt người. Hệ số nén có thể thay đổi theo chi tiết ảnh, và cho phép tạo ra dòng bit có tốc độ không đổi, phục vụ cho các ứng dụng lưu trữ và truyền dẫn. Tốc độ dòng số liệu đạt được trong hệ thống nén có mất thông tin phụ thuộc vào yêu cầu chất lượng ảnh cần có.

a) Lấy mẫu con (Subsampling)

Đây là một phương pháp nén rất có hiệu quả, song độ phân giải của ảnh sau khi giải nén giảm so với ảnh ban đầu. Vì vậy, kỹ thuật lấy mẫu con không áp dụng cho tín hiệu chói. Phương pháp lấy mẫu con tín hiệu màu, chẳng hạn như cấu trúc lấy mẫu 4:2:0 hay 4:1:1 được dùng trong ứng dụng ghi, trong khi cấu trúc 4:2:0 được sử dụng trong các ứng dụng sản xuất và truyền dẫn chương trình MPEG.

b) Điều xung mã vi sai (DPCM)

Là một phương pháp mã hoá dự đoán, thay vì truyền đi toàn bộ các mẫu, kỹ thuật này chỉ mã hoá và truyền đi sự khác nhau giữa các giá trị mẫu. Giá trị sai lệch được cộng vào giá trị mẫu đã được giải mã trong quá trình giải nén để tạo lại giá trị mẫu cần thiết.

Quá trình DPCM làm giảm lượng entropy của tín hiệu ban đầu. Tất cả các giá trị sai lệch giữa các mẫu tập trung quanh giá trị 0 vì trong các ảnh sự xuất hiện các vùng đều có khả năng cao. Với các ảnh có độ chi tiết cao, các giá trị sai lệch lớn giữa các mẫu có thể được lượng tử hoá thô (bằng lượng tử hoá tuyến tính), do cảm nhận của mắt người giảm theo độ chi tiết của ảnh. Các phương pháp nén kết hợp sử dụng lượng tử hoá thô các giá trị sai lệch và kỹ thuật mã hoá VLC cho các tín hiệu thu được.

Nhằm tránh các lỗi có thể xuất hiện trong khi truyền, một mẫu đầy đủ được gửi đi theo chu kỳ nhất định, cho phép cập nhật được các giá trị chính xác. Mã hoá DPCM cũng sử dụng thêm các kỹ thuật dự đoán và lượng tử hoá thích nghi để hoàn thiện thêm kỹ thuật nén này.

c) Lượng tử hoá và mã hoá VLC các hệ số DCT

Phối hợp ba kỹ thuật này cho phép biểu diễn một khối các điểm ảnh bằng một số ít các bit, do đó tạo được một hiệu quả nén rất cao.

6-4. BIẾN ĐỔI COSIN RỜI RẠC

Biến đổi cosin rời rạc (DCT) xử lý các giá trị dữ liệu của khối các điểm ảnh dưới một khối các hệ số trong miền tần số. Hình 6-3 minh hoạ quá trình mã hoá DCT một chiều gồm 8 điểm ảnh biểu diễn tín hiệu chẵn trong tiêu chuẩn lấy mẫu 4:2:2.

Hình 6-3a minh hoạ biên độ biểu diễn của 8 điểm ảnh tương ứng. Mức trung bình thành phần một chiều và sự biến đổi điểm chẵn cho trên hình 6-3b và c. Phổ tần trong hình 6-3d minh hoạ sự thay đổi biên độ dọc theo 8 bit này và trong phạm vi dải tần số từ 0 đến $f_m/2 = 6,75$ MHz. Mã hoá DCT thực hiện chia dải phổ này thành 8 dải băng nhỏ hơn, tương ứng với mỗi dải băng tần có một hệ số đặc trưng cho năng lượng của tín hiệu trong dải băng tần đó. Hình 6-3e và f minh hoạ các băng tần tín hiệu chẵn riêng rẽ và giá trị hệ số tương ứng của chúng.

Giá trị đầu tiên bên trái đặc trưng cho mức giá trị thành phần một chiều của tín hiệu - gọi là hệ số DC. Từ trái sang phải, các hệ số lần lượt biểu diễn các thành phần tần số cao hơn trong tín hiệu ban đầu. Các hệ số này được gọi là hệ số AC. Trong một bức ảnh, khoảng trống dư thừa rất lớn, vì vậy, rất nhiều trong hầu hết các hệ số AC nhận giá trị 0 hoặc gần 0.

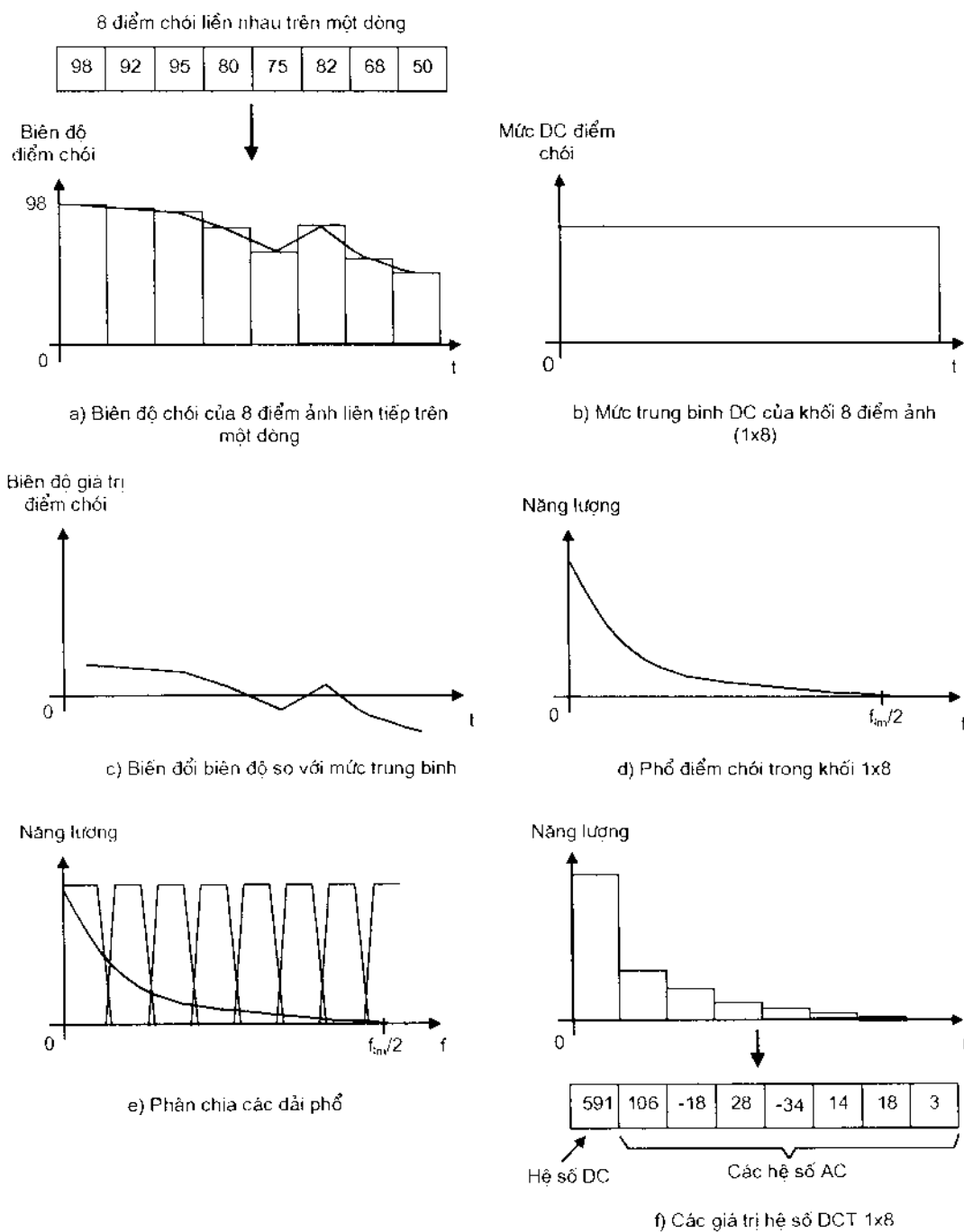
Để đạt được mức giải tương quan nội dung bức ảnh cao hơn, có thể sử dụng phép biến đổi DCT hai chiều cho khối 8×8 giá trị các điểm chẵn. Các khối 8×8 hệ số DCT được tạo thành với hệ số trên cùng bên trái là hệ số DC biểu diễn mức trung bình một chiều của tín hiệu trong khối 8×8 điểm chẵn tương ứng. Một ví dụ mã hoá DCT hai chiều cho khối 8×8 điểm chẵn được minh hoạ trong hình 6-4.

Quá trình mã hoá DCT thuận cho khối 8×8 được xác định như sau:

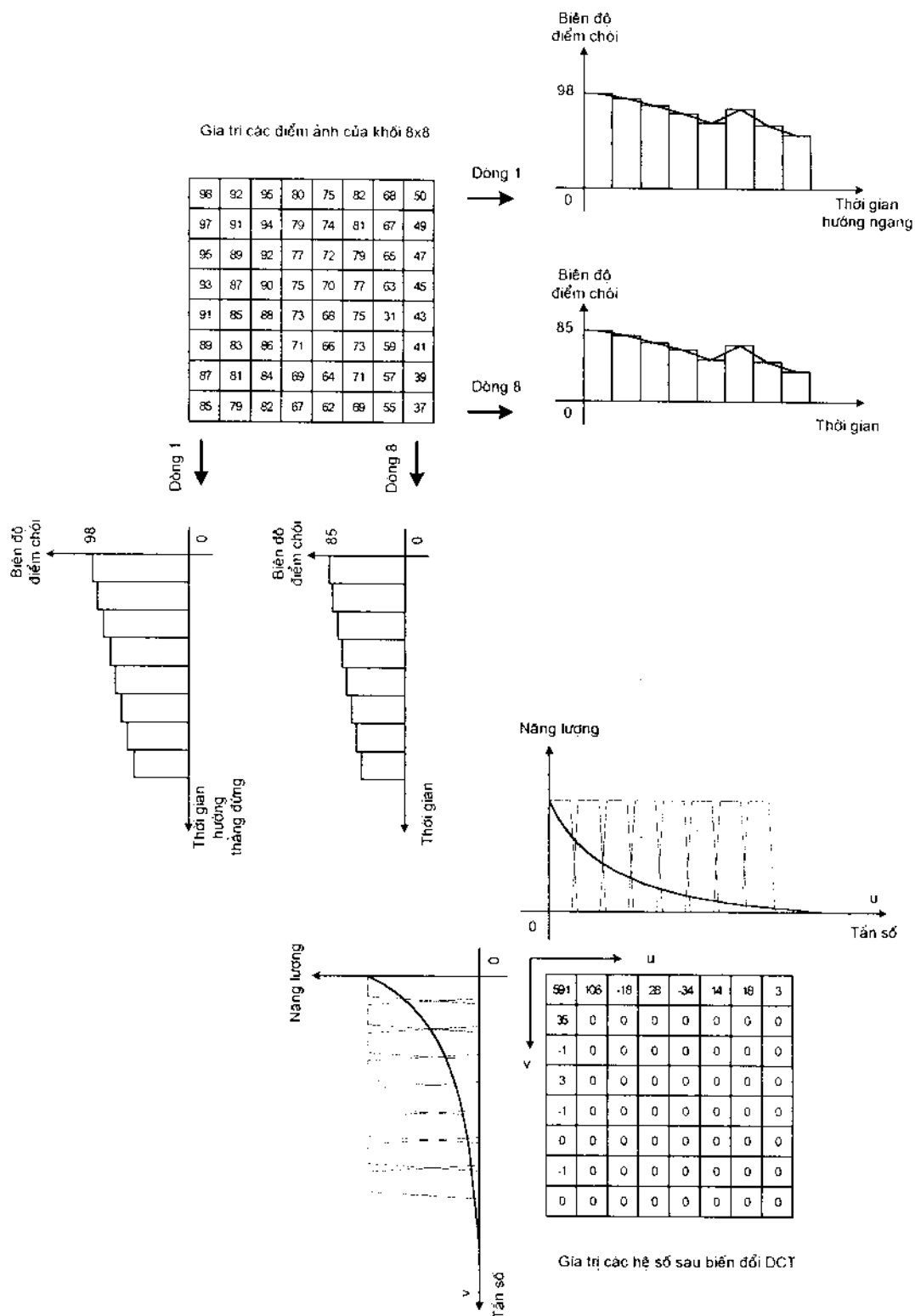
$$F(u, v) = \frac{C(u)C(v)}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cdot \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16}; \quad (6-7)$$

trong đó: $f(i, j)$ - các mẫu ban đầu trong khối 8×8 điểm chẵn;

$F(u,v)$ - các hệ số biến đổi DCT khối 8×8 ; u - tần số chuẩn hoá theo chiều ngang ($0 < u < 7$); v - tần số chuẩn hoá theo chiều đứng ($0 < v < 7$); $C(u)$, $C(v)$ nhận giá trị $1/\sqrt{2}$ với $u, v = 0$; $C(u)$, $C(v) = 1$ nhận giá trị là $u, v = 1, 2, \dots, 7$.



Hình 6-3. Minh họa quá trình mã hoá DCT một chiều.



Hình 6-4. Minh họa quá trình mã hoá DCT hai chiều.

Với hệ số đầu tiên, các tần số chuẩn hoá u và v đều bằng 0. Do đó, hệ số DC này được tính bằng:

$$F(0,0) = \frac{1}{8} \sum_{j=0}^7 \sum_{k=0}^7 f(j,k) \quad (6-8)$$

Biểu thức này xác định tổng tất cả các giá trị điểm ảnh trong khối 8×8 và chia cho 8. Kết quả của biểu thức tương đương 8 lần giá trị trung bình các điểm ảnh trong khối được biến đổi.

Khi biến đổi DCT áp dụng cho các tín hiệu video số thành phần U_Y , C_R , C_B , các tín hiệu màu C_R , C_B có biên độ cực đại là ± 128 (giá trị nhị phân) trong hệ thống sử dụng 8 bit biểu diễn mẫu, và tín hiệu chói U_Y có biên độ từ 0 đến 255.

Để đơn giản cho việc thiết kế các bộ mã hoá DCT, tín hiệu chói U_Y được dịch xuống mức ngang bằng với mức tín hiệu C_R , C_B . Khi giải mã, mức 128 sẽ được cộng vào để thu được tín hiệu chói U_Y ban đầu.

Như vậy, một bộ biến đổi A/D 8 bit sẽ được sử dụng để tạo ra các khối tín hiệu chói U_Y , với giá trị mức nhị phân từ -128 đến +127. Do đó, giá trị các hệ số DC của khối biến đổi DCT tương ứng từ -1024 đến +1016.

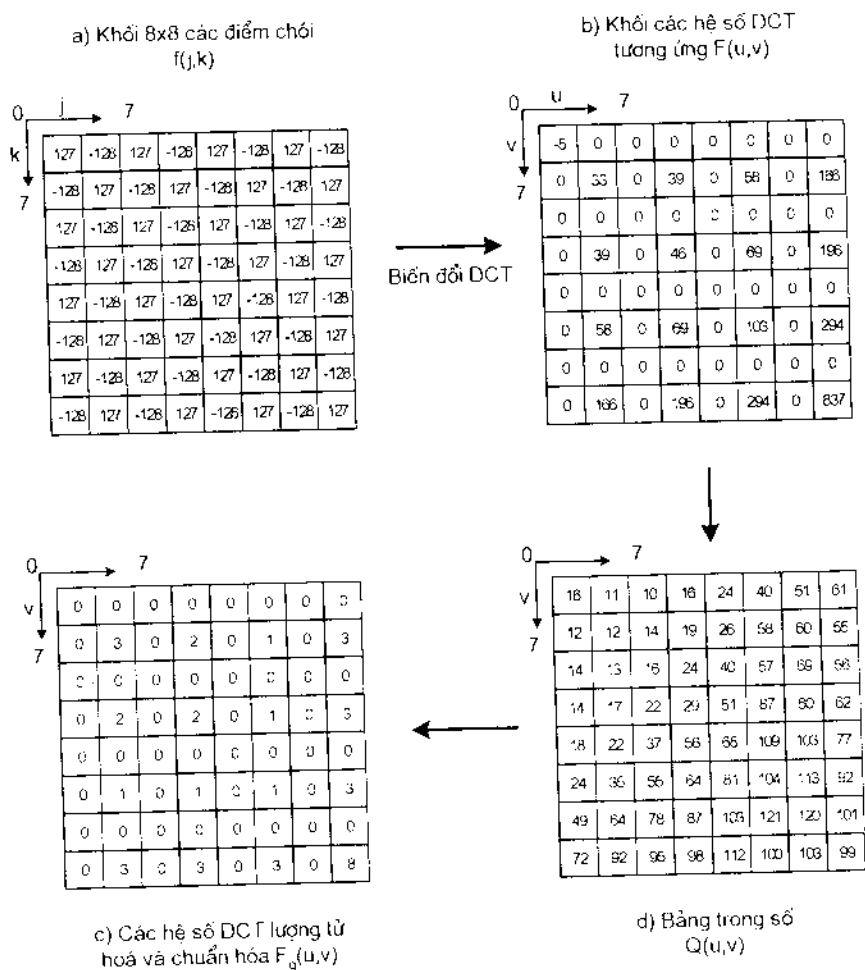
Với các hệ số AC, u và v thay đổi từ 1 đến 7, $C(u)$, $C(v) = 1$, có giá trị cực đại trong phạm vi ± 1020 , phụ thuộc vào biểu thức biến đổi DCT thuận.

Ma trận 8×8 các hệ số DCT thu được có hệ số DC lớn, đặc trưng cho giá trị trung bình của thành phần 1 chiều của khối 8×8 (trong ví dụ trên hình 6-4, giá trị DC bằng 591), và rất nhiều các hệ số AC có giá trị nhỏ, biểu diễn cho các thành phần tần số cao theo hướng ngang và hướng thẳng đứng. Các hệ số AC theo chiều ngang thường lớn hơn các hệ số AC theo chiều thẳng đứng.

Hình 6-5 minh hoạ một ví dụ của biến đổi DCT một khối gồm các điểm ảnh đen và trắng xen kẽ tương ứng có giá trị nhị phân là 0 và 255. Sau khi dịch chuyển mức -128 thu được giá trị là các điểm lần lượt thay đổi giữa -128 và +127. Khối các điểm ảnh này là khối có sự biến đổi lớn nhất giữa các điểm ảnh, và cũng có hệ số DCT lớn nhất. Mặc dù có nhiều hệ số tần số bằng 0, giá trị của các hệ số tần số cao đóng vai trò quan trọng trong việc tạo lại hình ảnh khi biến đổi ngược DCT.

Trong ví dụ trên hình 6-5, nếu loại bỏ tất cả các hệ số AC và chỉ giữ lại hệ số DC thì sau khi biến đổi ngược DCT, khối điểm ảnh thu được là một mảng màu xám có giá trị trung bình biểu diễn bởi hệ số DC. Thực tế thì một mảng gồm các ô trắng đen xen kẽ (dạng bàn cờ) cũng sẽ cho ta cảm giác như một mảng màu xám khi kích thước các ô và góc nhìn nằm ở một giới hạn nhất định. Theo nguyên lý đó, ta có thể

sử dụng bộ lọc thông thấp bằng cách loại bỏ các hệ số thành phần tần số cao tương ứng trước khi biến đổi ngược DCT.



Hình 6-5. Tạo khối DCT 8x8 (ảnh dạng bàn cờ).

6-5. MỘT SỐ MÃ DÙNG TRONG KỸ THUẬT NÉN

1. Mã RLC

Sự liên tiếp lặp đi lặp lại các điểm ảnh trong ảnh số xuất hiện là do sự tương quan giữa các điểm ảnh, đặc biệt đối với ảnh 2 mức (bi - level images). Từ sự lặp đi lặp lại này, một phương pháp nén đã được xây dựng trên cơ sở sử dụng số lần lặp của các điểm ảnh, và phương pháp này được gọi là RLC - Run Length Coding. RLC tách chuỗi các giá trị giống nhau và biểu diễn như là một tổng. Khi giảm giá trị này tạo lại số lần biểu diễn tổng. Kỹ thuật này chỉ có thể áp dụng cho các chuỗi symbols tuyến tính. Do đó, khi áp dụng cho số liệu ảnh hai chiều, hình ảnh được tách thành một chuỗi các dòng quét.

Ta có hai cách để mã hoá RLC:

- a) Tạo ra những từ mã cho mỗi độ dài chạy và kết hợp với symbol nguồn.
- b) Sử dụng một số độ dài chạy và 1 symbol nguồn nếu như symbol nguồn không phải là một số hay một ký tự đặc biệt để chỉ ra cho mỗi symbol nguồn.

Kỹ thuật RLC được dùng cho các hệ số lượng tử hoá tốt hơn là dùng trực tiếp cho số liệu ảnh. Hai ví dụ về ảnh số và kết quả mã hoá RLC của nó được thể hiện trên hình 6-6a và 6-6b.

Digital image	RLC
\$	30\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	14\$2*14\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$*^^*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	12\$2*2^2*12\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$**^^^^^^*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	10\$2*6^2*10\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$**^^^^^^*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	10\$2*6^2*10\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$**^^^^^^*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	10\$2*6^2*10\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$**^^^^^^*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	10\$2*6^2*10\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$*^^*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	12\$2*2^2*12\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$*\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$	14\$2*14\$
\$	30\$

a)

Digital image	RLC
0000011111000000000000000000	4w5b17
0000001111100000000000000000	5w5b16
0000000111110000000000000000	6w5b15
0000000011111000000000000000	7w5b14
0000000001111100000000000000	8w5b13
0000000000111110000000000000	9w5b12
0000000000011111000000000000	10w5b11
0000000000001111100000000000	11w5b10

b)

Hình 6-6. Các Ví dụ mã RLC.

Một loại cải biên của mã RLC là mã có độ dài thay đổi VLC (Variable Length Code), dùng để biểu diễn các giá trị symbols cũng như độ dài chạy. Cách thực hiện là tính phân bố xác suất của các độ dài chạy và các giá trị symbols. Đây là sự kết hợp của RLC với mã hoá thống kê.

RLC không thích hợp trực tiếp cho các ảnh tự nhiên có tông ảnh liên tục được mã hoá bằng một quá trình số hoá tuyến tính, lí do là vì RLC phải nén tập số liệu có các bước chạy tương đối lớn giống nhau. Ảnh có tông ảnh liên tục chứa thông tin có tần số không gian thấp, việc thay đổi các vùng rộng được làm đầy bằng các giá trị pixel giống nhau là tương đối nhỏ. Nếu ánh xạ các giá trị pixel lên bảng mã Gray và dùng RLC theo

bit trên cơ sở mặt phẳng - mặt phẳng, ta có thể đạt được các tỉ số nén. RLC tự nó không cho các mức nén có ý nghĩa.

RLC được dùng kết hợp với các kỹ thuật khác như các chuẩn nén JPEG, MPEG sẽ cho kết quả nén tốt. RLC được dùng cho các hệ số lượng tử hoá tốt hơn là dùng trực tiếp cho số liệu ảnh.

2. Mã Shannon - fano

Theo lý thuyết thông tin của Shannon thì tỉ lệ nén tốt nhất mà chúng ta có thể đạt được chính là entropy nguồn. Vào cuối những năm 40, Shannon và Fano đã tìm ra một phương pháp nén mới mà dựa trên xác suất xuất hiện của những symbol nguồn bên trong một lượng thông tin. Về cơ bản thì phương pháp này sử dụng những từ mã có độ dài thay đổi để mã hoá các symbol nguồn thông qua xác suất của chúng. Với những symbol có xác suất xuất hiện càng lớn thì từ mã dùng để mã hoá chúng càng ngắn.

Các bước mã Shannon - Fano:

a) *Bước 1:* Sắp xếp các symbol nguồn với xác suất xuất hiện của chúng theo thứ tự giảm dần.

b) *Bước 2:* Chia tập đã sắp xếp đó thành hai phần sao cho tổng xác suất xuất hiện của các symbol ở mỗi phần xấp xỉ nhau.

c) *Bước 3:* Mã sử dụng bit 0 để mã hoá cho các symbol trong phần 1 và bit 1 mã hoá cho các symbol trong phần 2.

d) *Bước 4:* Quay trở lại bước 2 và tiếp tục làm cho tới khi mỗi phần chia chỉ còn lại 1 symbol.

Ví dụ: Ta có một ảnh số có 8 symbol ($S_0, S_1, S_2, \dots, S_7$) với xác suất xuất hiện lần lượt là (0,1; 0,19; 0,21; 0,3; 0,05; 0,07; 0,03). Các symbol này được sắp xếp theo thứ tự xác suất giảm dần và được chia, mã hoá theo hình 6-7.

S_3	0,3	0,51	0,3	0			00
S_2	0,21	0	0,21	1			01
S_1	0,19			0,19	0		100
S_0	0,1		0,29	0,1	1		101
S_6	0,07	0,49	0	0,12	0,07	0	1100
S_5	0,05	1		0	0,05	1	1101
S_4	0,05		0,2	0,08	0,05	0	1110
S_7	0,03		1	1	0,03	1	1111

Hình 6-7. Ví dụ mã Shannon - Fano.

Phương pháp Shannon - Fano là phương pháp nén thành công đầu tiên với độ dài trung bình của từ mã C_L có thể đạt được trong khoảng $H < C_L < H + 1$ (trong đó H là lượng entropy của nguồn tin).

3. Mã Huffman

Cũng theo lý thuyết thông tin của Shannon, chúng ta biết rằng với mỗi nguồn tin được đưa ra, tồn tại một cách mã hoá mà có thể mã hoá với độ dài trung bình của từ mã gần với lượng entropy của nguồn tin như mong muốn. Với phương pháp mã hoá Shannon - Fano ở trên thì chúng ta đã đạt được độ dài trung bình của từ mã giới hạn trên bởi $H + 1$. Tuy nhiên đôi khi phương pháp mã hoá Shannon - Fano cũng tạo ra những từ mã có độ dài hơn mã symbol nguồn có thể có, và điều này dẫn tới độ dài trung bình của từ mã tăng lên. Vào năm 1952, D.A.Huffman đã phát triển một kỹ thuật mã hoá mới mà có thể tạo ra độ dài trung bình của từ mã ngắn nhất đối với tập symbol nguồn và kết hợp với xác suất của chúng.

Mã Huffman thuộc loại mã entropy hoặc mã thống kê. Tư tưởng chính là dùng VLC (Variable Length Coding), sử dụng ít bit để mã các giá trị hay xảy ra (xác suất xuất hiện cao) và nhiều bit để mã các giá trị ít xảy ra (xác suất xuất hiện thấp). Từ đó tốc độ bit sẽ giảm một cách đáng kể.

Độ dài trung bình ngắn nhất mà phương pháp mã Huffman đạt được cho tất cả các symbol nguồn chính xác tới lũy thừa của $1/2$. Nói tóm lại, nó có thể cho độ dài trung bình của từ mã Huffman giới hạn trên bởi $H + P + \log_2 \frac{\log e}{e} = H + P + 0,086$. Trong đó H là lượng entropy nguồn, P là xác suất của tất cả các symbol như nguồn.

Các bước mã hoá Huffman:

a) *Bước 1:* Liệt kê các xác suất của các symbol nguồn, và tạo ra các tập nút bằng cách cho những xác suất này thành các nhánh của cây nhị phân.

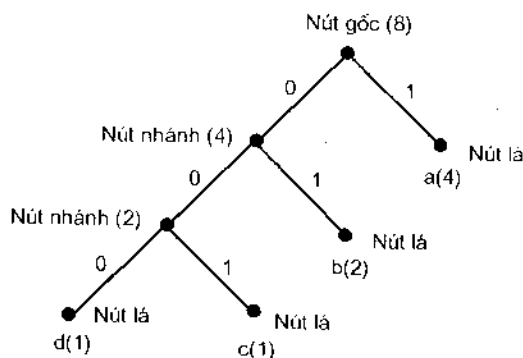
b) *Bước 2:* Lấy 2 nút với xác suất nhỏ nhất từ tập nút, và tạo ra 1 xác suất mới bằng tổng xác suất của xác suất đó.

c) *Bước 3:* Tạo ra một nút mẹ với các xác suất mới, và đánh dấu 1 cho nút con ở trên và 0 cho nút con ở dưới.

d) *Bước 4:* Tạo tiếp tập nút bằng cách thay thế 2 nút với xác suất nhỏ nhất cho nút mới. Nếu tập nút chỉ chứa 1 nút thì kết thúc, ngược lại thì ta quay lại bước 2.

Từ đó ta có bộ mã sẽ được thiết lập bằng cách dùng một tập hợp data và đánh giá xác suất của mỗi sự kiện. Sự tối ưu có thể đạt được bằng cách thiết kế một bảng mã riêng biệt cho mỗi phần tử được mã hoá. Nhưng điều này sẽ làm tăng số bảng mã.

Muốn lập được bảng mã cần tính xác suất xuất hiện mỗi phần tử ảnh trong tập mã. Dựa vào đó xây dựng một cây không cân bằng (tức gồm một số nhánh không dài bằng nhau). Mức độ không cân bằng của cây phụ thuộc vào xác suất xuất hiện của các phần tử. Một cây được xây dựng như vậy gọi là cây mã Huffman.



Hình 6-8. Cây mã Huffman.

Cây mã Huffman là một cây nhị phân có các nhánh được gán cho giá trị 0 hoặc 1. Gốc của cây được gọi là nút gốc, còn các điểm rẽ nhánh được gọi là các nút nhánh. Điểm kết thúc của một nhánh được gọi là nút lá. Mỗi nút lá được gán tương ứng với một phần tử cần mã hoá. Hình 6-8 là ví dụ về một cây mã Huffman được xây dựng cho một chuỗi dữ liệu cần phát đi là aaaabbed.

Từ một nút nhánh, khi rẽ thành hai nhánh mới thì nhánh bên trái được gán cho giá trị 0 và nhánh bên phải được gán cho giá trị 1 (việc gán này có thể làm ngược lại). Từ mã của một symbol được xác định bằng cách đi từ nút gốc đến nút lá tương ứng với symbol đó. Các bit của các từ mã được tập hợp từ các giá trị tương ứng của nhánh phải đi qua.

Từ mã tương ứng với các symbol a, b, c, d lần lượt được cho trong bảng 6-1. Theo bảng 6-1 ta thấy để phát đi chuỗi dữ liệu aaaabbed chỉ cần: $4 \times 1 + 2 \times 2 + 1 \times 3 + 1 \times 3 = 14$ bit, hay số bit trung bình/phần tử = $14/8 = 1,75$ bit/phần tử.

Bảng 6-1. Mã hoá với độ dài từ mã thay đổi

Phần tử	Số lần xuất hiện	Xác suất	Từ mã	Chiều dài từ mã
a	4	0,5	1	1
b	2	0,25	01	2
c	1	0,125	001	3
d	1	0,125	000	3

Để thấy được hiệu quả của mã Huffman, ta tính số lượng bit trung bình cần thiết để biểu thị mỗi phần tử ảnh đối với mã hoá nhị phân thông thường, bảng 6-2. Theo bảng 6-2, số lượng bit cần phát đi là $8 \times 2 = 16$ bit, hay số bit trung bình/phần tử = $16/8 = 2$ bit.

Bảng 6-2. Mã hoá với độ dài từ mã cố định

Phần tử	Số lần xuất hiện	Xác suất	Từ mã	Chiều dài từ mã
a	4	0,5	00	2
b	2	0,25	01	2
c	1	0,125	10	2
d	1	0,125	11	2

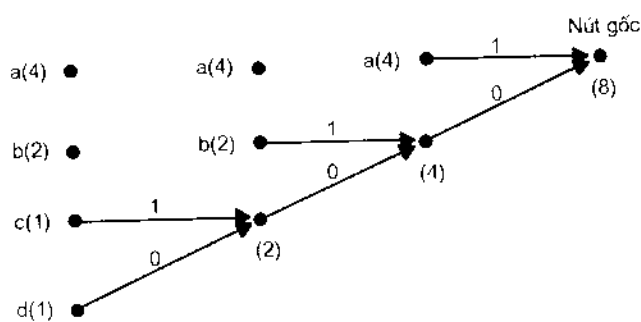
Như vậy, trong ví dụ đơn giản này, mã hoá với độ dài từ mã thay đổi tiết kiệm được: $(1 - 1,75/2) \times 100\% = 12,5\%$ dung lượng bit cần thiết để biểu thị và truyền tải thông tin mà không hề bị tổn hao.

Nói chung, mã hoá Huffman đạt hiệu suất thấp khi xác suất xuất hiện các phần tử gần như nhau. Ngược lại, nó đạt hiệu suất cao khi xác suất xuất hiện các phần tử chênh lệch nhau lớn. Trên thực tế mã Huffman được phát triển trên một tập ảnh, nhưng sau đó được áp dụng lên các ảnh khác, mỗi ảnh có phân bố xác suất symbol riêng của nó. Do đó, mã Huffman không cần thiết cho tới ưu bất cứ ảnh đặc biệt nào. Mặc dù vậy, mã Huffman là một trong những kỹ thuật nén quan trọng mà chúng ta sẽ gặp ở một số ứng dụng trong JPEG và các chuẩn nén khác.

a) Ví dụ về phương pháp xây dựng cây mã Huffman

Để xây dựng cây mã Huffman, cần thông tin liên quan đến tần số xuất hiện của từng phần tử. Chẳng hạn với ví dụ trên, chúng ta đã xuất phát từ các thông tin về tần số xuất hiện sau: a xuất hiện 4 lần, b xuất hiện 2 lần, c và d xuất hiện 1 lần.

Các phần tử được sắp xếp thành một cột theo trật tự giảm dần của tần số xuất hiện như hình 6-9. Mỗi phần tử sẽ được gán một nút lá. Tần số xuất hiện của ký tự ta gọi là trọng lượng của nút lá tương ứng. Hai nút lá ở cuối danh sách ta gọi là c(1) và d(1) hợp thành một nút nhánh bằng một nhánh 0 và một nhánh 1. Nút nhánh đó sẽ có trọng lượng bằng tổng trọng lượng của hai nút lá thành phần (2). Một cột mới được tạo ra gồm nút nhánh mới và các nút lá còn lại trong cột thứ nhất cũng được sắp xếp theo trật tự giảm dần của trọng lượng. Thủ tục đó được lặp lại cho đến khi chỉ còn một nút chính là nút gốc.



Hình 6.9. Thủ tục xây dựng cây mã Huffman.

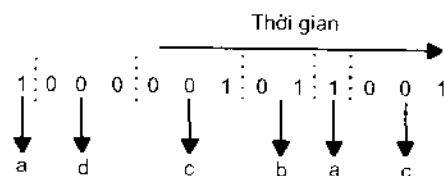
Để đưa ra từ mã của một phần tử, chúng ta xuất phát từ nút lá tương ứng với phần tử đó và đi ngược lên theo các nhánh để đến được nút gốc. Khi đi qua một nhánh cần tích lũy lại giá trị của nhánh đó (0 hoặc 1). Đảo ngược trật tự của các bit tích lũy được chính là từ mã cần tìm. Chẳng hạn với phần tử a, từ nút lá đến nút gốc chỉ đi qua một nhánh 1, do đó từ mã của nó là 1. Đối với phần tử c, từ nút lá đến nút gốc phải đi qua ba nhánh: nhánh 1, nhánh 0 và nhánh 0, do đó từ mã của nó sẽ là 001.

b) Giải mã theo cây mã Huffman

Bởi vì các từ mã có độ dài khác nhau, cho nên bên thu phải giải mã luồng bit nhận được từng bit một. Các từ mã Huffman có một tính chất gọi là tính "prefix", nghĩa là không

có một từ mã ngắn hơn nào trùng với phần đầu của một từ mã dài hơn. Chẳng hạn, ở ví dụ trên, a có từ mã là 1 và các từ mã của b, c, d không có từ mã nào bắt đầu bằng 1.

Nhờ vào tính chất prefix, việc giải mã ở bên thu trở lên đơn giản, là xuất phát từ nút gốc và lần lượt đi theo các nhánh tương ứng với bit nhận được cho đến khi đến được một nút lá (nghĩa là đã nhận được đủ một từ mã hợp lệ). Giả sử, với cây mã trên mà luồng bit nhận được là: 1000001011001 thì nó sẽ được giải mã như trên hình 6-10.



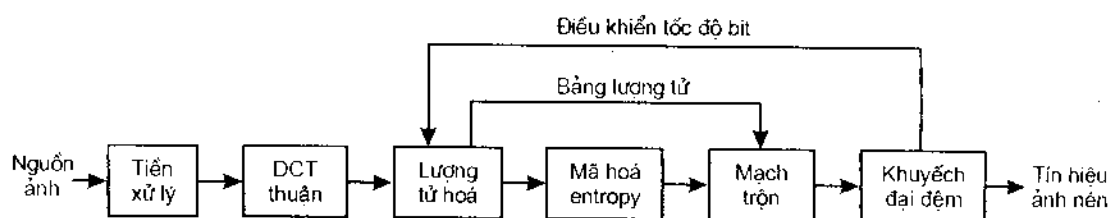
Hình 6-10. Ví dụ giải mã theo cây mã Huffman.

6-6. KỸ THUẬT NÉN TRONG ẢNH

1. Nguyên lý nén trong ảnh

Nén trong ảnh là loại nén nhằm giảm bớt thông tin dư thừa trong miền không gian. Nén trong ảnh sử dụng cả hai quá trình có tổn hao và không có tổn hao để giảm bớt dữ liệu trong một ảnh. Quá trình này không sử dụng thông tin của các ảnh trước và sau ảnh đang xét.

Thuật ngữ "ảnh" ở đây cần được hiểu một cách chính xác, bởi lẽ trong kỹ thuật nén ảnh cho phép sử dụng hoặc mảnh (field) hoặc ảnh (frame) như một ảnh gốc. Nếu kỹ thuật nén dùng mảnh thì nén trong ảnh sẽ tạo ra hai ảnh trong mỗi ảnh. Vì vậy, khi bàn về nén thuật ngữ "ảnh" không luôn luôn đồng nghĩa với thuật ngữ ảnh trong lĩnh vực truyền hình. Hình 6-11 là sơ đồ nguyên lý quá trình nén trong ảnh.



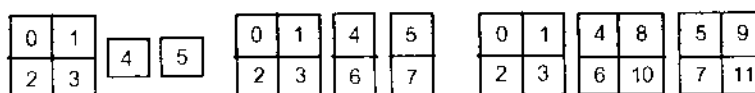
Hình 6-11. Nén trong ảnh (Intra Frame Compression).

Trong sơ đồ nguyên lý ta thấy sử dụng phương pháp biến đổi DCT. Phương pháp chuyển đổi tối ưu cho mã chuyển vị là phương pháp mà đạt được bình phương của lỗi trong quá trình xây dựng lại ảnh với một số bit đã cho là nhỏ nhất. Người ta đã nghiên cứu và thấy rằng phương pháp chuyển đổi tối ưu là chuyển đổi KI (Karhunen - Loeve), chuyển đổi này thông qua một ma trận chuyển đổi làm giảm trật tự tương quan của một quá trình xử lý ngẫu nhiên liên tiếp dưới dạng đường chéo. Nhưng khi sử dụng phương pháp chuyển đổi KI, sẽ gặp vấn đề là chuyển đổi KI không có một thuật toán biến đổi nhanh tổng quát, hay nói cách khác là nó không thông dụng cho tất cả các ứng dụng của việc nén ảnh số.

Do phương pháp chuyển đổi tối ưu không thông dụng, người ta đã nghiên cứu và đưa ra phương pháp chuyển đổi gần tối ưu để thay thế. Những phương pháp chuyển đổi như vậy đã được sử dụng cho việc nén ảnh số, nhưng phương pháp thông dụng nhất là biến đổi DCT (Discrete Cosine Transform). Biến đổi DCT đã được đưa ra vào năm 1974 và từ đó tới nay đã có rất nhiều thuật toán biến đổi nhanh cho việc tính toán DCT và ta sẽ xem xét dưới đây.

2. Tiền xử lý

Trước khi thực hiện biến đổi DCT, cả ảnh được chia thành các khối lớn riêng biệt không chồng nhau (MB - Macro Block). Mỗi MB bao gồm 4 block các mẫu tín hiệu chói (U_Y) và 2; 4 hoặc 8 block các mẫu tín hiệu màu (C_R, C_B), hình 6-12. Số các block của tín hiệu màu phụ thuộc vào tiêu chuẩn của tín hiệu video.



a) 4:2:0 (4:1:1)

b) 4:2:2

c) 4:4:4

Hình 6-12. Cấu tạo của Macro Block.

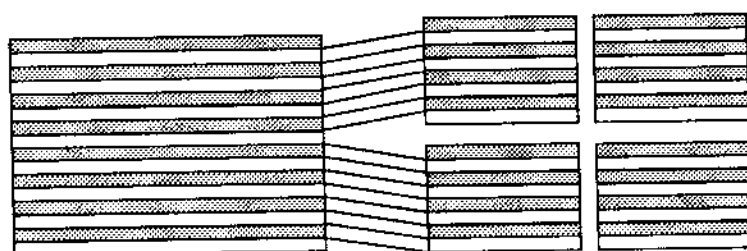
Tất cả các block có cùng kích thước và mỗi block là một ma trận điểm ảnh 8×8 được lấy từ một ảnh màn hình theo chiều từ trái sang phải, từ trên xuống dưới. Kích thước block là 8×8 được chọn bởi hai lý do sau:

a) Thứ nhất, là việc nghiên cứu đã chỉ ra rằng hàm hiệp phương sai (Covariance) suy giảm rất nhanh khi khoảng cách từ pixel mà ở đó hàm hiệp phương sai được định nghĩa vượt quá 8. Chính vì vậy mà phương pháp nén sử dụng loại bỏ các thông tin dư thừa về không gian không cần quan tâm tới các khối pixel có kích thước lớn hơn 8×8 .

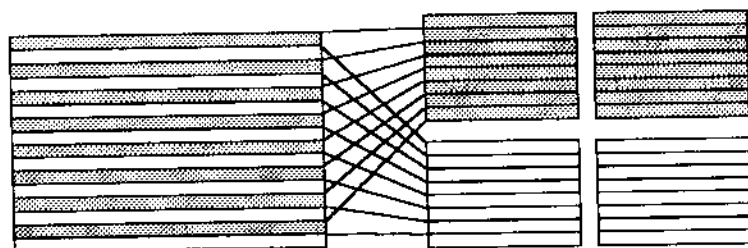
b) Thứ hai, là sự tiện lợi cho việc tính toán và thiết kế mạch cứng. Nói chung, cả mức nén lẫn độ phức tạp về tính toán sẽ tăng nếu kích thước block tăng.

Ví dụ về việc chia thành các block của hình ảnh đối với hệ PAL. Phân tích cục của tín hiệu video với độ phân giải 576×720 sẽ được chia làm 72×90 block. Và như vậy sẽ có 36×45 MB nếu tiêu chuẩn lấy mẫu là 4:2:0 hoặc 4:1:1.

Cấu trúc của MB cũng phụ thuộc vào loại quét ảnh. Nếu quét liên tục thì các block bao gồm các mẫu từ các dòng liên tục (lúc này là nén theo ảnh - frame), hình 6-13. Ngược lại, trong trường hợp quét xen kẽ, trong một block chỉ có các mẫu của một nửa ảnh (nén theo mảnh - field), hình 6-14. Tóm lại, việc chia hình ảnh thành các ảnh con (block, MB) sẽ thực sự có ý nghĩa cho bước chuyển vị tiếp theo.



Hình 6-13. Cấu trúc các block tín hiệu chói (quét liên tục).



Hình 6-14. Cấu trúc các block tín hiệu chói (quét xen kẽ).

3. Lượng tử hoá khối DCT

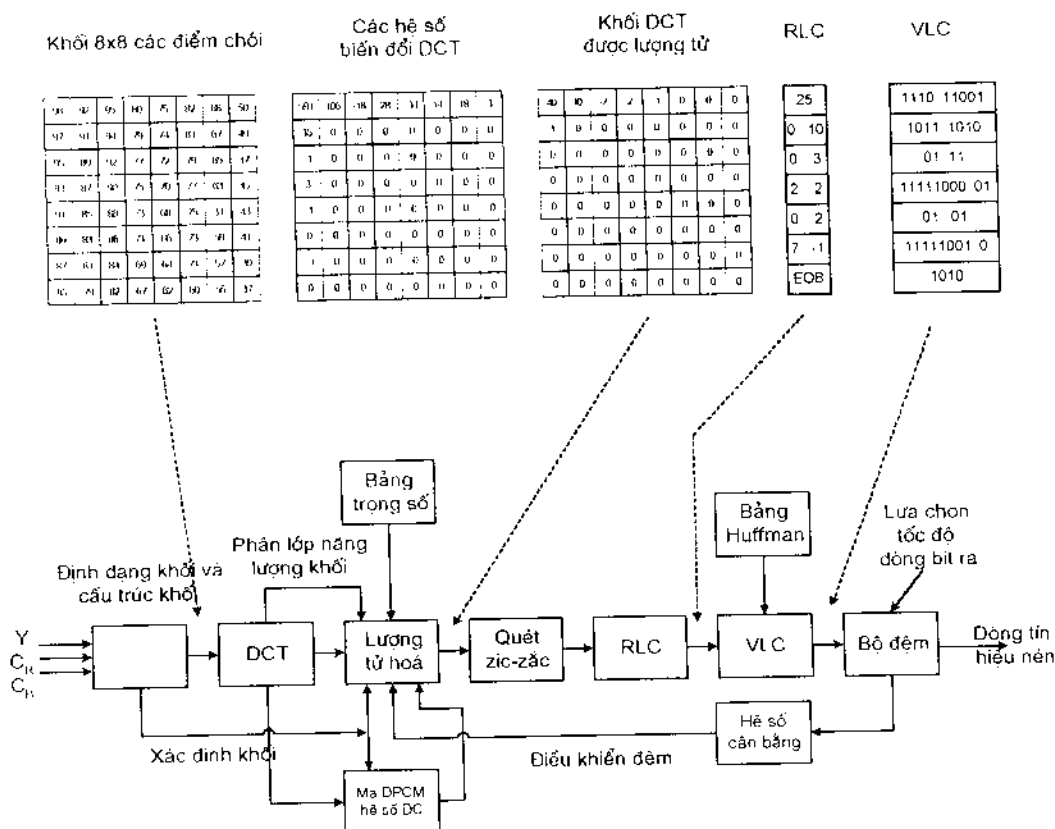
Quá trình lượng tử hoá khối DCT đóng vai trò quan trọng trong thiết kế hệ thống nén video vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến việc cho lại chất lượng ảnh khôi phục tốt hay xấu. Các mã biến đổi sao cho chất lượng hình ảnh do mắt người cảm nhận tốt, phụ thuộc vào các thành phần tần số và sự biến đổi chi tiết ảnh từng vùng trong miền không gian. Phương pháp lượng tử hoá thích nghi sử dụng các trọng số lượng tử thu được, được xác định bằng ba yếu tố bao gồm: Các trọng số tần số, các tham số chuyển động có thể nhận biết và các tham số trạng thái đệm (hình 6-15).

Chức năng cơ bản của bộ lượng tử hoá là thực hiện chia mỗi hệ số DCT cho một số lớn hơn 1 để tạo ra các số có giá trị 0 hoặc gần bằng 0 sao cho có thể được làm tròn hoặc bỏ qua trong quá trình mã hoá tiếp theo. Các hệ số có năng lượng thấp, đặc trưng cho sự biến đổi ít giữa các điểm ảnh có thể loại bỏ mà không gây ảnh hưởng đến sự cảm thụ chất lượng ảnh tái tạo tại mắt người.

Lượng tử hoá là quá trình làm mất thông tin và tạo ra các hiệu ứng giả. Nhằm đạt được một hệ thống nén không ảnh hưởng nhiều đến chất lượng ảnh, rất nhiều các yếu tố sẽ cần được tính đến trong một thiết kế, phụ thuộc vào các ứng dụng, tính hiệu quả, độ phức tạp và giá thành v.v...

Yếu tố đầu tiên tính đến đặc tính cảm thụ của mắt người được tổng quát trong một bảng (chẳng hạn như bảng các khối DCT cho tín hiệu Y và C_R , C_B , dùng trong chuẩn nén JPEG). Thành phần DC và các thành phần tần số thấp là các thông số có ý nghĩa nhất của khối điểm ảnh ban đầu. Hệ số DC sẽ được lượng tử với độ chính xác 12 bit nhằm tránh các nhiễu xuất hiện giữa các khối điểm ảnh. Trong khi các hệ số

tương ứng với thành phần tần số cao chỉ được lượng tử với độ chính xác 2 bit - do khả năng cảm nhận của mắt người giảm ở tần số cao. Theo đó, các hệ số chia trong bảng lượng tử có giá trị nhỏ đối với hệ số DC và các thành phần tần số thấp; giá trị cao hơn cho các hệ số tương ứng thành phần tần số cao.



Hình 6-15. Quá trình nén ảnh bằng phương pháp DCT.

Trong hình 6-15, hệ số bảng lượng tử hoá thuận được xác định theo biến thức:

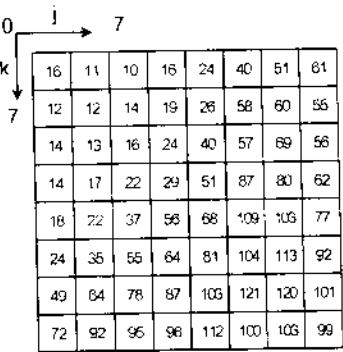
$$F_q(u, v) = \left\lceil \frac{F(u, v)}{Q(u, v)} \right\rceil = \text{giá trị nguyên gần nhất} \left\lceil \frac{F(u, v) + [Q(u, v)/2]}{Q(u, v)} \right\rceil \quad (6-9)$$

Trong hình 6-16, giá trị khối xác định cho phép các giá trị tín hiệu chói và tín hiệu màu được lượng tử khác nhau. Nhiều lượng tử đối với tín hiệu màu khó nhìn thấy hơn đối với tín hiệu chói, cho nên có thể thực hiện lượng tử hoá thô tín hiệu màu.

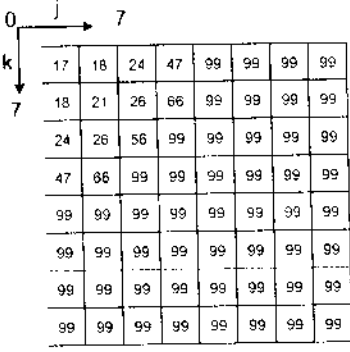
Bảng lượng tử được đưa vào bộ lượng tử với các giá trị trọng số phụ thuộc vào vị trí hệ số trong khối DCT.

Các ảnh càng chi tiết thì hệ số thành phần tần số cao càng lớn, và có thể dẫn đến tràn bộ đệm nếu các hệ số trong bảng lượng tử tương ứng quá thấp. Một thông tin hồi tiếp về trạng thái bộ đệm cho phép điều khiển một hệ số cân bằng qua đó tối ưu trạng

thái của bộ đệm. Hệ số cân bằng này chỉ đưa vào các thành phần AC mà thôi. Hệ số cân bằng là một hằng số trong một cấu trúc khối cơ bản chứa đựng hai khối màu và một số thay đổi các khối chỗi phụ thuộc vào cấu trúc lấy mẫu của ảnh ban đầu.



Bảng trọng số (theo chuẩn JPEG cho mẫu tín hiệu chói)



Bảng trọng số (theo chuẩn JPEG cho mẫu tín hiệu màu)

Hình 6-16. Các bảng lượng tử cho tín hiệu chói và tín hiệu màu theo chuẩn JPEG.

Với một cấu trúc khối gồm 4 khối điểm chói, các chi tiết ảnh có thể được tập trung năng lượng cao vào một trong 4 khối, sẽ tạo ra lượng tử hoá thô cũng như xuất hiện lỗi lượng tử lớn và các hiện tượng nhiễu không mong muốn trong các khối còn lại. Để tránh hiện tượng này, năng lượng chứa trong khối có thể được đánh giá bằng cách xem xét hệ số AC có ý nghĩa nhất trong tất cả các khối và chia thành các mức điều khiển bộ lượng tử.

4. Mã hoá entropy

Lượng tử hoá biểu diễn rời rạc dữ liệu được truyền. Gán từ mã là lấy những giá trị lượng tử hoá và tạo ra một luồng bit truyền. Thật ra lượng tử hoá và gán từ mã có sự tương quan gần gũi và không cần phải tách biệt rõ ràng. Nói một cách khác, liên kết tối ưu của lượng tử hoá và gán từ mã là xử lý có độ phi tuyến cao. Một bộ lượng tử hoá tuyến tính với một bước nhảy thích hợp được chọn riêng cho mỗi phần tử được mã hoá, tiếp theo là một bộ mã hoá entropy phù hợp có thể cho kết quả gán tối ưu.

Các giá trị lượng tử hoá có thể chỉ biểu diễn nhờ các từ mã có độ dài cố định hay đồng đều, tức là các giá trị lượng tử hoá biểu diễn bằng cùng một số bit. Tuy nhiên hiệu quả của việc mã hoá không cao. Để cải tiến hiệu quả người ta dùng mã hoá entropy. Mã hoá entropy dùng những đặc tính thống kê của tín hiệu được mã hoá. Một tín hiệu, ở đây là giá trị pixel hoặc các hệ số chuyển vị, có chứa một lượng thông tin (entropy) tùy theo những xác suất của những giá trị hay sự kiện khác nhau xuất hiện. Ví dụ những từ mã nào ít xảy ra hơn sẽ có nhiều thông tin hơn từ mã hay xảy ra.

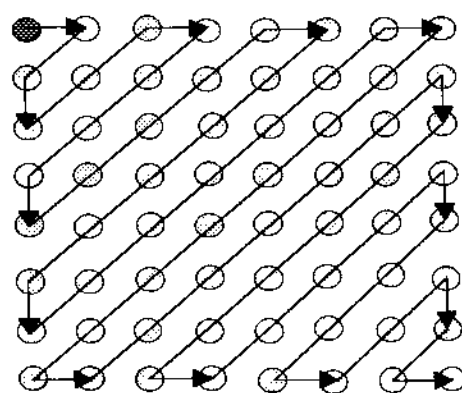
Khi dùng mã hoá entropy có hai vấn đề đặt ra: Thứ nhất, mã hoá entropy làm tăng độ phức tạp và yêu cầu bộ nhớ hơn so với mã độ dài cố định. Thứ hai, mã hoá entropy gắn liền với tính không ổn định của tín hiệu video sẽ làm tốc độ bit thay đổi theo thời gian. Do đó, cần một cơ cấu điều khiển bộ đệm khi mã hoá nguồn tốc độ bit biến đổi được ghép với kênh tốc độ bit hằng.

Bộ mã hoá entropy được thực hiện cho độ dư thừa thống kê cố hữu trong các phần tử được mã hoá để truyền. Sự dư thừa chính là phân bố xác suất không đồng đều trên giá trị của mỗi phần tử. Phân bố xác suất càng lệch khỏi phân bố đều thì hiệu suất càng tăng nhờ mã hoá entropy. Mã Huffman là một trong những sơ đồ mã được sử dụng phổ biến. Ngoài ra trong mã hoá entropy còn sử dụng mã RLC (Run Length Code) sẽ cho hiệu suất nén rất cao.

Để mã hoá entropy các hệ số được lượng tử hoá $C'(u,v)$, trước hết cần biến đổi mảng hai chiều của các hệ số $C'(u,v)$ thành chuỗi số một chiều bằng cách quét zig-zag.

Lúc đầu, chuỗi sẽ là các hệ số khác 0, sau đó sẽ là một chuỗi các số 0 liên tiếp. Việc xử lý 64 hệ số của khối 8×8 pixel bằng cách quét zig-zag (hình 6-17) làm tăng tối đa chuỗi các giá trị 0 và do vậy làm tăng hiệu quả nén khi dùng RLC.

Kỹ thuật RLC được dùng cho các hệ số lượng tử hoá tốt hơn là dùng trực tiếp cho số liệu ảnh. Trong quá trình quét zig-zag ở trên, RLC sẽ được thực thi. Cụ thể ở đây, RLC thực chất là việc thay thế các hệ số có giá trị 0 bằng số lượng các chữ số 0 xuất hiện.



Hình 6-17. Quét zig-zag các hệ số lượng tử hoá DCT.

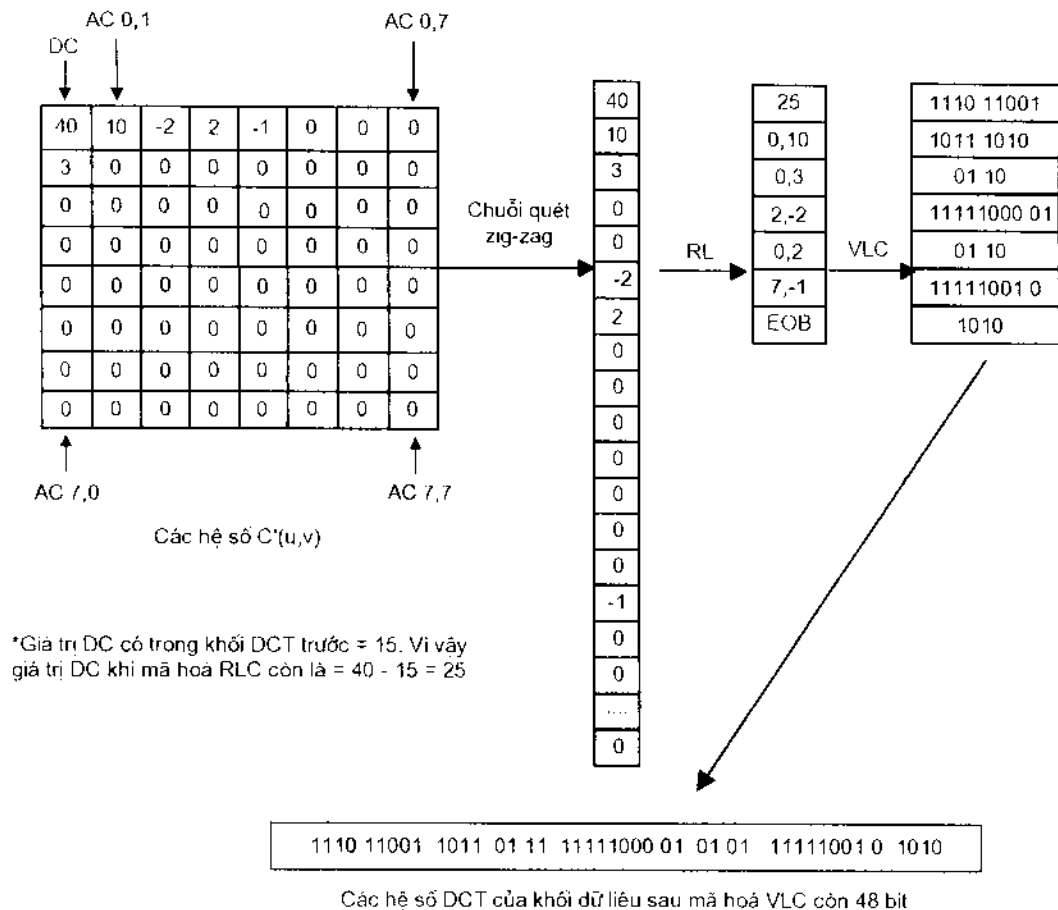
Ta lấy một ví dụ về RLC, hình 6-18. Trong ví dụ này, chuỗi một chiều các hệ số DCT sau khi quét zig-zag với các giá trị giống nhau sẽ được gom lại với nhau bằng mã RLC. Lúc này, chuỗi một chiều có các đoạn chuỗi dài có cùng giá trị là các symbol có dạng: <chiều dài chuỗi 0, giá trị>.

Ở đây, giá trị 10 không có giá trị 0 nào trước đó được biểu diễn bằng <0,10>; giá trị -2 có hai giá trị 0 đứng trước được biểu diễn bằng <2,-2> v.v... Riêng một dấu đặc biệt là End of Block (EOB) được dùng để đánh dấu vị trí bắt đầu của chuỗi các số 0 liên tiếp.

Trong ví dụ này, ta có một chuỗi 49 từ mã với giá trị 0. Như vậy chỉ xét riêng 49 từ mã giá trị 0 được nén xuống chỉ còn 3 từ mã. Điều này chứng tỏ hiệu suất nén rất cao của từ mã RLC. Tất nhiên đây là quá trình nén không tổn hao.

Các từ mã với độ dài thay đổi RLC có tần suất xuất hiện cao sau đó được mã hoá bằng các từ mã ngắn, và các từ mã RLC có tần suất xuất hiện thấp tương ứng được mã

hoá bằng các từ mã dài. Quá trình này được gọi là quá trình mã hoá với độ dài từ mã thay đổi (VLC).



Hình 6-18. Ví dụ về mã RLC.

5. Bộ nhớ đệm

Các từ mã VLC tạo ra dòng số liệu với tốc độ biến đổi, phụ thuộc vào độ phức tạp của ảnh được mã hoá. Số liệu này sẽ được ghi vào một bộ đệm. Các bit số liệu sẽ được đọc ra từ bộ đệm này với một tốc độ cố định theo bộ mã hoá. Bộ đệm cần được điều khiển sao cho không xuất hiện hiện tượng tràn hay rỗng. Quá trình điều khiển được thực hiện bởi hệ số cân bằng cho bằng trọng số. Nếu bộ đệm đầy, quá trình lượng tử hoá được thực hiện với mức biểu diễn bit ít hơn (lượng tử hoá thô) nhằm tạo ra tốc độ dòng bit nhỏ lại bằng cách tăng hệ số cân bằng của bộ lượng tử.

Thông thường, đồng hồ đọc bộ nhớ có thể được lựa chọn với các giá trị khác nhau để dòng số ra khỏi bộ đệm ở một giá trị thích hợp cho các ứng dụng khác nhau.

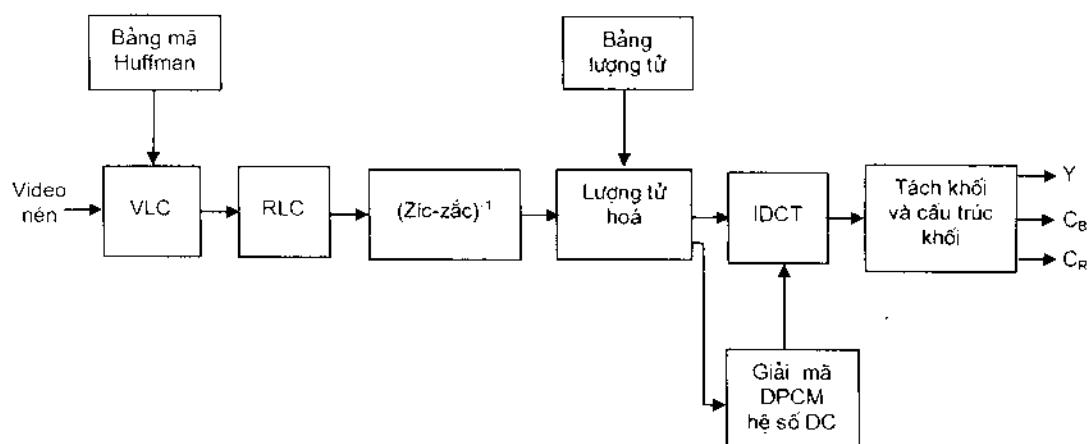
6. Giải mã DCT

Hình 6-19 minh hoạ sơ đồ khối của quá trình giải nén DCT. Các bảng lượng tử và bảng mã Huffman xác định tại bộ mã hoá DCT được sử dụng để phục hồi các giá trị hệ số DCT của khối 8×8 điểm. Quá trình lượng tử hoá ngược $R_q(u,v)$ được tiến hành theo biểu thức:

$$R_q(u,v) = P_q(u,v) Q(u,v) \quad (6-10)$$

Các hệ số sẽ được biến đổi ngược DCT (IDCT) bằng quá trình $f^*(j,k)$ để tạo lại khối giá trị các điểm ban đầu theo biểu thức:

$$f^*(j,k) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)F(u,v) \cos \frac{(2j+1)u\pi}{16} \cdot \cos \frac{(2k+1)v\pi}{16} \quad (6-11)$$



Hình 6-19. Giải mã DCT.

Biểu thức biểu diễn quá trình biến đổi DCT và IDCT là tương tự nhau. Hệ thống nén và giải nén vì vậy có thể cùng sử dụng chung bằng một thiết bị phân cứng. Đầu ra biến đổi IDCT được cho trên hình 6-20. Sai lệch giữa khối ban đầu và các giá trị tạo lại nguyên nhân do các lỗi xuất hiện trong quá trình nén. Lỗi được biểu diễn bởi:

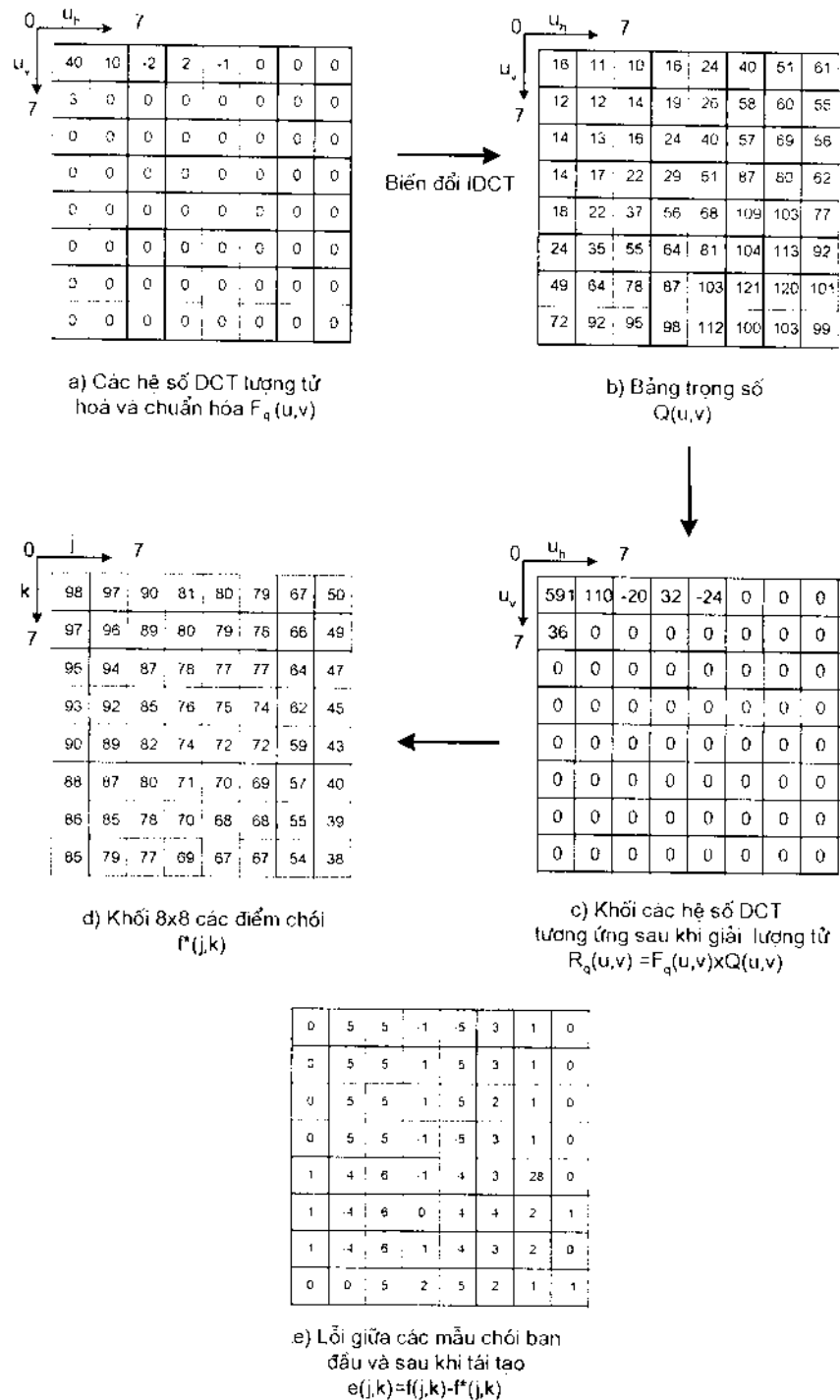
$$e(j,k) = f(j,k) - f^*(j,k)$$

6-7. KỸ THUẬT NÉN VIDEO THEO THỜI GIAN

1. Mô hình

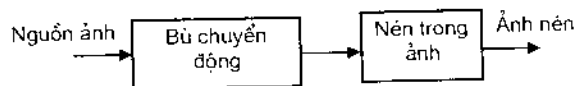
Một tính chất nữa của tín hiệu video là có chứa thông tin dư thừa trong miền thời gian. Điều này có nghĩa là, với một chuỗi liên tục các ảnh, lượng thông tin chứa đựng trong mỗi ảnh thay đổi rất ít từ ảnh này sang ảnh khác. Tính toán sự dịch chuyển vị trí của nội dung hình ảnh là một phần rất quan trọng trong kỹ thuật nén liên ảnh. Mô hình

kỹ thuật nén video theo thời gian được chỉ ra trên hình 6-21. Đặc điểm của nén liên ảnh chính là "kỹ thuật xấp xỉ và bù chuyển động".



Hình 6-20. Biến đổi DCT ngược cho khối 8x8 và sai số so với khối ban đầu.

Một chuỗi video là một chuỗi các ảnh tĩnh được hiện ra với tốc độ nhanh sẽ cho cảm giác chuyển động liên tục. Mặc dù mỗi frame có sự khác nhau, cần thiết phải có tốc độ frame cao để đạt được cảm giác chuyển động thực sự. Từ đó tạo ra độ nhiễu dư thừa tạm thời giữa các frame kế nhau. Sự bù chuyển động chính là để loại bỏ phần dư thừa tạm thời này.



Hình 6-21. Mô hình nén ảnh.

Tất nhiên sau quá trình bù chuyển động, để tăng hiệu quả nén, cần sử dụng kỹ thuật nén trong ảnh để xử lý độ dư thừa trong không gian trong phần thừa bù chuyển động.

2. Kỹ thuật dự đoán bù chuyển động

Nhiều thay đổi về cường độ sáng từ frame này đến frame kế tiếp là do chuyển động của đối tượng. Trong mã bù chuyển động, frame hiện hành được dự báo từ frame trước bằng cách xấp xỉ chuyển động giữa hai frame và bù chuyển động đó. Sự khác nhau giữa frame hiện hành và dự báo của frame đó gọi là phần dư thừa của bù chuyển động và phần dư thừa này sẽ được mã hoá.

Đối với một chuỗi video bình thường, đặc trưng về năng lượng của phần dư thừa thấp hơn rất nhiều so với năng lượng trong tín hiệu video gốc do loại bỏ những thành phần dư thừa tạm thời. Mã hoá phần dư thừa thay vì mã hoá video giúp đảm bảo thông tin dư thừa tạm thời không phải mã hoá lặp lại.

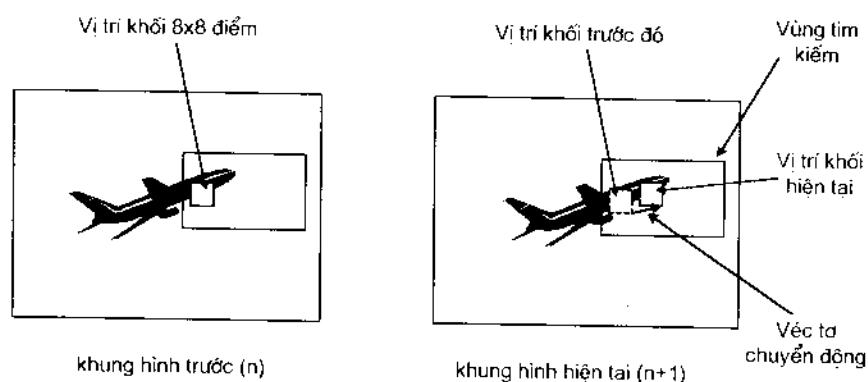
Như vậy, việc xác định phần ảnh động là "xấp xỉ chuyển động. Quá trình khôi phục một ảnh bằng cách dùng các phần ảnh từ ảnh trước cùng với thông tin về chuyển động chính là "bù chuyển động".

Sử dụng xấp xỉ và bù chuyển động là để thay hai yêu cầu trong hệ thống mã/giải mã. Đầu tiên bộ giải mã phải lưu ảnh trước trong khi tạo lại ảnh tiếp theo. Sau đó, bộ mã hoá phải tạo lại mỗi ảnh sau khi mã hoá nó để dự báo bộ giải mã tạo lại ảnh như thế nào. Điều này là cần thiết vì bộ giải mã không có bất kỳ một ảnh gốc nào có thể tạo lại các khối bù chuyển động.

Phương pháp dự đoán giữa các mảnh đạt được hiệu quả cao đối với các ảnh tĩnh hay một phần của ảnh tĩnh. Tuy nhiên, đối với các ảnh chuyển động phương pháp này trở nên không thuận lợi.

Một phương pháp dự đoán để tìm ra các chi tiết ảnh thay thế giữa hai khung hình liên nhau và tạo ra một vector chuyển động chỉ rõ vị trí mới của chi tiết ảnh này trong khung hình tương ứng vẽ trên hình 6-22. Theo đó, vector chuyển động sẽ phối hợp tất cả các khối được nén trong khung hình trước đó mà khối các điểm ảnh này lại được lập lại tại một vị trí mới. Phương pháp này được gọi là dự đoán bù chuyển động giữa các khung hình.

Dự đoán chuyển động được thực hiện bằng cách sử dụng cấu trúc khối cho các điểm chói. Hình 6-22 minh họa các phần tử của một cấu trúc khối. Vector thay thế được dự đoán cho mỗi cấu trúc các khối (macroblock). Các vector chuyển động và các mã hoá DCT khác nhau của cấu trúc khối hiện tại và cấu trúc khối tham chiếu, được chỉ ra bằng các vector này, sẽ được truyền đi - sẽ tạo ra một phương pháp có hiệu quả hơn là mã hoá trực tiếp cấu trúc khối hiện tại bằng DCT.



Hình 6-22. Vector chuyển động giữa hai khung hình liên nhau.

Có nhiều các kỹ thuật khác nhau để xác định vector thay thế. Một trong số các phương pháp này có tên gọi là phối hợp các khối (block matching). Khối số liệu điểm ảnh được lựa chọn, gọi là khối tham chiếu, trong khung hình hiện tại chuyển động trong phạm vi tìm kiếm ở khung hình trước đó. Các giá trị khối DCT tham chiếu được so sánh với các giá trị khối 8×8 điểm trong vùng tìm kiếm để tìm ra khối thích hợp nhất, tương ứng khi sự sai khác là nhỏ nhất. Một vector xác định theo khoảng cách giữa vị trí tham chiếu và vị trí phối hợp đã tìm thấy được tạo ra. Thông tin số liệu về vector chuyển động được truyền tới bộ giải mã cùng với khối hệ số DCT sai lệch.

Các khối phối hợp trong số các khối của khung hình trước sử dụng như thành phần dự đoán trong bộ mã hoá DPCM, thành phần dự đoán được lấy từ đầu vào để tạo ra một khung dự đoán sai số ít thông tin. Sai lệch giữa khối hiện tại và dự đoán của nó thuộc khung hình trước sẽ tạo ra khối dự đoán bù chuyển động.

Vùng tìm kiếm được xác định quanh cấu trúc các khối trong khung hình hiện tại bao phủ toàn bộ các chuyển động giữa hai khung hình. Các tọa độ của vùng tìm kiếm xác định được truyền đi trong khung hình trước đó để tìm ra vị trí trước đó của cấu trúc khối này.

Kích thước vùng tìm kiếm được xác định bằng độ phức tạp của quá trình phối hợp khối. Trên vùng tìm kiếm có kích thước 16×16 điểm, có vị trí khối theo chiều ngang phối hợp với 16 vị trí khối theo chiều đứng.

Để giảm quá trình tính toán vector chuyển động, độ phân giải của ảnh có thể được giảm xuống theo cả hai chiều ngang và chiều thẳng đứng. Bằng cách này có thể làm giảm số bit cần xử lý và dự đoán các phần chính được thay thế trong khung hình. Chẳng hạn một ảnh với độ phân giải đầy đủ 720×480 có thể được giảm đến mức 360×240 . Ảnh với độ phân giải thấp có thể sử dụng cho vùng dự đoán lớn hơn. Một dự đoán chuyển động mức thô (gần đúng) đầu tiên sẽ được tiến hành trên các ảnh có độ phân giải thấp này. Sau đó, một phép dự đoán vector chuyển động chính xác sẽ thực hiện tính toán vị trí thay thế chính xác của các đối tượng giữa hai khung hình.

Quá trình dự báo sẽ được thực hiện qua nhiều bước để thu được sự dự báo chính xác cuối cùng.

Các đối tượng chuyển động nhỏ có thể được bỏ qua trong giai đoạn dự đoán chuyển động gần đúng, và do đó tạo ra các vector dự đoán mang sai số. Trường hợp này sẽ sử dụng các khối nhỏ hơn. Với một vùng thay thế có kích thước lớn, sai số trong quá trình phối hợp có thể trở nên lớn hơn giữa các khối có cùng mức xám song không có liên hệ về chuyển động. Hơn nữa, nhiều kiểu chuyển động trong bức ảnh có thể tạo ra các sự xung đột giữa các vùng tìm kiếm. Để giải quyết vấn đề này cần có sự phân chia trong việc phối hợp các khối.

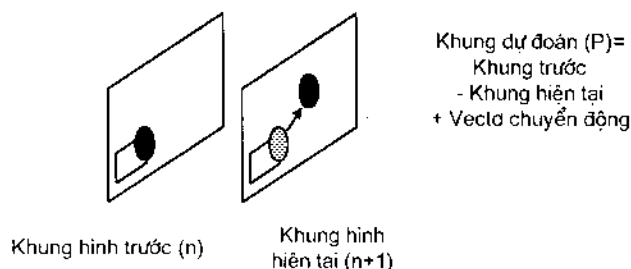
3. Ảnh dự đoán trước (ảnh P)

Phương pháp mã hoá ảnh dự đoán trước sử dụng xác suất các ảnh liên tục trong chuỗi ảnh truyền hình. Nhờ xác suất này, phần lớn các ảnh trong chuỗi có thể nhận biết gần giống nhau trên cơ sở thông tin chứa đựng trong ảnh (xuất hiện trong chuỗi trước). Như vậy ảnh dự đoán trước là các frame dự báo theo hướng thuận (nghĩa là các dự báo từ các pixel của frame hiển thị trước).

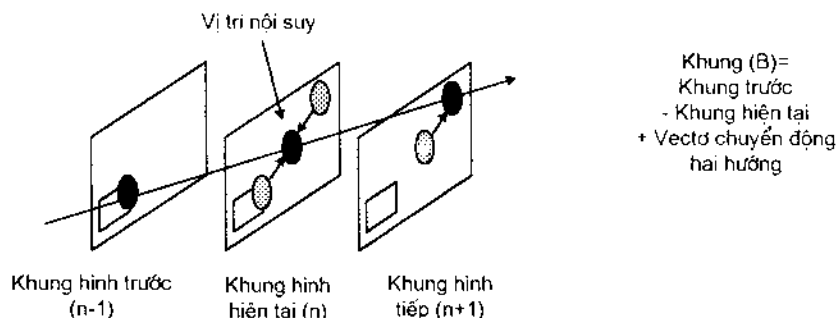
Phương pháp này rất có hiệu quả khi chuỗi ảnh biểu diễn là ảnh tĩnh hoàn toàn: Trong trường hợp này chỉ truyền ảnh đầu tiên là đủ và thông tin lần lượt mỗi ảnh không khác mấy so với ảnh trước. Khi xuất hiện vật thể chuyển động nào đó trong ảnh, thì cần phải phát hiện các vật thể này và biểu diễn đặc trưng về sự thay đổi vị trí của nó. Bằng cách này và trên cơ sở phân tích các ảnh trước, có thể dự báo gần đúng nội dung ảnh đang xét.

Trong trường hợp khi ảnh đang xét khác với dự báo của nó, thì cần phải truyền thêm các thông tin về sự khác nhau đó giữa các ảnh nói trên. Nếu tất cả các vật thể chuyển động được phát hiện, thì dự báo ảnh sẽ rất gần với ảnh thực và để truyền thông tin giữa chúng ta chỉ cần số liệu nhỏ là đủ. Tuy nhiên, vật thể xuất hiện trong ảnh có thể có nhiều loại và ta phải tìm giải pháp kết hợp để từ đó phát hiện và xếp loại chúng không quá khó khăn.

Khi đó vị trí block được biểu diễn bằng vector biểu diễn sự dịch block này so với vị trí MB trong ảnh dự báo trước. Vector này biểu diễn sự phối hợp (từng phần hoặc tất cả) chứa trong MB, được gọi là "vector chuyển động".



a) Vectơ chuyển động đơn hướng

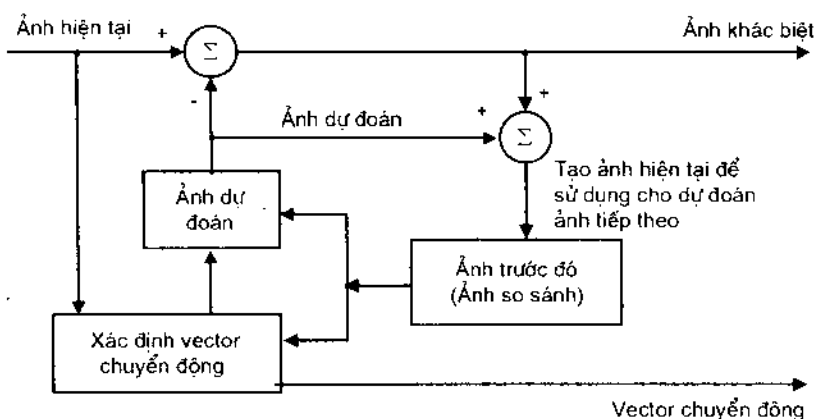


b) Nội suy bù chuyển động

Hình 6-23. Dự đoán bù chuyển động một chiều và hai chiều.

Tuy nhiên, các chuyển động ngoài vùng tìm kiếm không thể được thực hiện dự đoán bù chuyển động từ khung hình trước, như trong ví dụ trong hình 6-23a. Một khối điểm ảnh cho trước trong khung hình hiện tại nằm ngoài vùng tìm kiếm như vậy sẽ không có phối hợp khối trong khung hình trước. Trường hợp này, khối điểm ảnh sẽ được mã hoá bằng phương pháp nén trong ảnh.

Hình 6-24 chỉ ra quá trình tạo ảnh dự báo trước, ảnh trước đó (Previous frame) được lưu trữ trong bộ nhớ với đầy đủ độ phân giải, đầy đủ dữ liệu.



Hình 6-24. Ảnh dự đoán trước.

Trong khối "Xác định vector chuyển động" (Motion Estimation), với vector chuyển động tính toán sao cho ảnh hiện tại được dự đoán một cách chính xác nhất. Hiệu giữa ảnh hiện tại và ảnh dự báo sẽ cho ảnh khác biệt ở đầu ra.

Số liệu về vector chuyển động và ảnh khác biệt sẽ được truyền đi (nén liên ảnh không truyền toàn bộ ảnh). Trong trường hợp vector chuyển động được xác định đúng, thì ảnh khác biệt sẽ chứa rất ít thông tin và công nghệ nén sẽ đạt hiệu quả mong muốn. Tuy nhiên, hạn chế của mô hình trên là không thể biểu diễn phần lớn các chuyển động có thể có như các chuyển động quay, giảm hoặc tăng lên và các chuyển động phức tạp khác.

4. Ảnh dự đoán hai chiều (ảnh B)

Dự đoán hai chiều theo thời gian, hay còn gọi là nội suy bù chuyển động, sử dụng thông tin trong một khung hình trước và một khung hình tham chiếu xuất hiện sau khung hình hiện tại để dự đoán khung hình hiện tại - gọi là khung hình B (ví dụ về dự đoán hai chiều vẽ trên hình 6-23b).

Dự đoán hai chiều cho khả năng nén số liệu cao hơn so với dự đoán một chiều, hiệu ứng nhiễu trong khung hình hiện tại giảm bằng mức nhiễu trung bình của khung hình trước và khung hình sau và có khả năng dự đoán ngoài phạm vi của vùng tìm kiếm nhờ các khung hình tiếp theo. Tuy nhiên, dự đoán ngược chỉ thực hiện được khi khung hình tham chiếu xuất hiện sau được truyền đi trước khung hình hiện tại B.

Sự khác nhau cơ bản giữa hai mạch, mạch tạo ảnh dự đoán trước và mạch tạo ảnh dự đoán hai chiều, là bộ nhớ ảnh so sánh. Để tạo ảnh dự báo trước ta chỉ cần nhớ ảnh trước đó. Trong khi đó, để tạo được ảnh dự đoán hai chiều ta phải nhớ cả hai ảnh: ảnh trước và ảnh sau ảnh đang xét.

Có thể coi ảnh dự đoán hai chiều như là kết quả nội suy giữa hai ảnh để xác định chuẩn của nó. Vì để tạo được ảnh dự đoán hai chiều, bộ giải mã phải xác định nội dung của hai ảnh xác định chuẩn của nó, nên sẽ làm thay đổi thứ tự truyền các ảnh. Bộ mã hoá đầu tiên phải truyền cả hai ảnh chuẩn, sau đó mới truyền đến ảnh dự đoán hai chiều.

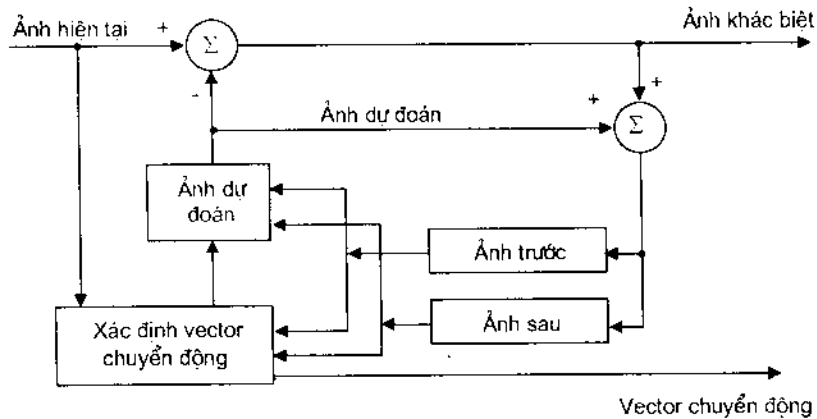
Điều này dẫn đến kết quả là:

- Bộ mã hoá và giải mã phải đánh số lại các frame lên làm tăng số công việc.
- Bộ mã hoá và giải mã phải dùng bộ nhớ lớn (để có thể lưu trữ các ảnh chuẩn).

Hình 6-25 minh hoạ quá trình tạo và truyền các khung hình theo thứ tự. Quá trình sắp xếp lại khi mã hoá và giải mã tạo ra một thời gian trễ phụ thuộc vào số khung hình B giữa hai khung tham chiếu.

Có thể có nhiều hơn một khung hình được dự đoán B giữa hai khung hình tham chiếu xuất hiện trước và sau nó. Số lượng các khung hình dự đoán phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Khi số các khung hình B tăng lên quan hệ giữa các khung hình B và khung tham chiếu giảm xuống, và do vậy, số bit cần dùng để mã hoá khung B tăng

lên. Hơn nữa, khi đó quan hệ giữa các khung tham chiếu cũng giảm do chúng cách xa nhau. Với các chương trình video có nhiều cảnh ngắt sẽ cần có ít khung B hơn đối với các chương trình ít cảnh ngắt.



Hình 6-25. Ảnh dự đoán hai chiều.

Quét xen kẽ cho phép thực hiện nén giữa các khung hình hoặc giữa các màn hình. Mã hoá dự đoán giữa các khung hình thường áp dụng cho các chương trình có ít sự chuyển động hoặc chuyển động với tốc độ chậm, và sự dư thừa không gian giữa các khung hình nhiều hơn là sự dư thừa không gian trong các màn hình. Trong khi đó, mã hoá dự đoán theo màn hình có hiệu quả cao khi ứng dụng cho nén các ảnh có tốc độ chuyển động cao, các vector chuyển động trong màn hình chứa đựng các thành phần tần số cao.

6-8. GIỚI THIỆU MỘT SỐ TIÊU CHUẨN NÉN

1. Tiêu chuẩn nén JPEG

a) Giới thiệu

JPEG (Joint Photographic Expert Group) là tên của một tổ chức nghiên cứu về các chuẩn nén cho ảnh đa tần liên tục (trước đây là ISO) được thành lập vào năm 1982. Năm 1986, JPEG chính thức được thiết lập nhờ sự phức hợp giữa nhóm ISO/IEC và ITV. Tiêu chuẩn này có thể được ứng dụng cho nhiều lĩnh vực: lưu trữ ảnh, Fax màu, truyền ảnh báo chí, ảnh cho y học, camera số v.v... Tiêu chuẩn JPEG được định ra cho nén ảnh tĩnh đơn sắc và màu, thực hiện bởi bốn mode mã hoá đó là:

a) *Mã hoá tuần tự*: Ảnh được mã hoá theo kiểu quét từ trái qua phải, từ trên xuống dưới dựa trên khối DCT.

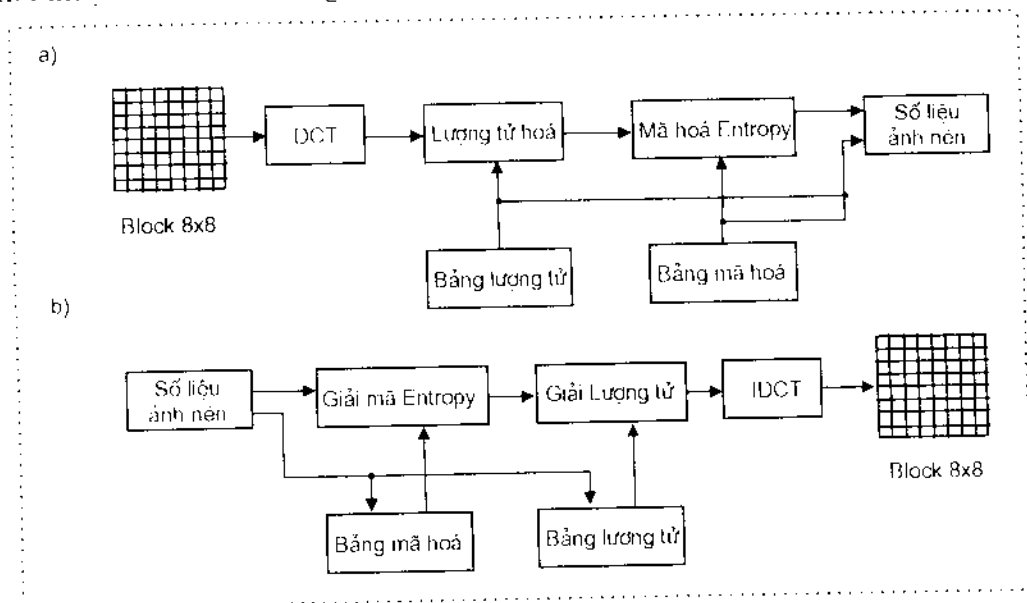
b) *Mã hoá lũy tiến*: Ảnh được mã hoá bằng kiểu quét phức hợp theo chế độ phân giải không gian cho các ứng dụng trên các kiểu băng hẹp và do đó thời gian truyền dẫn có thể dài.

c) *Mã hoá không tổn thất*: Ảnh được đảm bảo khôi phục chính xác cho mỗi giá trị mẫu của nguồn. Thông tin không cần thiết sẽ bị cắt bỏ cho nên cho hiệu quả nén thấp hơn so với phương pháp có tổn thất.

d) *Mã hoá phân cấp*: Ảnh được mã hoá ở chế độ phân giải không gian phức hợp, để cho những ảnh có phân giải thấp có thể được truy xuất và hiển thị mà không cần giải nén như những ảnh có độ phân giải trong không gian cao hơn.

Thuật toán đơn giản nhất trong các chế độ DCT trên là JPEG Baseline, và nó được sử dụng rộng rãi nhất trong các thuật toán nén JPEG. Khi chúng ta đề cập tới JPEG thì điều đó cũng có nghĩa là đề cập tới JPEG baseline.

Thuật toán JPEG Baseline đã được xét trong mô hình nén trong ảnh. Từ đó ta có sơ đồ khối thuật toán mã hoá và giải mã tiêu chuẩn JPEG, hình 6-26.



Hình 6-26. Sơ đồ khối mã hoá (a) và giải mã (b) JPEG.

Quá trình mã hoá và giải mã là hai quá trình ngược nhau. Đặc trưng dùng trong quá trình mã hoá cho ra dòng số liệu sau khi nén và sau đó được đưa tới phần giãn (giải nén). Ở bộ giải nén, bộ mã hoá entropy biến đổi dòng bit được nén thành một bảng zig-zag mới có các hệ số DCT. Các hệ số này được nhân với các hệ số giải lượng tử hoá và đưa đến quá trình biến đổi DCT ngược (Inverse DCT). Đầu ra ta có một khối 8x8 pixels có thể không tạo lại một ảnh chính xác tín hiệu gốc vì thông tin bị mất trong quá trình mã hoá (nén có tổn hao).

Trên quan điểm coi hình ảnh động là một chuỗi liên tiếp các hình ảnh tĩnh. Khi đó, tiêu chuẩn JPEG được áp dụng cho việc nén ảnh động và nó có tên gọi M-JPEG.

b) Phân cấp cấu trúc số liệu video

Các tiêu chuẩn nén video ra đời nhằm đạt được các mục đích trình bày chi tiết các dư thừa thông tin trong tín hiệu và dư thừa do cảm nhận của mắt người, qua đó giảm tốc độ dòng video số, đưa ra dòng số liệu video đã được nén theo một khuôn dạng nhất định có thể sử dụng cho các yêu cầu sản xuất chương trình cũng như để lưu trữ hay truyền dẫn chương trình.

Tiêu chuẩn JPEG bao gồm một phân cấp cấu trúc số liệu video nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc biến đổi các hình ảnh được mã hoá. Các thông số mã hoá, chẳng hạn như dạng làm việc của JPEG, kích thước và tần số ảnh, độ chi tiết điểm ảnh, độ chính xác của lượng tử, các bảng mã đều được cộng vào với dòng số được truyền đi. Cấu trúc số liệu video JPEG gồm 6 cấp khác nhau phụ thuộc vào chế độ làm việc của JPEG.

- *Đơn vị số liệu (DU)*: Đơn vị số liệu bao gồm một khối 8×8 các mẫu thành phần trong dạng nén mất thông tin.

- *Đơn vị mã hoá nhỏ nhất (MCU)*: Là nhóm nhỏ nhất các DU xen kẽ. Trong sử dụng nén DCT theo chuẩn CCIR-601, MCU bao gồm hai khối Y , một khối C_R và một khối C_B .

- *Đoạn mã entropy (ECS)*: Gồm một số các MCU. Đoạn mã entropy cho phép giảm kích thước cho khôi phục từ giới hạn ngắt của số liệu mã entropy.

- *Quét*: Tiêu chuẩn xác định phương pháp quét cho toàn bộ ảnh,

- *Khung hình*: Có thể được tạo thành từ một hay nhiều quá trình quét.

- *Lớp ảnh*: Ảnh là cấp trên cùng của phân cấp số liệu nén, bao gồm lớn khung và các mã cho toàn bộ một bức ảnh.

c) Đặc điểm của M-JPEG

Nén M-JPEG chỉ thực hiện trong mỗi ảnh, điều đó dẫn đến hiệu quả (tỉ số nén) thấp. Trong trường hợp nén với tỉ số cao sẽ xuất hiện các ô vuông (Artifacts) trên ảnh khôi phục, đó là các đặc trưng của các hệ số DCT. Nếu mã hoá nhiều lần thì hiệu ứng trên sẽ tăng lên.

Tiêu chuẩn JPEG xác định các tham số trong bảng 6-3

2. Tiêu chuẩn nén MPEG

a) Giới thiệu

Chuẩn MPEG (Moving Picture Expert Group) là chuỗi các chuẩn nén video với mục đích là mã hoá tín hiệu hình ảnh và âm thanh cho DSM (Digital Storage Media) ở tốc độ bit từ 1,5 tới 50 Mbit/s và được biết đến như là MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 v.v...

Các chuẩn MPEG tiến tới tối ưu hoá cho những ứng dụng video động và các đặc điểm của nó cũng bao gồm một thuật toán cho việc nén dữ liệu audio với tỉ lệ vào khoảng từ 5:1 cho tới 10:1.

Bảng 6-3. Tham số theo tiêu chuẩn nén JPEG

Tham số	Đặc điểm
Tín hiệu mã hoá	RGB hoặc Y và C_R , C_B
Cấu trúc lấy mẫu	4:4:4, 4:2:2 và 4:2:0
Kích thước ảnh tối đa (điểm ảnh × điểm ảnh)	65 536 × 65 536
Biểu diễn mẫu	8 bit cho hệ thống cơ bản 8÷12 bit cho hệ thống mở rộng DCT
Độ chính xác của quá trình lượng tử hoá và biến đổi DCT	9 bit
Phương pháp lượng tử hoá hệ DC	DPCM
Cấu trúc khối trong quá trình lượng tử hoá thích nghi	16 × 16 bit
Độ chính xác cực đại của hệ số DC	11 bit
Bảng lượng tử	Sai lệch giữa các giá trị Y và C_R , C_B
Biến đổi RLC	Mã Huffman
Hệ số cân bằng các khối	Có thể biến đổi
Bù chuyển động	Không
Quét	Tuần tự hay xen kẽ
Kênh truyền	Được quản lý lỗi

- *MPEG-1*: Tiêu chuẩn nén một ảnh động có kích thước 320x240 và tốc độ bit còn từ 1 Mb/s đến 1,5 Mbit/s dùng cho ghi hình trên băng từ và đĩa quang (CD), đồng thời truyền dẫn trong các mạng (ví dụ như mạng máy tính).

- *MPEG-2*: Tiêu chuẩn nén được sử dụng cho các ứng dụng cao hơn với tốc độ còn ≤ 10 Mbit/s để truyền tín hiệu truyền hình số thông thường. Chuẩn MPEG-2 cũng cho phép mã hoá video với hàng loạt các ứng dụng đòi hỏi có thể phân tích ảnh theo các cách khác nhau như thông tin video trên mạng ISDN sử dụng ATM.

- *MPEG-3*: Tiêu chuẩn nén tín hiệu số xuống còn ≤ 50 Mbit/s để truyền tín hiệu truyền hình có độ phân giải cao.

Năm 1992, tiêu chuẩn MPEG-3 được kết hợp với MPEG-2 dùng cho truyền hình thông thường và truyền hình có độ phân giải cao và có tên chung là MPEG-2.

- *MPEG-4*: Chuẩn này dành cho nén hình ảnh video với ít khung hình và yêu cầu làm tươi chậm. Tốc độ dữ liệu yêu cầu là 9÷40 Kbit/s. MPEG-4 hoàn thiện vào tháng 10-1998 nhằm mục đích phát triển các tiêu chuẩn mã hoá mới với tốc độ bit rất thấp.

- *MPEG-7*: Chuẩn này được đề nghị vào tháng 10-1998 và kế hoạch trở thành chuẩn quốc tế vào tháng 9-2001. MPEG-7 sẽ là chuẩn mô tả thông tin của rất nhiều loại

đa phương tiện. Mô tả này sẽ kết hợp với chính nội dung của nó cho phép khả năng tìm kiếm nhanh và hiệu quả theo yêu cầu người dùng. MPEG được gọi chính thức là "Giao thức mô tả nội dung đa phương tiện".

Tiêu chuẩn MPEG là sự kết hợp giữa nén trong ảnh và nén liên ảnh. Tức là phương pháp nén có tổn hao dựa trên biến đổi DCT và bù chuyển động. Tiêu chuẩn MPEG không biểu diễn cấu trúc bộ mã hoá một cách chính xác, chỉ đặc trưng chính xác các thuật toán nén và kích thước dòng số liệu.

b) Các cấu trúc ảnh

MPEG định nghĩa các loại ảnh khác nhau cho phép sự linh hoạt để cân nhắc giữa hiệu quả mã hoá và truy cập ngẫu nhiên. Các loại ảnh đó như sau:

- *Ảnh loại I (Intra-picture)*: Là ảnh được mã hoá riêng, tương tự như việc mã hoá ảnh tĩnh trong JPEG. Ảnh I chứa đựng dữ liệu để tái tạo lại toàn bộ hình ảnh vì chúng được tạo thành bằng thông tin của chỉ một ảnh. Ảnh I cho phép truy cập ngẫu nhiên, tuy nhiên đạt được tỉ lệ nén thấp nhất.

- *Ảnh loại P (Predicted-picture)*: Là ảnh được mã hoá có bù chuyển động từ ảnh I hoặc P phía trước (ảnh dự đoán trước). ảnh P cung cấp cho hệ số nén cao hơn ảnh I và có thể sử dụng làm một ảnh so sánh cho việc bù chuyển động cho các ảnh P và B khác.

- *Ảnh loại B (Bi-directional predicted picture)*: Là ảnh được mã hoá sử dụng bù chuyển động từ các ảnh I hoặc P ở phía trước và ở phía sau (ảnh dự đoán hai chiều). Ảnh B cho tỉ lệ nén cao nhất, bên cạnh đó việc sử dụng ảnh B còn có thêm một số ưu điểm sau:

- Giải quyết được các vấn đề thay đổi ảnh cũng như không dự báo được sự thay đổi về nội dung hình ảnh.
- Việc sử dụng bù chuyển động từ hai ảnh cho tỉ số tín hiệu trên tạp âm tốt hơn nếu như chỉ sử dụng bù chuyển động từ một ảnh.
- Vì ảnh B không sử dụng là ảnh so sánh cho các ảnh khác, nó có thể mã hoá với số lượng bit thấp và không gây lỗi trễ đường truyền.

c) Nhóm ảnh (GOP)

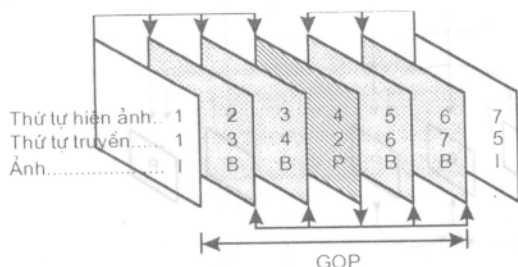
Đối với chuẩn MPEG, chất lượng ảnh không những phụ thuộc vào tỉ lệ nén trong từng khuôn hình mà còn phụ thuộc vào độ dài của nhóm ảnh. Nhóm ảnh (GOP - Group of picture) là khái niệm cơ bản của MPEG. Nhóm ảnh là đơn vị mang thông tin độc lập của MPEG.

Ta đã biết công nghệ MPEG sử dụng ba loại ảnh I, P, B. Trong đó ảnh P, B không phải là một ảnh hoàn chỉnh mà chỉ chứa sự khác biệt giữa ảnh đó và ảnh xuất hiện trước

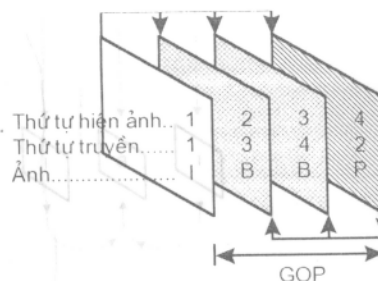
nó (đối với P) hay sự khác biệt đối với cả khuôn hình xuất hiện trước và sau nó (đối với B). Để có một khuôn hình hoàn chỉnh ảnh P và B cần có dữ liệu từ các ảnh lân cận, chính vì vậy đối với MPEG một khái niệm mới là GOP (nhóm ảnh) được sử dụng. Mỗi GOP bắt buộc phải bắt đầu bằng một ảnh hoàn chỉnh I và tiếp sau nó là một loạt các ảnh P và B. Nhóm ảnh có thể mở (Open) hoặc đóng (Closed).

Nhóm ảnh mở luôn bắt đầu từ một ảnh I và kết thúc ở một ảnh trước ảnh I tiếp theo, tức là ảnh cuối cùng của GOP dùng ảnh đầu tiên của GOP tiếp theo làm ảnh chuẩn, hình 6-27.

Trong hình 6-27, ảnh P (ảnh 4) được dự báo trước trên cơ sở ảnh I (ảnh 1). Ảnh B được dự đoán từ hai hướng, ảnh B (ảnh 2) và ảnh B (ảnh 3) được dự đoán từ hai ảnh I (ảnh 1) và ảnh P (ảnh 4). Ảnh B (ảnh 5) được dự đoán từ ảnh P (ảnh 4) và ảnh I tiếp theo (ảnh 6). Một điều chú ý ở đây là, thứ tự truyền ảnh và hiện ảnh trên màn hình là không giống nhau.



Hình 6-27. Cấu trúc GOP mở.



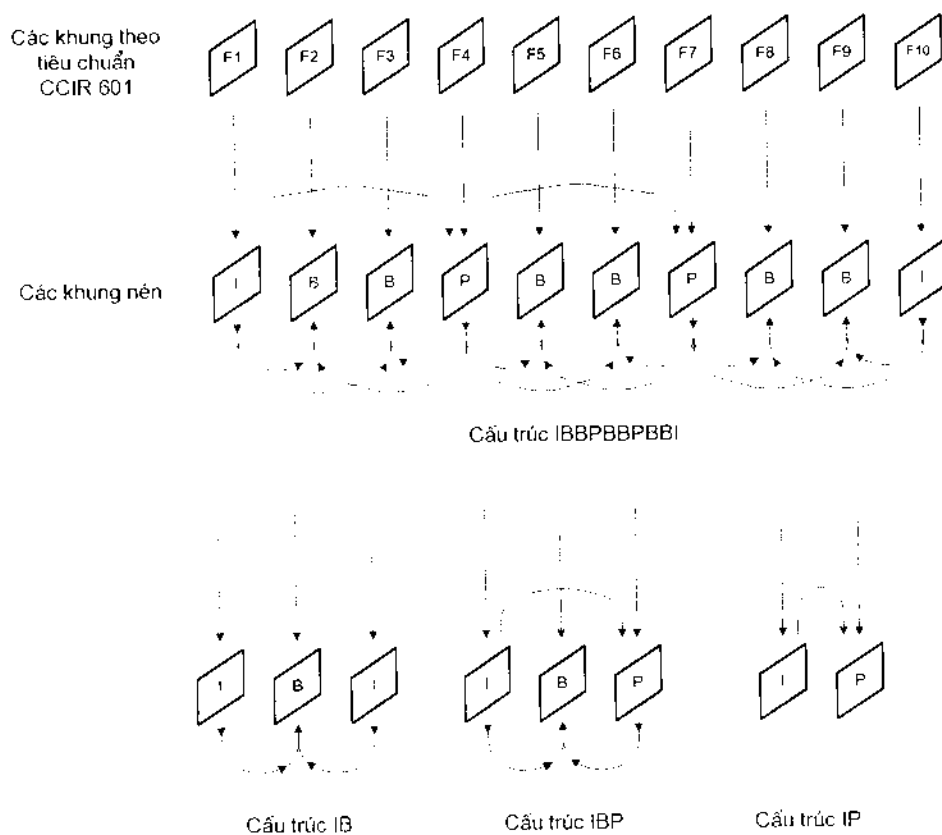
Hình 6-28. Cấu trúc GOP đóng.

Đối với cấu trúc khép kín, việc dự đoán ảnh không sử dụng thông tin của GOP khác. Trong trường hợp này, theo quy định, ảnh cuối cùng của một GOP bao giờ cũng là ảnh P, hình 6-28.

Nhóm ảnh được xác định bởi hai thông số m và n . Thông số m xác định số khung hình P và khung hình B xuất hiện giữa hai khung hình I gần nhau nhất. Số n xác định số khung B giữa hai khung P. Ví dụ về một số nhóm ảnh GOP được vẽ trên hình 6-29.

Tỉ lệ nén video của MPEG phụ thuộc rất nhiều vào độ dài của GOP. Tuy nhiên, GOP dài thường gây khó khăn cho quá trình tua, định vị, sửa lỗi v.v... Do đó tùy thuộc vào từng khâu (sản xuất, dựng, truyền dẫn, phát sóng v.v...) mà ta chọn độ dài GOP thích hợp. Trong sản xuất hậu kỳ, nếu có yêu cầu truy cập ngẫu nhiên vào bất cứ ảnh nào, điều đó cũng có nghĩa là yêu cầu dựng chính xác đến từng ảnh, GOP đương nhiên sẽ phải chỉ có duy nhất ảnh I. Trong trường hợp này tỉ số nén sẽ đạt rất thấp. Để tăng tỉ số nén cho truyền dẫn và phát sóng, trong GOP số lượng ảnh P, B sẽ phải tăng lên. Lúc này

không cho phép việc dựng hình cũng như làm các kỹ xảo trên chuỗi hình ảnh đó. Trong trường hợp này ta có thể có GOP gồm 12 ảnh.



Hình 6-29. Nhóm ảnh GOP trong các hệ thống MPEG.

d) Cấu trúc dòng bit MPEG Video

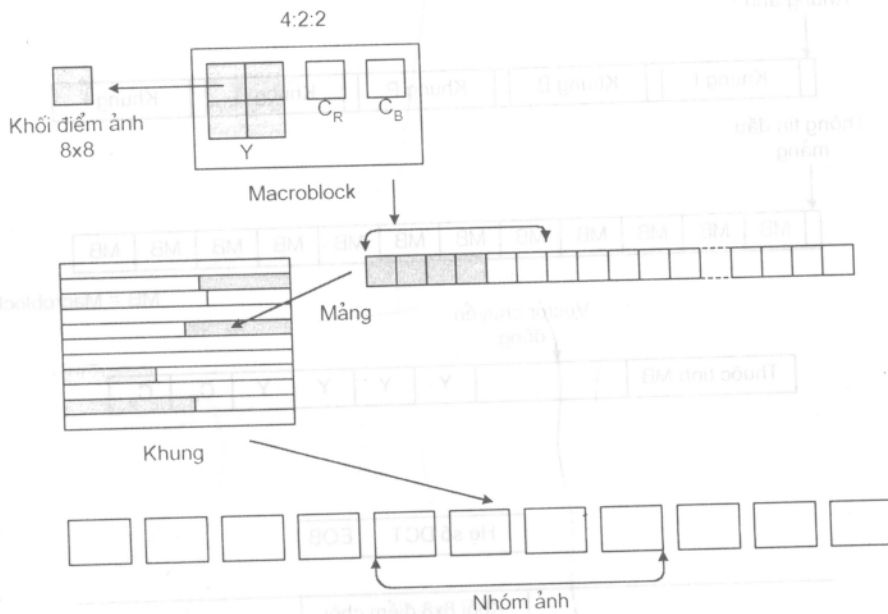
Cấu trúc số liệu video MPEG-1 và MPEG-2 bao gồm 6 lớp, được minh họa trong hình 6-30 và 6-31. Bao gồm:

- *Khối*, Khối 8×8 các điểm ảnh tín hiệu chói và tín hiệu màu dùng cho phương pháp nén DCT.

- *Tổ hợp (cấu trúc) khối (macroblock)*: Một cấu trúc khối là một nhóm các khối tương ứng với lượng thông tin chứa đựng trong kích thước 16×16 điểm trên bức ảnh. Cấu trúc khối này cũng xác định lượng thông tin chứa trong đó sẽ thay đổi tùy theo cấu trúc mẫu được sử dụng. Thông tin đầu tiên trong cấu trúc khối mang dạng của nó (là cấu trúc khối Y hay C_R , C_B) và các vector bù chuyển động tương ứng.

- *Mảng (Slice)*: Mảng bao gồm một vài cấu trúc khối kề nhau. Kích thước lớn nhất của mảng có thể bao gồm toàn bộ bức ảnh và kích thước nhỏ nhất của mảng là một cấu trúc khối. Thông tin đầu của mảng chứa đựng vị trí của mảng trong toàn bộ

ảnh, và hệ số cân bằng lượng tử. Kích thước thông tin đầu của mảng được xác định bằng số lỗi cho phép xuất hiện trong mảng đối với một ứng dụng nhất định, theo đó, bộ giải mã có thể bỏ qua các mảng có nhiều lỗi, và xác định bằng tính hiệu quả của phương pháp nén ảnh, theo đó hệ số cân bằng lượng tử có thể được điều chỉnh thường xuyên với việc sử dụng các mảng có kích thước nhỏ hơn. Hệ số DC tham chiếu, dùng trong mã hoá DPCM, sẽ được so chuẩn tại đầu mỗi mảng.

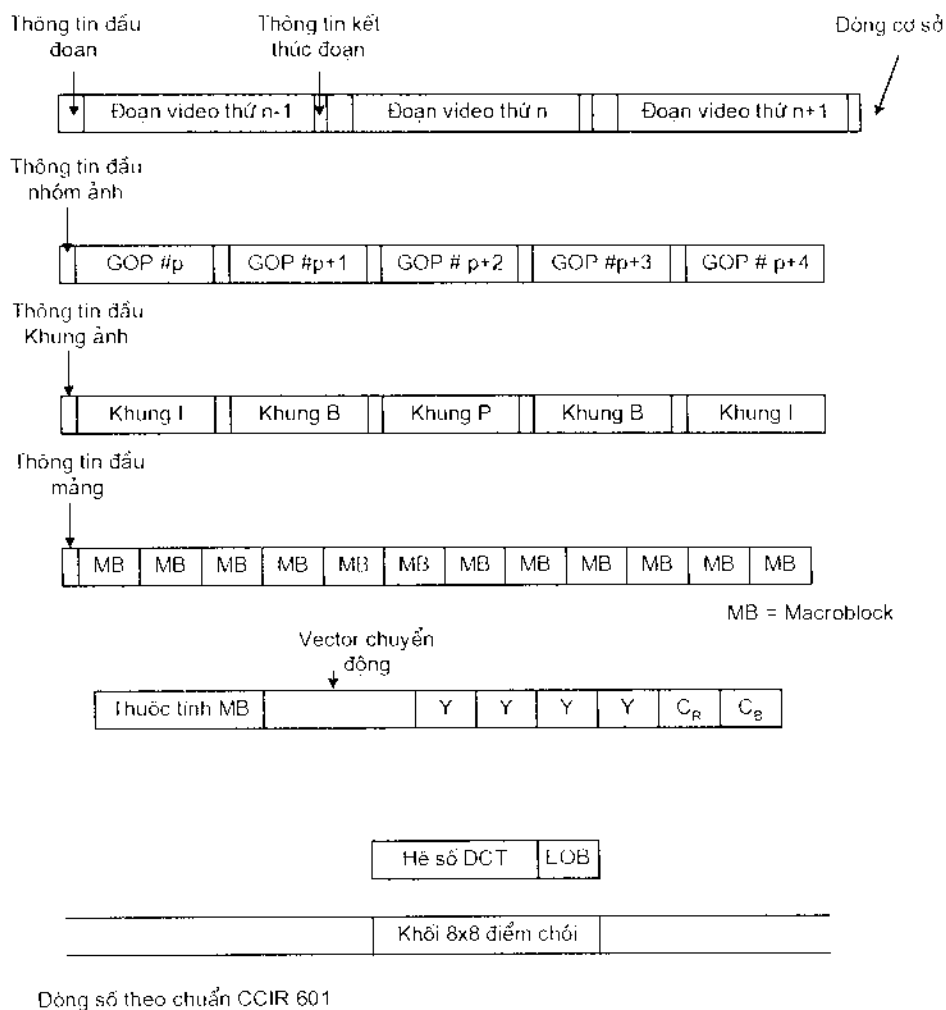


Hình 6-30. Cấu trúc dòng video MPEG.

- **Ảnh:** Lớp ảnh cho phép bộ giải mã xác định loại của ảnh được mã hoá là ảnh P, I hay ảnh B. Thông tin đầu dùng để chỉ thứ tự truyền khung để bộ giải mã có thể sắp xếp các ảnh lại theo một thứ tự đúng. Trong thông tin đầu của ảnh còn chứa các thông tin về đồng bộ, độ phân giải và phạm vi của vector chuyển động.

- **Nhóm ảnh (GOP):** Nhóm ảnh là tổ hợp của nhiều các khung I, P và B. Cấu trúc nhóm ảnh được xác định bằng hai tham số m và n . Mỗi một nhóm ảnh bắt đầu bằng một khung I và xác định điểm bắt đầu để tìm kiếm và biên tập. Thông tin đầu gồm 25 bit chứa mã định thời và điều khiển.

- **Đoạn (chương trình) video:** Đoạn video bao gồm thông tin đầu, một số nhóm ảnh và thông tin kết thúc đoạn. Thông tin đầu của đoạn video chứa đựng kích thước mỗi chiều của ảnh, kích thước của điểm ảnh, tốc độ bit của dòng video số, tần số ảnh và bộ đệm tối thiểu cần có. Đoạn video và thông tin đầu tạo thành một dòng bit được mã hoá gọi là dòng cơ bản (Elementary Stream).

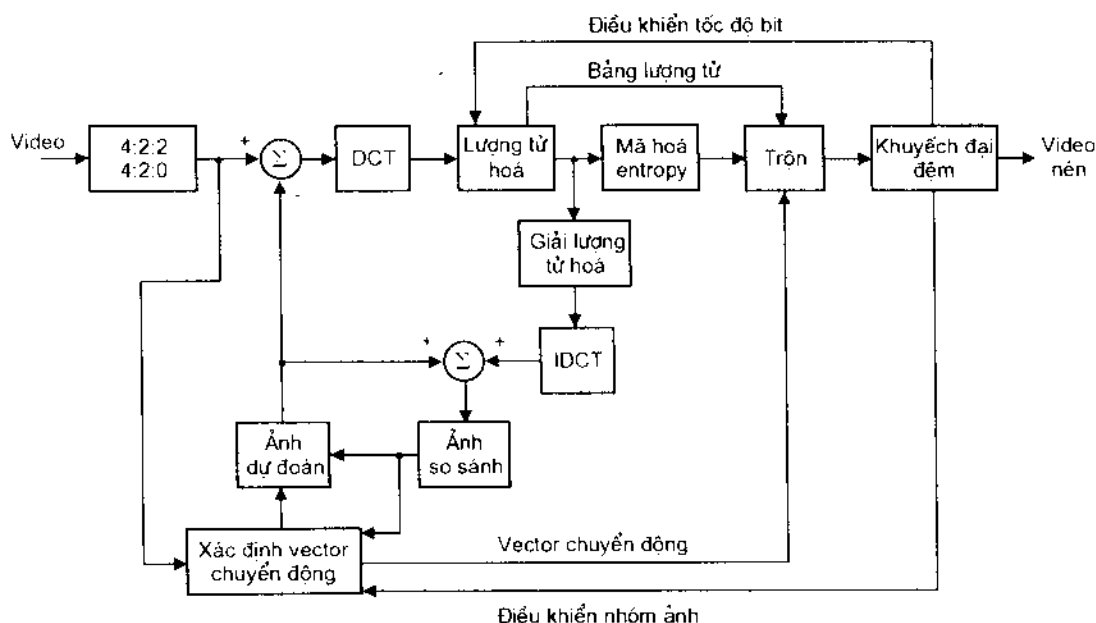


Hình 6-31. Cấu trúc số liệu nén ảnh MPEG.

e) Nguyên lý nén MPEG

Hình 6-32 đưa ra một sơ đồ nguyên lý chung theo chuẩn MPEG. Với các loại ảnh như đã nói trên, việc mã hoá theo loại nào là tùy thuộc vào nhà thiết kế, vì vậy cấu trúc thực tế của các bộ mã hoá MPEG có một số điểm khác so với sơ đồ hình 6-32.

Cách hoạt động của bộ mã hoá, phụ thuộc vào loại hình ảnh, là mã hoá tại thời điểm đang xét. Ta thấy rằng nén MPEG là sự kết hợp giữa nén trong ảnh và nén liên ảnh. Dạng thức đầu vào là Rec-601 4:2:2 hoặc 4:2:0 được nén liên ảnh trước tạo ra được ảnh khác biệt ở đầu ra bộ cộng, ảnh này sau đó lại được nén trong ảnh qua các bước: biến đổi DCT, lượng tử hoá, mã hoá. Cuối cùng ảnh này được trộn cùng với vector chuyển động đưa đến bộ khuếch đại đệm sẽ thu được ảnh đã nén. Ta xét ví dụ bộ nén trên dùng ảnh I và P trong cấu trúc GOP.



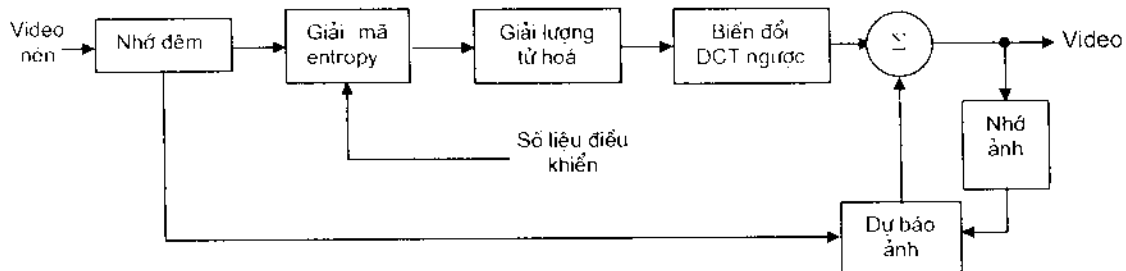
Hình 6-32. Sơ đồ khối quá trình mã hoá MPEG.

Ảnh thứ nhất trong nhóm phải được mã hoá như ảnh loại I. Trong trường hợp này, sau khi lấy mẫu lần đầu, tín hiệu video được truyền đến block biến đổi DCT cho các MB riêng, sau đó đến block của bộ lượng tử hoá và mã hoá entropy. Tín hiệu ra từ bộ lượng tử hoá được đưa đến bộ lượng tử hoá ngược và biến đổi DCT ngược, sau đó được lưu vào bộ nhớ ảnh. Bộ nhớ ảnh bao gồm ảnh xuất hiện trong bộ giải mã sau khi giải mã ảnh truyền loại I.

Trong trường hợp mã hoá ảnh loại P, mạch nén chuyển động làm việc. Trên cơ sở so sánh ảnh đang xét và ảnh trong bộ nhớ, sẽ xác định được các vector chuyển động, sau đó dự báo ảnh. Sự chênh lệch giữa ảnh đang xét và dự báo ảnh của nó lại được biến đổi DCT, lượng tử hoá và mã hoá entropy. Cũng như trong trường hợp các ảnh loại I, tín hiệu ra từ bộ lượng tử hoá được giải lượng tử hoá và biến đổi DCT ngược rồi cộng với dự báo ảnh đang xét và lưu vào bộ nhớ. Bằng cách này, luôn luôn trong bộ nhớ tồn tại ảnh như vậy giống như bộ giải mã giải mã ra ảnh đang xét.

Tốc độ bit của tín hiệu video được nén không cố định, phụ thuộc vào nội dung ảnh đang xét (ví dụ một phần nén ít hơn hoặc nhiều hơn). Ngược lại, tại đầu ra bộ mã hoá, dòng bit phải cố định để xác định tốc độ cho dung lượng kênh truyền. Do đó, tại đầu ra bộ mã hoá phải có bộ nhớ đệm đủ lớn. Bộ mã hoá phải kiểm tra trạng thái đầy của bộ nhớ đệm. Khi số liệu trong bộ nhớ đệm gần bằng dung lượng cực đại, thì các hệ số biến đổi DCT được lượng tử hoá ít chính xác hơn. Trong trường hợp ngược lại, có nghĩa là bộ nhớ đệm chứa số liệu quá ít, thì việc lượng tử hoá các hệ số sẽ tăng lên.

Quá trình giải mã, theo lý thuyết, là ngược lại với quá trình mã hoá và được minh hoạ trên hình 6-33.



Hình 6-33. Giải mã MPEG.

Giai đoạn 1 là tách mã hoá entropy ra. Sau đó tách số liệu ảnh (hệ số biến đổi DCT) ra khỏi các vector chuyển động. Số liệu sẽ được giải lượng tử hoá và biến đổi DCT ngược. Trong trường hợp ảnh loại I bắt đầu ở mỗi nhóm ảnh trong chuỗi, sẽ nhận được ảnh đầu ra hoàn chỉnh bằng cách trên. Nó được lưu trong bộ nhớ ảnh và được sử dụng để giải mã các ảnh tiếp theo.

Trong trường hợp ảnh loại P sẽ thực hiện giải lượng tử hoá và biến đổi DCT ngược với việc sử dụng các vector chuyển động và lưu vào bộ nhớ ảnh sớm hơn. Trên cơ sở đó, xác định được dự báo ảnh đang xét. Ta nhận được ảnh ra sau khi cộng dự báo ảnh và kết quả biến đổi DCT ngược. Ảnh này cũng được lưu vào bộ nhớ để có thể sử dụng như là chuẩn khi giải mã các ảnh tiếp theo.

6-9. TIÊU CHUẨN NÉN MPEG-2

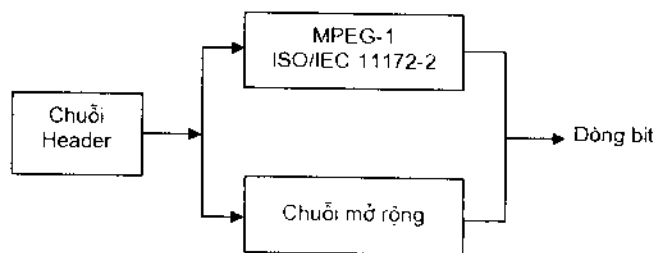
MPEG-2 là dự án giai đoạn 2 của uỷ ban ISO/IEC MPEG. MPEG-2 hướng tới các ứng dụng rộng rãi hơn và có tốc độ bit cao hơn MPEG-1, bao gồm điện tử viễn thông và truyền hình số thế hệ kế tiếp. Nội dung kỹ thuật đã được đúc kết vào 11/1993 thành dự thảo ISO/IEC 13818 tên gọi "Mã hoá chung ảnh động và audio đi kèm" gồm ba phần chính: Hệ thống; Video; Thử nghiệm. Phần 2 là phần mã hoá video hoàn thành với sự cộng tác chung của nhóm MPEG và nhóm chuyên gia về mã hoá video ATM trong ITU-T3G15, do đó được gọi là khuyến cáo ITU-T362. MPEG-2 được tiến hành ngay sau MPEG-1, nhằm hỗ trợ việc truyền video số tốc độ bit lớn hơn 4Mbit/s, bao gồm các ứng dụng DSM (phương tiện lưu trữ số), các hệ thống TV hiện tại (PAL, NTSC, SECAM), cáp, thu lượng tín tức điện tử, truyền hình trực tiếp từ vệ tinh, HDTV (truyền hình mở rộng), HDTV (truyền hình độ phân giải cao) v.v...

1. Cấu trúc dòng bit video MPEG-2

Cấu trúc dòng bit video MPEG-2 có dạng phân lớp và là sự mở rộng cú pháp của cấu trúc MPEG-1. Trước hết nó bao gồm các chức năng của MPEG-1, có nghĩa là chúng tương hợp với nhau. Do đó có hai hướng đi trong dòng bit MPEG-2, hình 6-34, cho phép hoặc theo quy trình của MPEG-1, hoặc theo các trúc năng mở rộng thêm riêng của MPEG-2.

Người thiết kế có thể lựa chọn 1 trong 2 hướng đi, nhưng hướng mở rộng phải thể hiện mọi ích lợi của MPEG-1, chấp nhận mức độ phức tạp cao.

Một trong những khác biệt chính giữa hai tiêu chuẩn MPEG-2 và MPEG-1 là ở chỗ MPEG-2 có khả năng xử lý chuỗi video xen kẽ, ví dụ như dạng thức ITU-R601. Sơ đồ mã hoá có thể thích nghi với sự lựa chọn field hoặc frame, trong đó MPEG-1 chỉ có một mode cố định.



Hình 6-34. Hai hướng đi trong củ pháp dòng bit MPEG-2.

Hình 6-35 chỉ ra cấu trúc dòng bit

video MPEG-2. Một số đặc điểm khác là tính cơ giản, tính tương hợp, tính phục hồi lỗi và mã hoá video độ phân giải cao.

- Chuỗi video được mã hoá bắt đầu bằng Sequence Header, sau đó là chuỗi mở rộng (nếu có) và các nhóm ảnh. Nếu phần chuỗi mở rộng (Sequence extension) không được xác định (không có mã báo có thành phần mở rộng), các lớp tiếp theo khi đó sẽ thực hiện một quy trình giống như MPEG-1 và đó là tương hợp thuận. Khi có thêm phần mở rộng thì phải có thêm các đặc tính mở rộng để mã hoá hữu hiệu hơn.

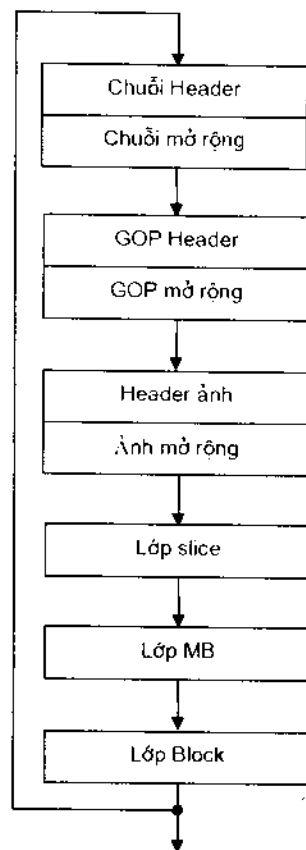
- Header của nhóm ảnh (GOP) có chức năng tương tự như Header của MPEG-1 và không có chức năng đặc biệt trong extension header của GOP. Các thông số quan trọng dùng để mã hoá ảnh mở rộng được định nghĩa trong extension header của ảnh. Vì có hai loại ảnh, liên tục và xen kẽ nên cấu trúc ảnh cần phải được xác định rõ field trên hay field dưới hoặc frame.

- Các lớp dưới slice không bị ảnh hưởng đáng kể. Slice bao gồm tất cả các MB trong một ảnh. Cấu trúc slice tổng quát không cần mã hoá các vùng nhất định nào đó trên ảnh (không có slice tồn tại trong vùng này) cũng là một bộ phận của extension MPEG-2.

2. Đặc tính và mức

Nén MPEG-2 có một chuỗi các mức (Level) và đặc tính (Profile), được dùng cho nhiều ứng dụng khác nhau.

Cấu trúc tín hiệu số trong tiêu chuẩn MPEG-2 rất



Hình 6-35. Cấu trúc dòng bit video MPEG-2

phức tạp. Việc sử dụng tiêu chuẩn MPEG-2 không phải lúc nào cũng cần thiết hoặc có ý nghĩa. Vì thế dẫn đến việc phân chia cấu trúc thành các tập con gọi là các profiles. Trong phạm vi mỗi profile chỉ cho phép sử dụng các phần của các phần tử vừa phải trong cấu trúc tín hiệu đầy đủ. Có 5 định nghĩa về profile:

- Simple profile (profile đơn giản): Số bước nén thấp nhất, chỉ cho phép mã hoá các ảnh loại I hoặc P; việc tách các ảnh loại B sẽ làm giảm bộ nhớ dùng cho giải mã chuỗi.
- Main profile (profile chính): Cho phép sử dụng tất cả các loại ảnh, nhưng không tạo các mức bất kỳ. Chất lượng tốt hơn profile đơn giản nhưng tốc độ bit không thay đổi.
- SNR profile scalable (profile phân cấp theo SNR): Tiêu chuẩn MPEG-2 cho phép phân cấp theo tỷ số tín hiệu trên tạp âm. Tính phân cấp theo tỷ số tín hiệu trên tạp âm có nghĩa là chất lượng hình ảnh và tỷ số tín hiệu trên tạp âm có tính thoả hiệp.

Chuỗi ảnh có thể chia thành hai lớp phân biệt nhau về chất lượng. Các lớp thấp bao gồm ảnh có chất lượng cơ sở, lớp cao bao gồm các lớp hoàn thiện hơn đối với lớp thấp hơn, cho phép khôi phục cùng ảnh đó nhưng chất lượng tốt hơn. Lớp thấp hơn, ví dụ chứa tín hiệu video theo chuẩn 4:2:0, còn lớp cao hơn với tín hiệu video trong chuẩn 4:2:2. Có thể mã hoá kênh khác nhau cho các lớp riêng. Trong trường hợp này lớp dưới bảo vệ sai số truyền tốt, bao gồm tín hiệu video có chất lượng thấp hơn (ví dụ lượng tử hoá với độ chính xác thấp). Còn lớp cao hơn thì lớp bảo vệ cho phép khôi phục lại tín hiệu video với độ chính xác đầy đủ thông số kênh truyền hoặc bộ mã hoá.

- Spatially Scalable profile (Phân cấp theo không gian): Tính phân cấp theo không gian có nghĩa là có sự thoả hiệp đối với độ phân giải. Chuỗi ảnh được chia ra thành hai lớp tương ứng với các độ phân giải khác nhau của ảnh. Lớp thấp hơn bao gồm ảnh có độ phân giải thấp ví dụ như truyền hình tiêu chuẩn, lớp cao hơn bao gồm ảnh có độ phân giải cao hơn ví dụ như truyền hình độ phân giải cao (HDTV).

- High profile (profile cao): Cho phép đối với cả hai hai loại thang mức và chuẩn 4:2:2 của tín hiệu video. Nó bao gồm toàn bộ các công cụ của Profile trước cộng thêm khả năng mã hoá các tín hiệu màu khác nhau cùng một lúc. Hay nói đúng hơn là "High profile" là một hệ thống hoàn hảo được thiết kế cho toàn bộ các ứng dụng mà không bị giới hạn bởi tốc độ bit cao.

Vấn đề hạn chế các mức có liên quan đến độ phân giải cực đại của ảnh. Có 4 mức hạn chế sau:

- Low level (mức thấp): Ứng với độ phân giải của MPEG-1, có nghĩa là bằng 1/4 độ phân giải truyền hình tiêu chuẩn.
- Main level (mức chính): Độ phân giải của truyền hình tiêu chuẩn.
- High-1440 level (mức cao 1440): Độ phân giải của HDTV với 1440 mẫu/dòng.

- High level (mức cao): Độ phân giải HDTV với 1920 mẫu/dòng.

Bảng 6-4. Bảng thông số chính profile và level của tín hiệu chuẩn MPEG-2

Profile Level	Đơn giản (Simple)	Chính (Main)	Phân cấp theo SNR	Phân cấp theo không gian	Cao (High)
Thấp (Low)		4:2:0 352x288 4 Mbit/s	4:2:0 352x288 4 Mbit/s I, P, B		
Chính (Main)	4:2:0 720x576 15 Mbit/s I, P	4:2:0 720x576 15 Mbit/s I, P, B	4:2:0 720x576 15 Mbit/s I, P, B		4:2:0 720x576 20 Mbit/s I, P, B
Cao- 1440 (High- 1440)		4:2:0 1440x1152 60 Mbit/s I, P, B		4:2:0 1440x1152 60 Mbit/s I, P, B	4:2:0, 4:2:2 1440x1152 80 Mbit/s I, P, B
Cao (High)		4:2:0 1920x1152 80 Mbit/s I, P, B			4:2:0, 4:2:2 1920x1152 100 Mbit/s I, P, B

Kết hợp 4 level và 5 profile ta được tổ hợp 20 khả năng và hiện nay đã có 11 khả năng được ứng dụng như bảng 4.13 (theo tài liệu của Tektronic). Trong các ô của bảng 6-4, lần lượt từ trên xuống là: Tỷ lệ lấy mẫu (4:2:0 hoặc 4:2:2); Dòng dưới ghi điểm ảnh theo chiều ngang x theo chiều dọc; Dòng dưới nữa là vận tốc cao nhất của dòng dữ liệu sau khi nén; Dòng cuối cùng là các loại ảnh sử dụng để nén.

Với MPEG-2 MP@ML có thể nén tín hiệu truyền hình xuống còn 3,5 Mbit/s, rất phù hợp và đáp ứng được tính kinh tế cho phát quảng bá các chương trình truyền hình tiêu chuẩn (SDTV). Còn đối với HDTV thì sử dụng MPEG-2 MP@HL và MPEG-2 4:2:2P@HL.

3. MPEG-2 4:2:2P@ML

Trong bảng 6-4 các chuẩn đều lấy mẫu theo chuẩn 4:2:0 và cho tốc độ bit thấp rất phù hợp cho công đoạn truyền dẫn, phát sóng. Tuy nhiên nó không thoả mãn yêu cầu chất lượng cho công đoạn sản xuất hậu kỳ. Chuẩn 4:2:0 không thể cho một hình ảnh có chất lượng studio sau một vài thế hệ gia công tín hiệu bởi phép nội suy tín hiệu hiệu

màu. Sử dụng tốc độ bit 15 Mbit/s với GOP nhỏ chất lượng hình ảnh sẽ kém, GOP lớn sẽ gây khó khăn cho tất cả các thiết bị có chuyển đổi tín hiệu trong thời gian xoá màn hình. Từ năm 1994 nhiều nhà sản xuất và sử dụng thấy cần phải có tiêu chuẩn MPEG-2 4:2:2P@ML (Profiles, Main levels) với tốc độ bit đạt 50 Mbit/s có thể đáp ứng được nhu cầu chất lượng trong các ứng dụng chuyên nghiệp.

Tháng 1/1996, MPEG-2 4:2:2P@ML trở thành tiêu chuẩn quốc tế. Nó hơn hẳn MPEG-2 MP@ML trên nhiều khía cạnh: Tốc độ bit bằng 50 Mbit/s và có thể đáp ứng được cả hai chuẩn video 4:2:2 và 4:2:0. Hệ thống này có đặc điểm chính sau đây:

- Có độ mềm dẻo cao và tính khai thác hỗn hợp. Có khả năng giải mã trong phạm vi 15÷50 Mbit/s với bất kỳ loại phối hợp nào giữa các ảnh I, P và B.

- Chất lượng cao hơn MP@ML.
- Độ phân giải màu tốt hơn MP@ML.
- Xử lý hậu kỳ sau khi nén và giải nén.
- Nén và giải nén nhiều lần.
- Nhóm ảnh nhỏ, thuận tiện cho công nghệ dựng hình.
- Có khả năng biểu thị tất cả các đồng tích cực của tín hiệu video.
- Có khả năng biểu thị thông tin trong khoảng thời gian soá màn hình.

6-10. KỸ THUẬT NÉN AUDIO

Các kỹ thuật mã hoá nguồn cũng được sử dụng nhằm làm giảm lượng thông tin dư thừa trong tín hiệu audio, các kỹ thuật che sử dụng cảm nhận âm thanh cho phép loại bỏ các phần tín hiệu không thể nghe được sẽ tạo nên các phương pháp nén dòng tín hiệu audio trong hệ thống chung.

Các kỹ thuật nén số liệu audio chính bao gồm:

- *Mã hoá dự đoán trong miền thời gian*: Phương pháp này sử dụng mã hoá sai số giữa các mẫu liên nhau. Thông tin audio sẽ được biểu diễn và truyền đi bằng dòng bit với tốc độ được giảm xuống.

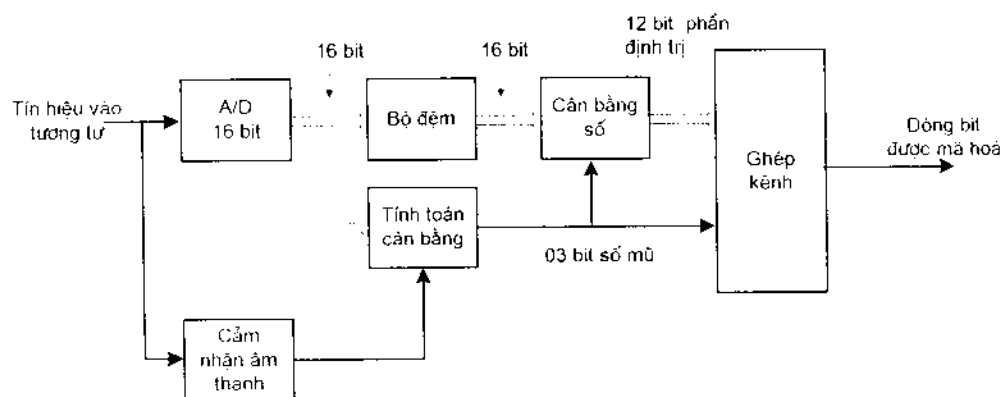
- *Mã biến đổi trong miền tần số*: Kỹ thuật này sử dụng các khối mẫu audio PCM tuyến tính từ miền thời gian sang các dải băng tần khác nhau trong miền tần số.

1. Phương pháp nén không mất thông tin

Nén không mất thông tin cho phép phục hồi lại các bit đúng như ban đầu sau khi tiến hành giải nén. Phương pháp này loại bỏ các dư thừa thống kê tồn tại trong

tín hiệu audio bằng cách dự đoán trước giá trị tín hiệu từ các mẫu trước. Hệ số nén của phương pháp này có thể đạt được là 2:1 cho các tín hiệu audio phức tạp.

Nén không mất thông tin dựa chủ yếu vào các kỹ thuật mã hoá dự đoán trong miền thời gian: các thuật toán DPCM hay ADPCM, mã hoá entropy.v.v.. được sử dụng cho mục đích này. Ngoài ra nén audio còn sử dụng khối các hệ thống điểm di động.



Hình 6-36. Hệ thống mã hoá điểm động khối số liệu audio.

Trong hệ thống này, các giá trị nhị phân từ quá trình biến đổi A/D được nhóm thành từng khối số liệu, trong cả miền thời gian (tại đầu ra bộ A/D) và trong miền tần số (tại đầu ra bộ biến đổi DCT). Các giá trị nhị phân trong một khối số liệu được cân bằng sao cho giá trị lớn nhất không vượt quá giá trị cho phép. Hệ số cân bằng này chung cho tất cả các giá trị trong khối.

Như vậy, mỗi giá trị được biểu diễn bằng một phần định trị-chính là giá trị mẫu- và một hệ số mũ thích hợp với biên độ mẫu. Đây là một quá trình lượng tử hoá không đều trong đó bước lượng tử được xác định bằng số các bit trong một khối. Số các bit phụ thuộc và khả năng cảm nhận âm thanh của người, như trong hình 6-36. Số liệu theo đó được giảm bằng cách gửi đi giá trị mũ trên mỗi khối số liệu.

2. Phương pháp nén có mất thông tin

Nén có mất thông tin phối hợp một số các kỹ thuật nén và tính chất cảm thụ âm thanh của tai người nhằm để tìm ra các thành phần phổ không nghe thấy trong tập hợp tín hiệu âm thanh. Hệ số nén của phương pháp này có thể đạt từ 2:1 đến 20:1 phụ thuộc vào độ phức tạp của quá trình mã hoá và yêu cầu chất lượng âm thanh sau khi giải nén.

Các hệ thống nén có mất thông tin là kỹ thuật nén có tính chất cảm thụ. Nguyên lý chung là loại bỏ các thành phần không cảm thụ được trong tín hiệu audio. Các kỹ thuật sử dụng trong nén audio có mất thông tin bao gồm: kỹ thuật masking (che) các thành phần tín hiệu trong miền thời gian và miền không gian; che lỗi lượng tử tại các hài cơ gây cảm thụ âm thanh sao cho mức lỗi nhỏ hơn mức che; mã hoá

phối hợp ứng dụng cho hệ thống audio nhiều kênh. Trong hệ thống mã hoá phối hợp, thông tin trùng hợp giữa các kênh truyền được loại bỏ. Chúng chỉ được mã hoá một lần và khi mã hoá chúng được chỉ rõ sẽ lặp lại trên kênh xác định nào.

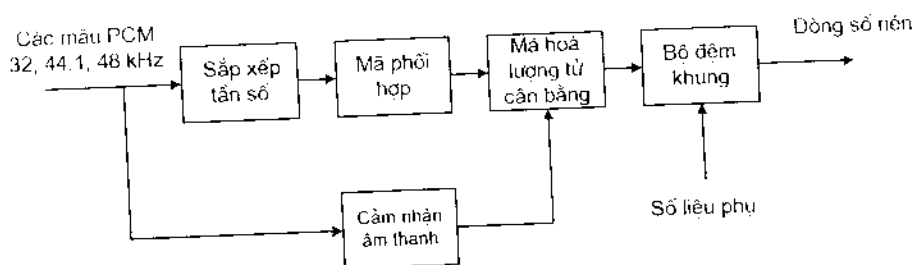
3. Tiêu chuẩn nén audio MPEG-1

Tiêu chuẩn nén audio MPEG-1 được phát triển trên cơ sở phối hợp của chuẩn ISO/IEC 11172 nhằm tạo ra một hệ thống nén video và audio để lưu giữ chương trình với tốc độ 1.5 Mbit/s. Thành phần audio theo tiêu chuẩn này xác định ba lớp để mã hoá tín hiệu PCM với tần số lấy mẫu bằng 32, 44,1 và 48 kHz. Bộ mã hoá và giải mã MPEG audio được vẽ trên hình 6-37.

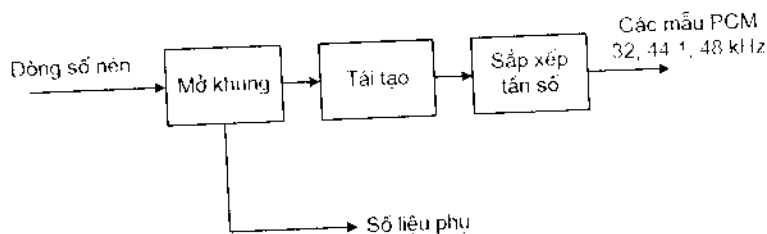
Ba lớp của tiêu chuẩn MPEG audio đáp ứng cho các chế độ khác nhau bao gồm:

- *Chế độ mono*: chỉ có một kênh audio
- *Chế độ dual mono*: Có hai kênh audio độc lập
- *Chế độ stereo*: Các kênh âm thanh nổi
- *Chế độ joint stereo*: Phối hợp quan hệ giữa các kênh âm thanh nổi

Đặc tính của các lớp I, II, III nén MPEG audio được xác định các tham số khác nhau về tốc độ dòng số sau khi nén, số mẫu trong một khối đầu vào cho một kênh, cấu trúc thời gian khung, phương pháp dự đoán và các chế độ làm việc.

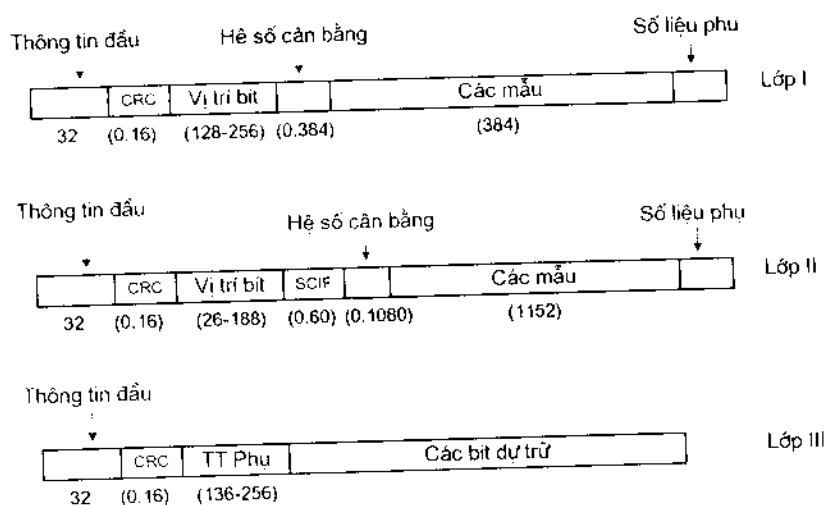


a) Cấu trúc bộ mã hoá audio MPEG



b) Cấu trúc bộ giải mã audio MPEG

Hình 6-37. Bộ mã hoá và giải mã audio MPEG.



Hình 6-38. Dạng dòng số liệu của các lớp audio MPEG.

Lớp I với tương tốc độ số 32 đến 448 Kbit/s, sử dụng chủ yếu trong các băng ghi số. Lớp II với tương tốc độ số 32 đến 384 Kbit/s, sử dụng chủ yếu trong đĩa CD, và các tiêu chuẩn nén audio số trong truyền thông đa phương tiện. Lớp III của nén audio MPEG có tốc độ từ 32 đến 320 Kbit/s thường sử dụng trong các ứng dụng nén với hệ số nén cao như mạng ISDN băng hẹp, truyền thông từ xa, đường truyền vệ tinh và qua mạng Internet. Cấu trúc của các lớp MPEG audio I, II và III được vẽ trên hình 6-38.

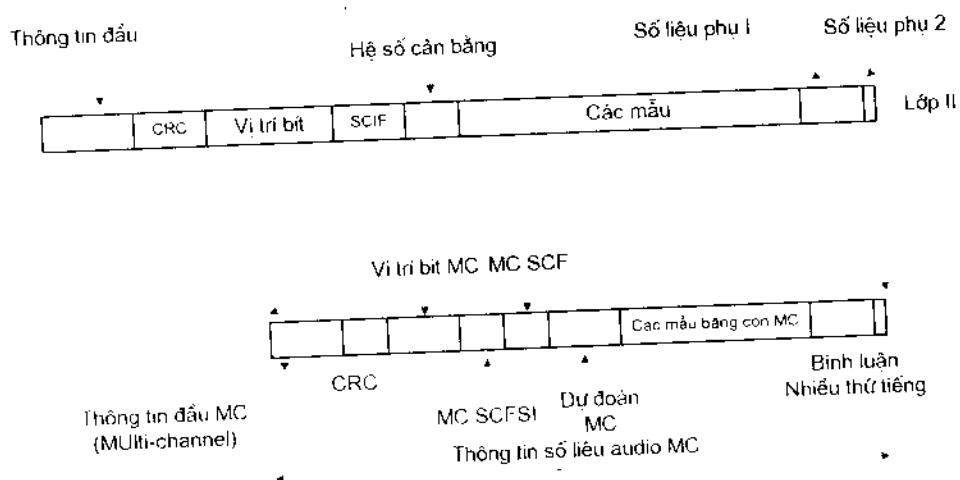
4. Tiêu chuẩn nén audio MPEG-2

Nén MPEG-2 cho audio là tiêu chuẩn mở rộng của MPEG-1 để cho các ứng dụng mới. Tiêu chuẩn nén MPEG-2 audio có thể áp dụng cho nhiều tốc độ khác nhau từ 32 đến 1066 Kbit/s, với chất lượng âm thanh biến đổi tùy theo ứng dụng. Khung MPEG-2 audio được chia làm hai phần, một dòng bit cơ bản tương thích với chuẩn MPEG-1 (384 Kbit/s cho lớp II) và một dòng bit mở rộng. Với lớp III, tại tốc độ 64 Kbit/s cho một kênh audio, quá trình mã hoá có thể phối hợp 5 kênh audio để tạo thành dòng bit có tốc độ 320 Kbit/s.

Mã hoá MPEG-2 audio cho phép nén đồng thời 0 kênh, trong đó có một kênh sử dụng tín hiệu audio tần số thấp, nhằm phục vụ cho các chương trình mang hiệu ứng âm thanh đặc biệt.

Để đạt được các kết quả trên, mỗi lớp tương ứng sẽ được mở rộng với các tính chất khác. Tần số lấy mẫu có thể được giảm còn một nửa mức tần số lấy mẫu của chuẩn nén MPEG-1, tức là 16; 22,05 hoặc 24 kHz).

Nén MPEG-2 audio cho khả năng sử dụng nhiều kênh (tốc độ bit mở rộng của các kênh có thể lên đến 1 Mbit/s phục vụ cho các ứng dụng tốc độ cao). Các số liệu được chèn vào khoảng chứa số liệu phụ của cấu trúc khung audio MPEG-2 như trong hình 6-39.



Hình 6-39. Sự mở rộng MPEG-2 trong dòng MPEG-1.

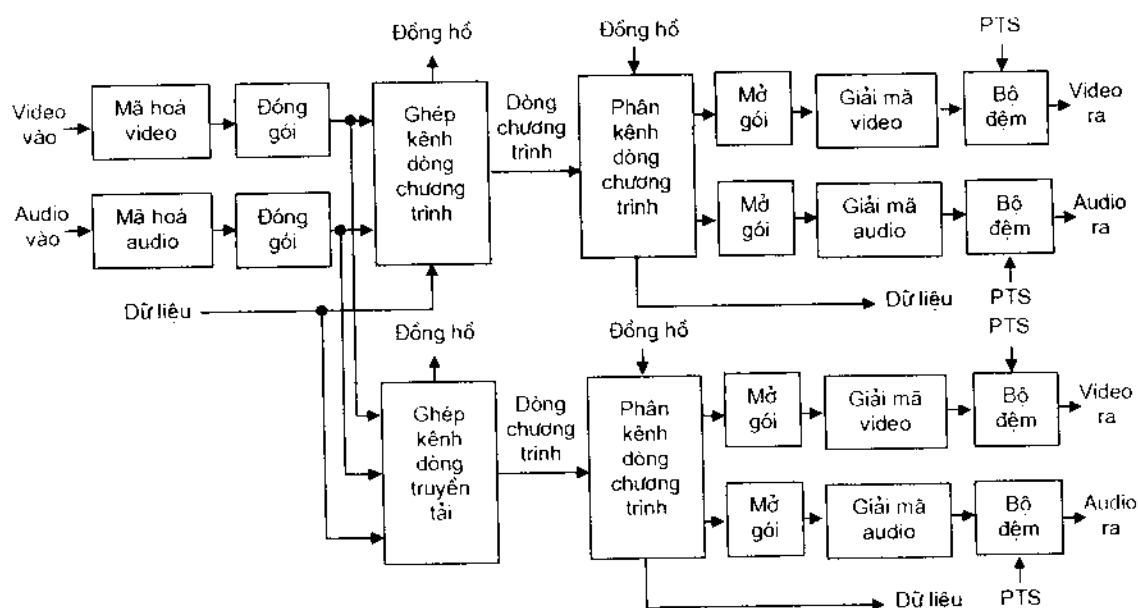
Chương 7

TRUYỀN DẪN TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH SỐ

7-1. HỆ THỐNG GHÉP KÊNH VÀ TRUYỀN TẢI

1. Hệ thống truyền tải MPEG-2

Năm 1994, ISO/IEC đã chuẩn hoá hệ thống truyền tải theo chuẩn MPEG-2 (ghép kênh video, audio, dữ liệu phụ .v.v...) được chỉ ra trong hình 7-1.



Hình 7-1. Hệ thống truyền tải MPEG-2.

a) Mã hoá

Tín hiệu video số dạng thức CCIR-601 sau khi nén MPEG-2 có dạng một dòng dữ liệu cơ sở video (Elementary Stream - ES) với chiều dài gần như vô tận và chỉ chứa những thông tin tối cần thiết để có thể khôi phục lại hình ảnh ban đầu.

Tương tự, bộ mã hoá audio mã hoá tín hiệu audio số dạng thức AES/EBU (Tần số lấy mẫu 48 kHz, số bit mẫu 24 bit và tốc độ bit là 1152 Kbit/s) thành dòng cơ sở audio (audio ES) có chiều dài tùy ý.

Để có thể truyền với độ tin cậy cao, các dòng cơ sở video, audio được đóng gói lại thành các dòng cơ sở đóng gói PES (Packetized ES) tương ứng với các gói có độ dài thay đổi. Mỗi gói PES gồm một header và số liệu của các dòng cơ sở. Các gói PES này được ghép kênh với nhau tạo ra dòng truyền tải TS (Transport Stream) hoặc dòng chương trình.

b) Giải mã

Gồm các quy trình ngược lại. Dòng truyền tải hay dòng chương trình được phân kênh để trả lại các dòng gói cơ sở đóng gói, rồi được mở gói để trả lại các dòng cơ sở video, audio, dữ liệu v.v. Các dòng cơ sở ES này sau đó được giải mã để trả lại tín hiệu video số, audio số v.v. Việc phát lại các dòng audio, video cũng được kiểm soát bởi các "nhãn thời gian trình diễn" PTS. Các nhãn thời gian trình diễn này được truyền đi trong dòng ghép kênh MPEG-2.

c) Đồng bộ

Đối với các thông tin đa phương tiện, cũng như đối với các tín hiệu truyền hình, việc duy trì đồng bộ chính xác giữa các dòng cơ sở khi chúng được giải mã và được truyền qua các thiết bị chuyển đổi hay thiết bị hiển thị khác nhau là vấn đề rất quan trọng. Đối với các bộ ghép kênh phân chia thời gian, thời gian trễ giữa bộ mã hoá và bộ giải mã thường có giá trị không đổi. Tuy nhiên, trong các hệ thống ghép kênh gói như MPEG-2, thời gian trễ phải thay đổi theo sự thay đổi độ dài gói (nếu có) và tần số ghép kênh. Hơn nữa, nếu video và audio được xử lý, dàn dựng một cách tách biệt nhau trước khi ghép kênh thì cần thiết phải có phương pháp phục hồi lại đồng bộ một cách chính xác. Trong hệ thống ghép kênh MPEG-2, đồng bộ được thực hiện thông qua các nhãn thời gian (Time Stamps) và các chuẩn đồng hồ (Clock Reference).

+ Chuẩn đồng hồ

Đồng hồ được sử dụng tại bộ ghép kênh và bộ giải mã không đo thời gian theo giờ, phút, giây mà đo thời gian theo đơn vị của 27 MHz, được biểu diễn theo số nhị phân 42 bit.

Trong dòng chương trình, thông tin về đồng bộ được truyền đi tối thiểu 0,7 giây một lần, được gọi là chuẩn đồng hồ hệ thống (System Clock Reference). Còn trong truyền tải, thông tin về đồng bộ được truyền đi tối thiểu 0,1 giây một lần và được gọi là chuẩn đồng hồ chương trình (Programme Clock Reference). Các chương trình trên cùng một dòng truyền tải có thể sử dụng các chuẩn đồng hồ chương trình khác nhau.

+ Nhãn thời gian

Nhãn thời gian là một giá trị nhị phân 32 bit, được biểu diễn theo đơn vị của 90 KHz. Có hai loại nhãn thời gian là:

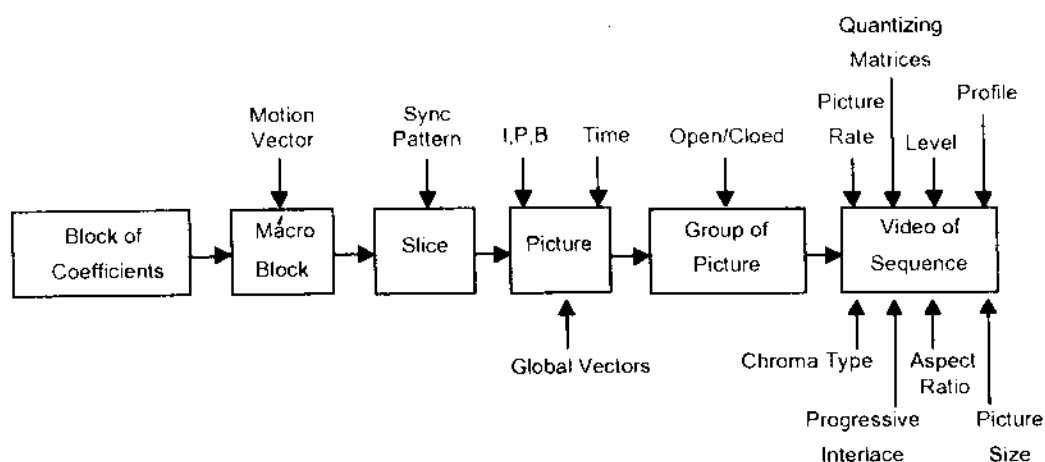
- Nhãn thời gian trình diễn (Presentation Time Stamps - PTS) là loại nhãn thời gian cơ bản dùng để chỉ định thời điểm mà khi đó một đơn vị truy cập sẽ được trích ra khỏi bộ đệm phía giải mã, được giải mã và được trình chiếu cho người xem. MPEG-2 giả định rằng điều

này có thể được thực hiện tức thời. Trong thực tế, việc chuyển số liệu vào bộ giải mã và quy trình giải mã cần tốn một khoảng thời gian nhất định mà người thiết kế giải mã phải có phương pháp hiệu chỉnh. Đối với nhiều loại dòng sơ cấp, chỉ cần duy nhất nhãn thời gian trình diễn. Tuy nhiên đối với dòng sơ cấp video, cần phải có thêm một loại nhãn thời gian thứ hai, đó là nhãn thời gian giải mã (Decoding Time Stamps - DTS)

- Nhãn thời gian giải mã (Decoding Time Stamps - DTS) chỉ định thời điểm mà khi đó một đơn vị truy cập sẽ được trích ra từ bộ đệm phía giải mã, được giải mã nhưng chưa được trình chiếu cho người xem. Hình ảnh đã được giải mã sẽ được lưu trữ tạm thời trong bộ nhớ tạm để trình chiếu sau đó một thời gian ngắn. Trường hợp này chỉ cần thiết đối với loại ảnh I và P của chuỗi video nén MPEG-2 vì các ảnh I và P bao giờ cũng phải được giải mã trước so với ảnh B nằm xen giữa. Nhãn thời gian giải mã DTS không xuất hiện một mình mà luôn đi kèm theo nhãn thời gian trình diễn PTS. Lúc này, nhãn thời gian trình diễn PTS chỉ định thời điểm mà khi đó hình ảnh đã được giải mã sẽ được trích ra từ bộ nhớ tạm và trình chiếu cho người xem. Do đó, nhãn thời gian trình diễn PTS luôn có giá trị lớn hơn (tức là xa hơn trong tương lai) so với nhãn thời gian giải mã DTS tương ứng.

2. Cấu trúc dòng cơ sở (Elementary Stream – ES)

Dòng cơ sở về cơ bản là tín hiệu gốc tại đầu ra của bộ mã hoá, và chỉ chứa những thông tin cần thiết giúp bộ giải mã tái tạo lại hình ảnh hoặc âm thanh ban đầu. Cấu pháp dòng cơ sở (ES Syntax) được biểu diễn trong hình 7-2.



Block of Coefficients = Các hệ số khối; Macro Block = Khối lớn (4 khối); Motion vector = Vectơ chuyển động; Sync pattern = mẫu đồng bộ; Quantizing Matrices = Ma trận lượng tử; Video of sequence = Dây dữ liệu video; Chroma type = cấu trúc sắc độ; Progressive interlace = tiến hành trện; Picture rate = Tốc độ ảnh; Picture size = Kích cỡ ảnh.

Hình 7-2. Cấu pháp dòng cơ sở.

Đơn vị cơ sở của một hình ảnh là khối DCT, mỗi khối có 8x8 phần tử ảnh. Hệ số ứng với thành phần một chiều được gửi đi trước tiên với độ chính xác cao hơn các hệ số

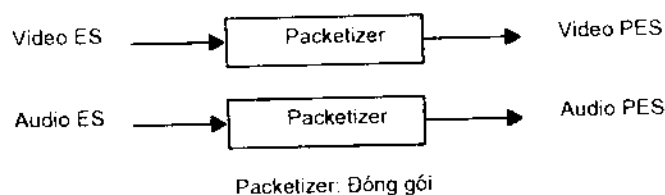
khác. Mã End of Block được gửi đi sau cùng. Các Block được tập hợp lại thành các Macroblock (MB), mỗi MB có một vectơ chuyển động hai chiều. Các MB được tập hợp lại để tạo thành Slice. Slice luôn biểu thị các sọc ngang của hình ảnh từ trái sang phải. Slice có thể bắt đầu từ bất kỳ điểm nào và có kích thước tùy ý. Tuy nhiên, đối với tiêu chuẩn ATSC quy định Slice phải bắt đầu từ mép phía trái của hình ảnh.

Nhiều Slice tập hợp lại tạo lên một ảnh hoặc một mảnh tích cực. Dữ liệu bắt đầu của ảnh (Picture header) xác định ảnh đó là I, P hoặc B. Một vài ảnh tập hợp lại tạo thành một nhóm ảnh (GOP). Nhóm ảnh bắt đầu bằng một ảnh I, giữa hai ảnh I là một số ảnh P và/hoặc ảnh B. Nhóm ảnh có thể mở (Open) hoặc đóng (Close). Nhiều nhóm ảnh GOP tập hợp lại thành một chuỗi dữ liệu video.

3. Dòng cơ sở đóng gói (Packetized Elementary Stream – PES)

Hình 7-3 chỉ ra mô hình đóng gói dòng cơ sở. Do nhu cầu thực tế, dòng dữ liệu cơ sở (ES) mang thông tin video và audio từ mạch nén cần được chia thành nhiều gói. Những gói dữ liệu này được nhận diện bởi tín hiệu *bắt đầu* (Header) và chứa các *nhãn thời gian* (Time Stamps) phục vụ cho việc đồng bộ.

Dòng cơ sở đóng gói PES có thể tạo ra từ một trong hai bộ mã hoá là: Mã hoá ứng dụng và mã hoá truyền tải. Tuy nhiên, dòng cơ sở đóng gói chúng ta xét trong phần này có nhiệm vụ truyền tải. Trong dòng cơ sở đóng gói (PES) dòng dữ liệu cơ sở (ES) có chiều dài vô tận được chia thành các gói có kích thước phù hợp cho từng ứng dụng. Chiều dài của gói có thể tới vài trăm Kbytes và thay đổi tùy theo nhu cầu, chiều dài cực đại của gói PES là 2^{16} bytes. Cú pháp dòng cơ sở đóng gói được cho trong hình 7-4.



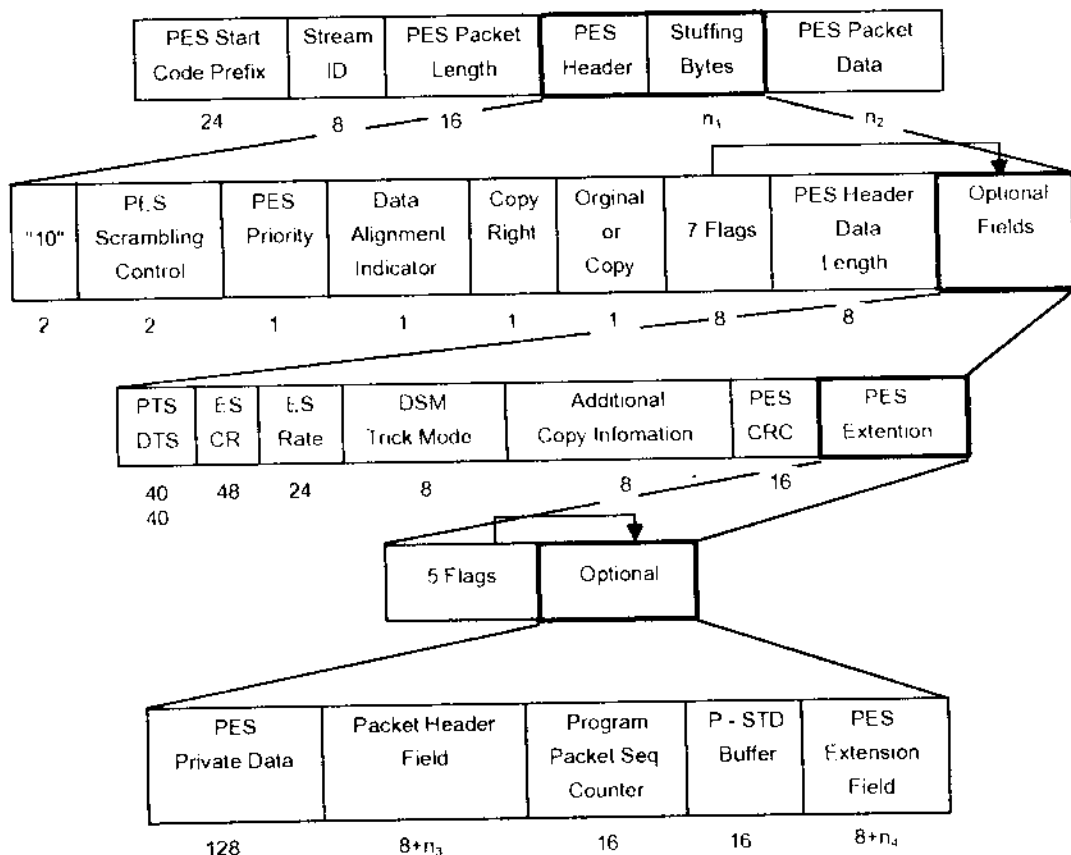
Hình 7-3. Mô hình đóng gói dòng cơ sở.

Dòng cơ sở đóng gói bao gồm dữ liệu bắt đầu và dòng dữ liệu cơ sở có ích. Dữ liệu bắt đầu (Header) bao gồm:

- Bốn bytes trong đó có 3 bytes dùng cho mã khởi đầu gói dữ liệu PES (PES Packet Start) và 1 byte nhận diện dòng cũng như chỉ thị loại dòng (Stream ID). 3 bytes (24 bit) mã khởi đầu gói PES gồm 23 bit (hoặc nhiều hơn) mang giá trị không, tiếp theo sau là một bit mang giá trị 1. 1 bytes (8 bit) Stream ID có giá trị từ 0xBD đến 0xFE, ví dụ:

- 0xC0 đến 0xDF: dòng audio.
- 0xE0 đến 0xEF: dòng video.

Dữ liệu Header có thể phân biệt được 16 chương trình video và 32 chương trình audio. Từng chương trình trong số 48 chương trình (video và audio) đều có thể kèm theo dữ liệu về người dùng (User). Dữ liệu về người dùng có thể được sử dụng cho việc quản lý theo địa chỉ các bộ Set-Top-Box hoặc các chức năng khác.



PES start code prefix = Mã khởi đầu gói dữ liệu PES; Stream ID (Identity) = Byte nhận diện dòng; PES packet length = Độ dài gói PES; PES Header = Byte dữ liệu bắt đầu PES; Stuffing bytes = Chèn các bytes; PES Packet Data = Dữ liệu gói PES; PES Scrambling Control = Điều khiển xáo trộn PES; PES priority = Quyền ưu tiên gói PES; Data alignment indicator = Chỉ số sắp xếp dữ liệu; PES Header Data length = Thông tin về số bytes có trong dữ liệu bắt đầu; Optional fields = Mạnh tùy chọn; ES CR (Clock Reference) = Xung đồng bộ chuẩn dòng cơ sở (ES); DSM (Digital storage media) = môi trường lưu trữ số; PES CRC (Cyclic redundancy check) = Hạn chế độ dư thừa luân hoàn trong PES; PES extension = PES mở rộng; PES Private Data = Dữ liệu mật trong PES.

Hình 7-4. Cấu trúc cơ sở đóng gói.

- PES-Packet Header Data Length cho thông tin về số bytes có trong dữ liệu bắt đầu tùy chọn (Option Header Data) trước khi bắt đầu dòng dữ liệu có ích.

- Các Flags chỉ rõ mạnh tùy chọn (Option Fields) tồn tại hay không tồn tại, thông tin được mã hoá hay không mã hoá, yêu cầu về bản quyền, sự có mặt hay không có mặt của Presentation Time Stamp (PTS) và Decoding Time Stamp (DTS). Hai thông tin sau

cùng được sử dụng để đảm bảo sự đồng bộ ở mạch giải mã, DTS đảm bảo thứ tự ảnh khi giải mã còn PTS đảm bảo thứ tự hiển thị ảnh.

Tiếp theo hai bit mang giá trị 10, có các flag sau:

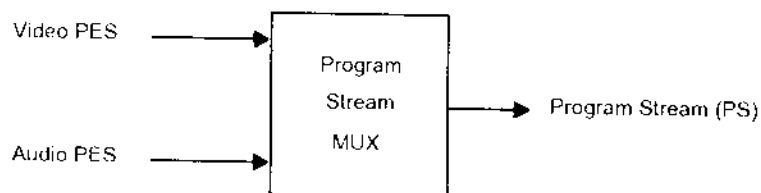
- PES Scrambling Control (2 bit): Giá trị 1 chỉ thị xáo trộn nếu có.
- PES Priority (1 bit): Chỉ thị sự ưu tiên của gói.
- Data alignment Indicator (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị một trường payload bắt đầu với một mã mở đầu video hay từ đồng bộ audio.
- Copy Right (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị trường payload gói PES được bảo vệ bản quyền.
- Original or Copy (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị trường payload gói PES là nguyên gốc.
- PTS - DTS Flags (2 bit): Giá trị 2 (tức là 10) và 3 (tức là 11) chỉ thị có PTS hiện diện phía sau, ngay trong header này, giá trị 3 (tức là 11) chỉ thị có DTS hiện diện còn giá trị 0 chỉ thị không có cả PTS và DTS.
- ES CR Flag (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị chuẩn đồng hồ hiện diện trong header gói PES.
- ES Rate Flag (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị tốc độ bit hiện diện trong header gói PES.
- DSM Trick Mode Flag (1 bit): Giá trị 1 chỉ sự hiện diện của trường chế độ kỹ xảo dài 8 bit phía sau.
- Additional Copy Information Flag (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị sự hiện diện của thông tin bản quyền.
- PES CRC Flag (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị CRC (Cyclic Redundancy Check - một loại mã kiểm tra chẵn lẻ để bảo vệ chống lỗi) xuất hiện trong gói PES.

• Như chỉ ra trong hình 7-4, định dạng gói PES cũng định nghĩa dòng bit sử dụng cho các ứng dụng trong môi trường lưu trữ số (DSM). Mặc dù khả năng sử dụng dòng bit trong định dạng DSM không thực sự cần thiết cho phía thu, tuy nhiên, nó được dùng cho các ứng dụng trong các bộ ghi băng hình (VCR).

• Định dạng gói PES trong lớp truyền tải là một tập con trong phần định nghĩa tổng quát của chuẩn MPEG-2. Sự lựa chọn chúng sẽ cho phép máy thu hình số vận hành một cách đơn giản, đồng thời nó cũng cho phép khôi phục các tín hiệu lỗi trên đường truyền.

4. Ghép kênh dòng chương trình (Program Stream MUX)

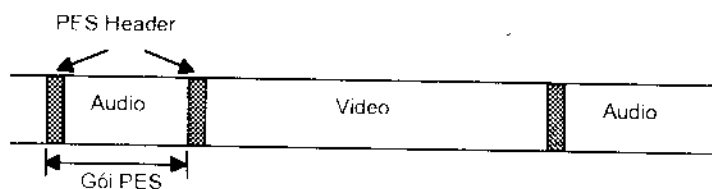
Mô hình hệ thống ghép kênh dòng chương trình chỉ ra trong hình 7-5. Một dòng chương trình (hình 7-6) là kết quả ghép kênh một vài dòng cơ sở đóng gói sử dụng cùng một hệ thống xung nhịp thời gian (Time Clock). Dòng chương trình có thể là một dòng video có kèm audio hoặc một chương trình nhiều kênh audio.



Program Stream MUX = Ghép kênh dòng chương trình

Hình 7-5. Ghép kênh dòng chương trình.

Dòng video cơ sở được chia thành các đơn vị truy cập (AU - Access Units). Mỗi AU chứa dữ liệu đã được nén của một ảnh. Các ảnh này phân biệt bởi ảnh I, P hoặc B. Mỗi video AU là một gói chương trình (Program Stream Packet), các gói này thay đổi về kích thước. Ví dụ gói ảnh I lớn hơn nhiều gói ảnh B. Tuy nhiên đối với các đơn vị truy cập audi số (DAA - Digital Audio Access) thường có cùng kích thước và vài DAA tạo thành một gói dòng chương trình.



Hình 7-6. Dòng chương trình.

Tóm lại, dòng chương trình được thiết kế để truyền trong môi trường không có tạp nhiễu và sai nhảm (Noise and Error Free), ví dụ như trong các ứng dụng CD-ROM vì hai lý do chính sau:

- Dòng chương trình bao gồm các gói tương đối dài nối tiếp nhau và độ dài này lại luôn thay đổi. Mỗi gói bắt đầu bằng một tiêu đề (header). Một lỗi xảy ra trong phần tiêu đề có thể làm mất thông tin của toàn gói. Vì các gói của chương trình có thể chứa vài chục kbyte số liệu nên sự mất mát thông tin của một gói có thể làm mất hoặc gián đoạn cả một khung ảnh.

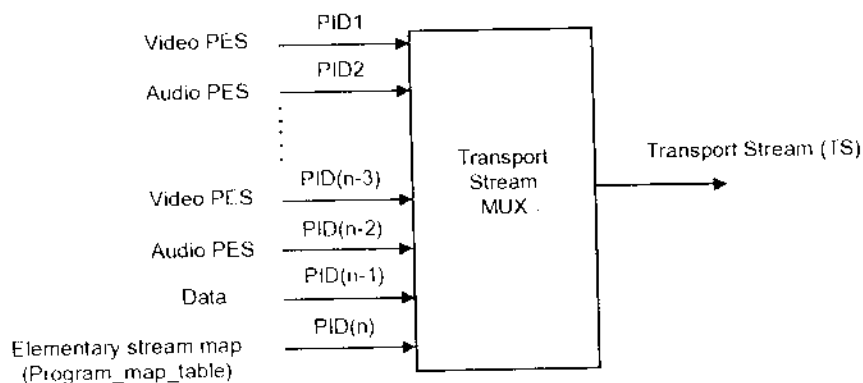
- Độ dài gói không cố định khiến cho bộ giải mã không dự đoán được khi nào gói chấm dứt và khi nào gói mới bắt đầu. Thay vào đó, bộ giải mã phải đọc và dịch lại thông tin về độ dài gói chứa trong mỗi tiêu đề, nếu thông tin về độ dài gói này bị lỗi, bộ giải mã sẽ mất đồng bộ và như vậy sẽ làm mất thông tin ít nhất là một gói.

Vì môi trường truyền dẫn phát sóng mà chúng ta quan tâm luôn có tạp nhiễu và sai nhảm, do đó không thể dùng dòng chương trình được mà phải dùng dòng truyền tải.

5. Ghép kênh dòng truyền tải (Transport Stream MUX)

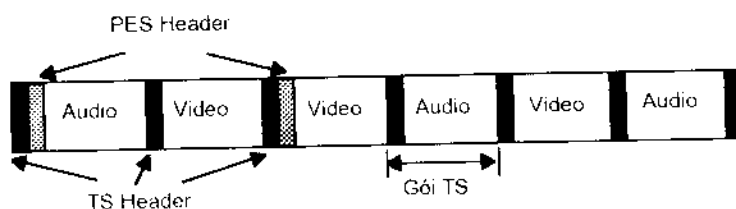
Mô hình hệ thống ghép kênh dòng truyền tải TS chỉ ra trong hình 6.7. Nếu chia các gói PES có độ dài khác nhau thành các gói TS có độ dài không đổi (mỗi gói TS được

bắt đầu bằng TS header và thường có chiều dài 188 bytes) và truyền các gói này đi sau khi đã cộng với dòng bit điều khiển dùng để mô tả chương trình (cũng được đóng gói thành các gói truyền tải), ta sẽ có dòng truyền tải TS, hình 7-8.



Elementary stream map = ánh xạ dòng cơ sở, PID = Packet Identification; Transport Stream MUX = Ghép kênh dòng truyền tải.

Hình 7-7. Ghép kênh dòng truyền tải.



Hình 7-8. Dòng truyền tải.

Trong dòng truyền tải, các gói PES từ các dòng gói sơ cấp khác nhau được phân nhỏ và gán vào phần payload của gói tần số. Quy trình này phải thoả mãn 2 điều kiện:

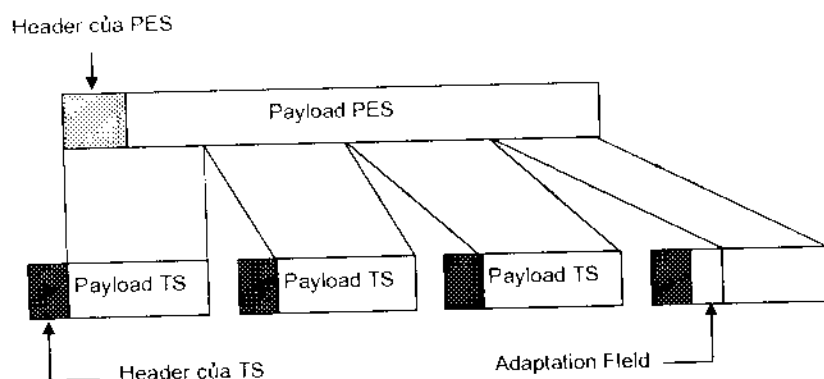
- Byte đầu tiên của mỗi gói PES phải trở thành byte đầu tiên của phần payload của gói TS.

- Bất kỳ gói TS nào cũng chỉ mang phần dữ liệu lấy từ cùng một gói PES.

Mỗi gói PES không thể phân chia dữ liệu của nó một cách chính xác vào một số nguyên gói TS. Thường gặp trường hợp không đủ số liệu để lấp đầy vào payload của gói TS cuối cùng. Để thoả mãn hai điều kiện trên, người ta thêm phần Adaptation Field với độ dài thích hợp. Có thể giảm thiểu độ dài phần Adaptation Field này bằng cách lựa chọn chiều dài gói PES hợp lý. Gói PES cũng thường được chọn đủ dài để đa số các gói TS được lấp đầy bởi số liệu có ích lấy từ các gói PES, hình 7-9.

Tất cả các dòng gói sơ cấp PES ghép kênh chung với nhau tạo nên một hay nhiều chương trình sẽ được chuyển thành các gói TS theo cùng một cách thức nêu trên. Các gói TS sẽ được sắp xếp tuần tự tạo ra dòng truyền tải. Các gói TS chứa thông tin dịch vụ

cũng như các gói TS rộng được sử dụng để lấp đầy kênh truyền. Thứ tự các gói TS có thể sắp xếp tùy ý miễn sao đảm bảo được điều kiện các gói TS của cùng một dòng sơ cấp đóng gói PES phải được truyền theo thứ tự thời gian.



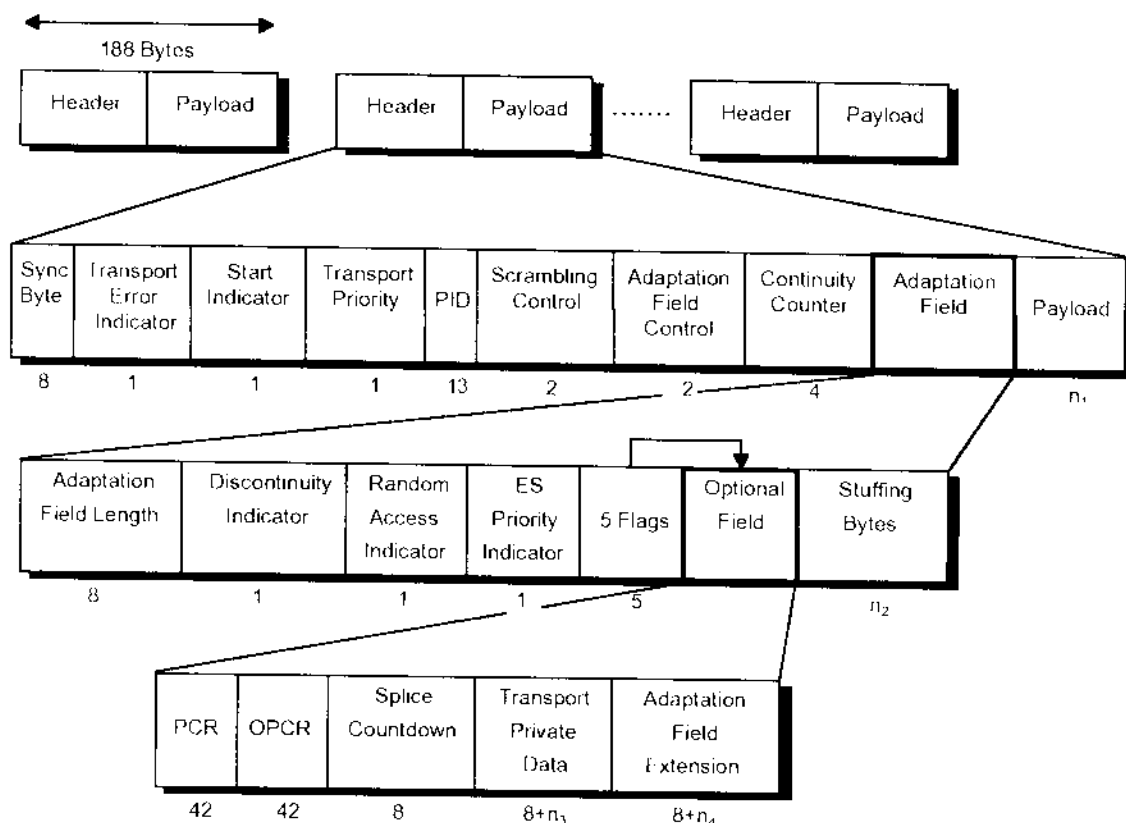
Hình 7-9. Chia các gói PES thành các gói TS.

a) Cấu trúc gói truyền tải

Gói truyền tải có kích thước cố định và bằng 188 bytes, chia thành dữ liệu tiêu đề (header) và dữ liệu có ích (payload), hình 7-10.

Dữ liệu tiêu đề có độ dài tối thiểu bằng 4 bytes và chứa những thông tin sau:

- Sync Byte (8 bit): Byte đồng bộ mang giá trị không đổi bằng 0x47 dùng để đồng bộ các gói TS, byte này sẽ được nhận biết bởi bộ giải mã. Giá trị 0x47 không phải là giá trị duy nhất trong gói TS và có thể xuất hiện trong các trường của các gói TS. Tuy nhiên, hiện tượng Sync Byte lặp đi lặp lại mỗi 188 kbyte cùng với giá trị 0x47 của nó sẽ tạo cơ sở để nhận dạng chỗ bắt đầu của một gói TS mới.
- Transport Error Indication (1 bit): Bit này dùng để báo hiệu có lỗi gói xảy ra trên đường truyền - khi tỉ lệ sai nhầm bit (BER) vượt quá giá trị cho phép - từ khâu điều chế đến khâu giải điều chế, phân kênh. Giá trị 1 chỉ thị rằng đang có lỗi không thể sửa được trong gói TS hiện hành, vì vậy không nên sử dụng phần payload trong gói TS này.
- Payload - Unit - Start Indicator (1 bit): Bit này thiết lập là 1 báo cho ta biết byte đầu tiên của phần payload chính là byte đầu tiên của gói PES mới (đối với số liệu video, audio) hay là phần đầu của một bảng (đối với thông tin đặc tả chương trình PSI).
- Transport priority (1 bit): Giá trị 1 chỉ thị gói TS này có quyền ưu tiên hơn các gói khác. Nếu hệ thống truyền hình số không hỗ trợ việc phân phối tín hiệu có ưu tiên thì bit này sẽ được bỏ qua ở phía thu.

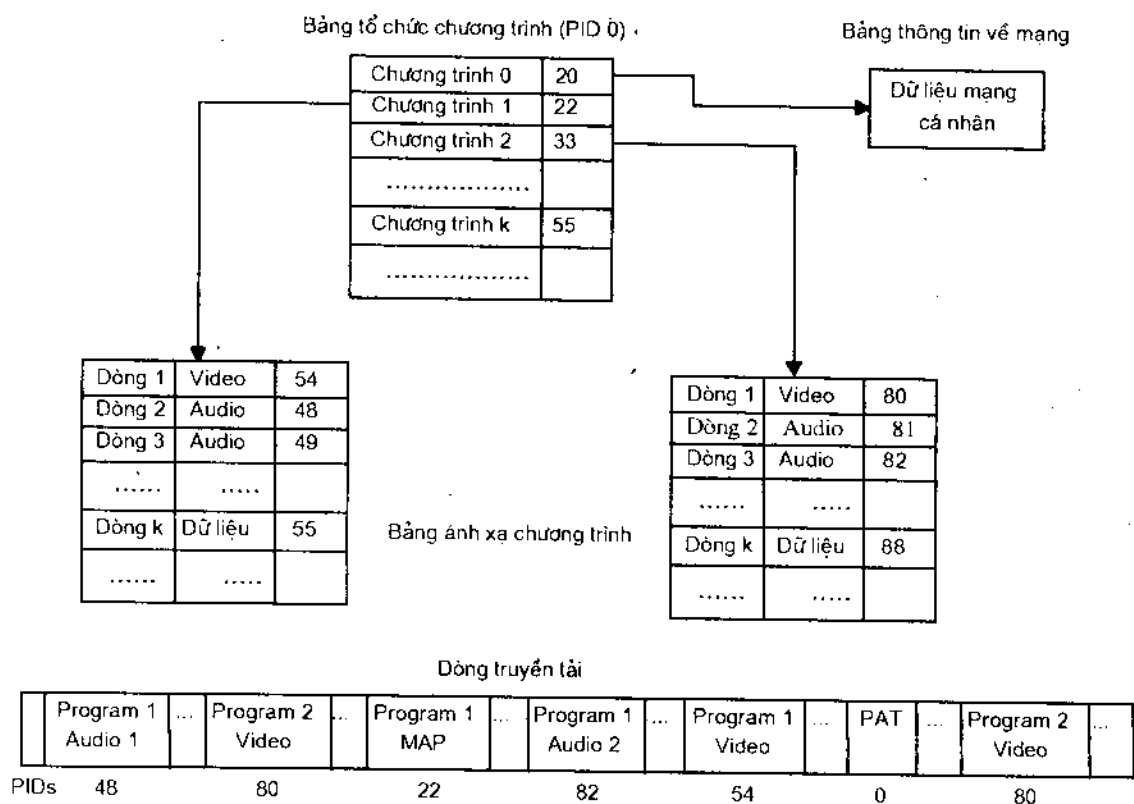


Payload = Tải trọng của gói truyền tải; Start indicator : Bắt đầu chỉ thị; Transport priority - Quyền ưu tiên truyền tải, Adaptation Field = Phần thích nghi.

Hình 7-10. Cấu trúc gói truyền tải.

- Packet Identification hay PID (13 bit): Đây là thông tin để nhận dạng gói TS thuộc một dòng sơ cấp đồng gói PES hay thuộc về một PSI cụ thể nào đó. Trong 2^{13} giá trị có thể có, 17 giá trị được dành riêng cho các mục đích đặc biệt. Còn lại 8175 giá trị được dùng để gán cho các dòng gói sơ cấp PES hay PSI khác nhau. Như vậy, có thể ghép tối đa đến hơn 8000 dòng gói sơ cấp vào một dòng truyền tải.

Các dòng bit cơ sở đồng gói PES và dòng bit điều khiển như đã nói ở trên - còn gọi là ánh xạ dòng cơ sở - được nhận biết bởi PIDs duy nhất của chúng trong giá trị đầu của màn hình. Ta có ví dụ về lớp truyền tải (hình 7-11): Trong ví dụ này PID được dùng như là một chỉ số của con trỏ chỉ tới chương trình đã định sẵn giá trị của PID trong dòng truyền tải. Dòng bit điều khiển chứa bảng ánh xạ chương trình, nó diễn tả ánh xạ dòng cơ sở. Bảng ánh xạ chương trình cũng bao gồm: Các thông tin về các PIDs của các dòng truyền tải, mà chúng tạo thành chương trình, để chúng nhận diện các ứng dụng (audio, video, data) truyền trên các dòng bit này; Mối quan hệ giữa các dòng bit với các thông số khác.



Hình 7-11. Lớp truyền tải.

• Transport Scrambling Control (2 bit): Chỉ thị chế độ xáo trộn dữ liệu trong phần payload. Đối với hệ thống truyền hình số, Transport Scrambling Control được định nghĩa:

- 00: không bị xáo trộn.
- 10: khoá “chân”.
- 11: khoá “lẻ”.
- 01: dự phòng.

• Adaptation Field Control (2 bit): Chỉ thị cho biết phần tiếp theo của gói tần số là cái gì, có trường thích nghi (Adaptation Field) hay không, và nếu có thì đi kèm với payload hay không.

- 00: dự phòng.
- 01: không có Adaptation Field, chỉ có payload.
- 10: chỉ có Adaptation Field, không có payload.
- 11: Theo sau Adaptation Field là payload.

• Continuity Counter (4 bit): Giá trị này sẽ tăng lên 1 theo các gói TS kế tiếp nhau thuộc về cùng một dòng gói sơ cấp PES (cùng PID). Điều này cho phép phía giải mã sắp

xếp lại các gói TS theo đúng thứ tự, cũng như phát hiện các gói TS bị mất, sẽ dùng phương pháp che dấu lỗi để khắc phục.

Sự xuất hiện của trường thích ứng (Adaptation Field) được báo hiệu nhờ thông tin và Adaptation Field Control trong header. Adaptation Field bao gồm các thông tin được sử dụng cho các chức năng giải mã bậc cao hơn, sử dụng các flag (cờ hiệu) để chỉ thị sự hiện diện của các trường mở rộng đặc biệt ở phía sau.

Trường Adaptation Field có độ dài thay đổi gồm các thông tin sau đây:

- **Adaptation Field Length (8 bit):** Chỉ thị số lượng byte theo sau trong trường Adaptation. Trường Adaptation có thể được sử dụng để chứa các byte đệm (Stuffing byte) mang giá trị 0xFF và không được phiên dịch tại phía giải mã. Nếu có các byte chèn thêm, trường Adaptation Field Length cũng phải tính cả các byte đó. Giá trị Adaptation Field Length lúc đó sẽ được phía giải mã sử dụng để bỏ qua trường Adaptation Field và đến thẳng trường payload trong gói.
- **Discontinuity Indicator (1 bit):** Giá trị 1 chỉ thị sự không liên tục của chuẩn đồng hồ (Clock Reference) hoặc của bộ đệm liên tục hoặc của cả hai.
- **Random Access Indicator (1 bit):** Giá trị 1 chỉ thị gói PES kế tiếp là đầu một chuỗi video hay đầu một frame audio.
- **ES Priority Indicator (1 bit):** Giá trị 1 chỉ thị độ ưu tiên cao hơn.
- **PCR Flag (1 bit):** Giá trị 1 chỉ thị sự hiện diện của chuẩn đồng hồ chương trình PCR. PCR được dùng để đồng bộ hoá quá trình giải mã. Trong một số trường hợp, thông tin này có thể được sửa đổi trong quá trình truyền, PCR phải được truyền đi tối thiểu 1 lần mỗi 100 ms.
- **OPCR Flag (1 bit):** Giá trị 1 chỉ thị sự hiện diện của một PCR gốc. Thông tin này không bị sửa đổi trong quá trình truyền và có thể được dùng để thu hoặc phát lại các chương trình đơn. Phía thu không cần dùng OPCR trong quá trình giải mã.
- **Splicing Point Flag (1 bit):** Chỉ thị sự hiện diện của Splice Countdown (số đếm ngược đến điểm ráp nối).
- **Transport Private Data Flag (1 bit):** Chỉ thị sự hiện diện của các byte dữ liệu riêng (Private Data).
- **Adaptation Field Extension Flag (1 bit):** Chỉ thị sự hiện diện của trường mở rộng trường thích nghi.
- **PCR - Program Clock Reference (42 bit):** Chuẩn đồng hồ chương trình.
- **OPCR - Original Program Clock Reference (42 bit):** Chuẩn đồng hồ chương trình gốc được sử dụng để trích một chương trình đơn ra khỏi dòng truyền tải đa chương trình.

- Splice Countdown (8 bit): Thông báo số gói TS còn lại của một dòng gói sơ cấp (cùng PID) cho đến khi gặp điểm ráp nối. Điểm ráp nối là điểm cuối một frame audio hay một ảnh video.

- Transport Length (8 bit): Thông báo số lượng byte số liệu liên tiếp liền theo sau.

- Private Data Bytes (n_1 bit): Dữ liệu riêng.

- Adaptation Field Extension (8 bit): Chỉ thị số byte của trường mở rộng trường thích nghi.

- Stuffing Bytes (n_2 bit): Các byte đệm có giá trị 0xFF được chèn vào tại phía mã hoá. Các byte này sẽ được bỏ qua không xét đến ở phía giải mã.

b) Thông tin đặc tả chương trình (PSI)

Trong một dòng truyền tải, mỗi gói TS được liên kết với một giá trị PID chỉ rõ phần payload của gói TS này thuộc về dòng gói sơ cấp nào. Có thể có nhiều dòng gói sơ cấp khác nhau được tổ hợp lại thành nhiều chương trình khác nhau. Để bộ giải mã biết được dòng gói sơ cấp nào thuộc về chương trình nào, cần thêm trong dòng truyền tải các thông tin đặc tả chương trình (PSI - Program Specific Information) nhằm xác định rõ mối liên hệ giữa các chương trình và các dòng gói sơ cấp thành phần.

Thông tin đặc tả chương trình PSI bao gồm 4 loại bảng sau:

- Bảng ánh xạ chương trình (PMT - Programme Map Table).
- Bảng tổ chức chương trình (PAT - Programme Association Table).
- Bảng thông tin mạng (NIT - Network Information Table).
- Bảng truy cập có điều kiện (CAT - Conditional Access Table).

Đặc tính của các thông tin đặc tả chương trình PSI này được tóm tắt trong bảng 7-1.

Bảng 7-1 Các thông tin đặc tả chương trình

Loại PSI	Giá trị PID (13 bit)	Table ID (8 bit)	Chức năng
PAT	0x0000	0x00	Gán số chương trình và PID của PMT
NIT	Được gán trong PAT	0x40 đến 0xFE	Chỉ định các thông số của mạng vật lý
PMT	Được gán trong PAT	0x02	Chỉ định các giá trị PID cho các thành phần của chương trình (các dòng gói sơ cấp)
CAT	0x0001	0x01	Chứa thông tin và số liệu dùng để xáo trộn (Scrambling)

Để thuận tiện cũng như để giới hạn độ dài, một số PSI có thể được truyền đi theo từng phần (Section). Nếu gói TS có chứa phần đầu của bất kỳ phần nào thì trường payload được mở đầu bằng trường con trỏ (Pointer Field) chỉ rõ vị trí của phần mới đó.

+ Bảng ánh xạ chương trình (PMT)

Mỗi chương trình trên dòng truyền tải đều có một PMT tương ứng. Bảng này mô tả chi tiết về chương trình và các dòng gói sơ cấp tạo nên chương trình đó. Có thể ghi thêm các bộ mô tả (Descriptor) vào PMT. Bộ mô tả mang các thông tin chi tiết về chương trình cũng như về các dòng gói sơ cấp thành phần như: các thông số mã hoá video, các thông số mã hoá audio, nhận dạng ngôn ngữ, thông tin về dịch chuyển hình ảnh sang trái, phải, trên, dưới và quét, chi tiết về truy cập có điều kiện, thông tin về bản quyền. Ngoài các bộ mô tả đã được quy định sẵn bởi MPEG-2, các đài truyền hình hay người sử dụng có thể định nghĩa thêm các descriptor.

+ Bảng tổ chức chương trình (PAT)

Danh sách tất cả các chương trình chứa trong dòng truyền tải sẽ được ghi trên PAT. Dễ dàng tìm thấy bảng này vì nó có giá trị PID = 0. Mỗi chương trình được liệt kê cùng với giá trị PID của gói TS có chứa PMT của chương trình đó. Một PMT cũng có thể chứa chi tiết của nhiều chương trình, thay vì chỉ một chương trình, khi các chi tiết của các chương trình này đủ ngắn.

+ Bảng thông tin mạng (NIT)

Trong PAT, chương trình số 0 được dành riêng để chỉ đến NIT. Bảng NIT là tùy chọn và nội dung của bảng cũng mang tính riêng tư (nghĩa là được định nghĩa bởi đài truyền hình hay người sử dụng, chứ không phải bởi MPEG-2). Nếu bảng NIT hiện diện sẽ cung cấp các thông tin về mạng vật lý dùng để truyền dòng truyền tải như: tần số kênh truyền, chi tiết về bộ phát đáp vệ tinh, đặc tính điều chế .v.v...

+ Bảng truy cập có điều kiện (CAT)

Nếu có dòng sơ cấp đóng gói nào trong dòng truyền tải được xáo trộn, thì bảng CAT phải hiện diện để cung cấp thông tin chi tiết về hệ thống xáo trộn được sử dụng và cung cấp giá trị của PID của gói TS chứa thông tin về quản lý việc truy cập có điều kiện. Định dạng của loại thông tin này không được quy định bởi MPEG-2, mà phụ thuộc vào hệ thống xáo trộn được sử dụng.

c) Hệ thống ghép các dòng truyền tải

Hình 7-10 mới chỉ ra quá trình ghép các gói PES Audio, Video, Data ... tạo thành gói truyền tải (TS). Để tăng tính hiệu quả, các dòng truyền tải có thể ghép lại với nhau tạo thành dòng truyền tải ghép kênh cấp hệ thống (System Level Multiplex), hình 7-12.

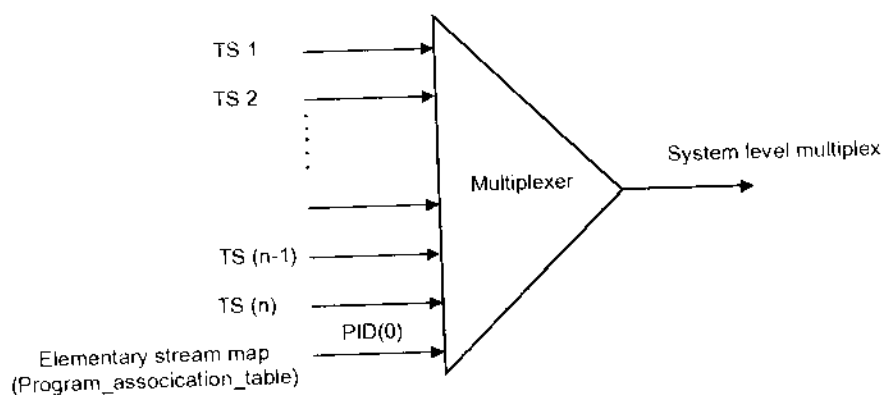
Hệ thống ghép kênh hình 7-12 được định nghĩa là một quá trình ghép các dòng truyền tải khác nhau. Trong quá trình cộng các dòng bit truyền tải (với các PIDs tương ứng) sẽ tương ứng với việc cộng các chương trình riêng biệt và dòng bit điều khiển cấp hệ thống - được định nghĩa với PID = 0. Dòng bit này mang các thông tin trong một bảng tổ chức chương trình, sắp xếp các chỉ số nhận diện chương trình, tương ứng trên

mỗi dòng truyền tải của chúng; quá trình nhận diện chương trình dựa vào các chữ số trong bảng như đã miêu tả. Một "chương trình" phù hợp trong ngữ cảnh này, theo quan niệm truyền thông, được gọi là một "kênh" (Ví dụ các kênh: PBS, C-SPAN, CNN).

Bảng tổ chức chương trình cho phép nhận biết chỉ số PID của dòng bit, chứa bảng ánh xạ chương trình của các chương trình đặc trưng. Theo đó, quá trình nhận diện một chương trình và nội dung của nó mang thông tin trong hai phạm vi sau:

- Thứ nhất, bảng tổ chức chương trình trong dòng bit PID = 0 dùng để nhận diện chỉ số PID của dòng bit mang nội dung bảng ánh xạ chương trình cho chương trình.

- Thứ hai, các PIDs của dòng bit cơ sở, mà chúng tạo ra chương trình, thu được từ bảng ánh xạ chương trình thích hợp.



Hình 7-12. Ghép kênh dòng bit truyền tải cấp hệ thống.

Sau khi các bước trên hoàn thành, các bộ lọc tại bộ tách kênh có thể thiết lập các bit dòng truyền tải tại bên thu phù hợp cho từng chương trình cần quan tâm.

Lớp hệ thống của bộ ghép kênh như đã chỉ ra trong hình 7-12. Cần ghi nhớ rằng, trong thời gian tiến hành ghép kênh cấp hệ thống, khả năng nhận diện các chương trình khác nhau của các PIDs phải chính xác như tại đầu vào. Điều này nảy sinh một vấn đề là PIDs cho các dòng bit chương trình khác nhau phải là duy nhất. Để giải quyết vấn đề này, đối với từng phạm vi ứng dụng của bộ ghép, các PIDs được sửa đổi ngay trước khi đưa vào bộ ghép. Sự thay đổi phải được ghi lại trong cả hai bảng tổ chức chương trình và bảng ánh xạ chương trình. Mạch phần cứng sẽ thực hiện chia lại nhiệm vụ của PID trong thời gian thực với sự trợ giúp của tín hiệu đồng bộ tại tốc độ xung đồng bộ gói.

Việc xây dựng dòng bit truyền tải có thể phân cấp. Dòng bit sau bộ ghép cấp hệ thống có thể ghép lại với nhau, trên một kênh có dải thông rộng hơn, bằng cách trích các bảng tổ chức chương trình từ mỗi dòng bit ghép kênh hệ thống và tổ chức lại một dòng bit PID = 0 mới. Nhớ lại rằng, các PIDs có thể phải ấn định lại trong trường hợp này.

Hình 7-13 minh họa toàn bộ quá trình trích các dòng bit cơ sở từ một chương trình tại bên thu. Trong thực tế, chỉ cần một bộ tách kênh có thể sử dụng để trích cả hai bảng

- Dòng truyền tải MPEG-2 có thể được truyền trên tất cả các hệ thống thông tin.
- Hệ thống truyền tải MPEG-2 cũng có thể truyền các dòng bit đã được tạo ra bởi các hệ thống thông tin khác.

- Khả năng mở rộng: Cấu trúc dòng truyền tải cho phép mở rộng được khả năng phục vụ các dịch vụ tương lai. Các dòng bit cơ sở mới có thể được ghép thêm vào dòng truyền tải mà không cần sửa đổi cấu tạo phần cứng phía phát, mà chỉ cần gán thêm các PID mới. Khả năng tương hợp ngược vẫn được đảm bảo, nghĩa là bộ giải mã hệ thống hiện nay vẫn giải mã được dòng truyền tải tương lai nhưng bỏ qua các gói tương ứng với các PID mới. Khả năng này có thể được ứng dụng để đưa vào "các dạng thức 1000 dòng quét liên tục" hay "3D-HDTV" bằng cách gửi thêm số liệu theo tín hiệu cơ bản.

- Khả năng trống lỗi và đồng bộ: Các gói TS có độ dài không đổi tạo nền tảng cho việc kiểm soát lỗi gây ra bởi đường truyền và việc khôi phục lại đồng bộ. Trong dòng truyền tải, các chương trình khác nhau có thể được sắp đặt ở những vị trí khác nhau và không nhất thiết phải đồng bộ với nhau. Kết quả dòng truyền tải phải có những hệ thống đồng bộ riêng biệt cho mỗi chương trình. Phương pháp đồng bộ này còn được gọi là Program Clock Reference-PCR.

- Thiết bị thu rẻ tiền: Các gói TS có độ dài không đổi cũng sẽ cho phép chế tạo bộ giải mã hệ thống đơn giản, rẻ tiền.

7-2. KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ SỐ CƠ SỞ

1. M-PSK

M-PSK là phương pháp điều chế tín hiệu số, trong đó, thay vì được truyền dưới dạng các chuỗi bit, thông tin sẽ được truyền đi dưới dạng các biểu trưng (symbol), mỗi symbol mang thông tin của 2, 3, hoặc nhiều bit. Các symbol được truyền lệch pha nhau. Số lượng bit, độ lệch pha của các symbol phụ thuộc vào giá trị M. Cụ thể nếu truyền dẫn M tín hiệu số riêng biệt qua một kênh hạn chế đơn biên, khi đó phương pháp điều chế là thay đổi pha sóng mang theo M (bước) bậc gián đoạn. Ưu việt của điều chế sóng mang của máy phát với M tín hiệu số khác biệt đến từ M nguồn khác biệt có tốc độ bit thấp hơn mà độ rộng băng vẫn giữ nguyên.

$$S_i(t) = A \cos(\omega_{sc}t + 2\pi i/M + \lambda); \quad (7-1)$$

trong đó: A là biên độ tín hiệu; $\omega_{sc} = 2\pi f_{sc}$ với f_{sc} là tần số sóng mang;

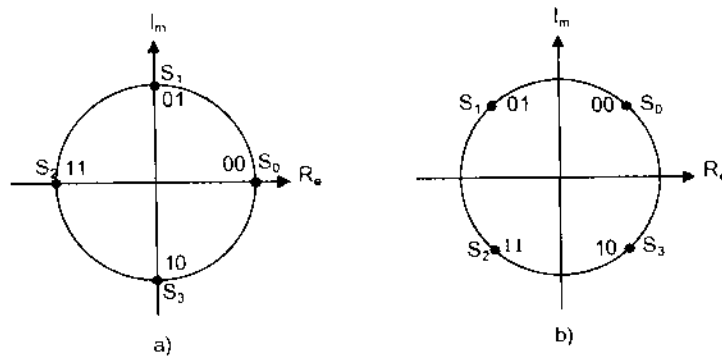
$M = 2^n$; M là số symbol được truyền trong một chu kỳ bit;

n là một số nguyên dương bất kỳ và bằng số bit ứng với mỗi biểu trưng; i = 0, 1, 2, ..., M-1; S(t) là tín hiệu số sau điều chế.

Mở rộng hàm cosin này, dạng sóng tín hiệu i có thể biểu diễn như sau:

$$S_i(t) = A_I \cos \omega_{sc} t - A_Q \sin \omega_{sc} t; \quad (7-2)$$

trong đó: $A_I = A \cos(2\pi i/M + \lambda)$ và $A_Q = A \sin(2\pi i/M + \lambda)$



Hình 7-14. Đồ thị hình sao của tín hiệu điều chế 4-PSK:

a) $\lambda = 0$; b) $\lambda = \pi/4$.

Tín hiệu trong phương trình (7-1) có thể xem như hai sóng mang trực giao với biên độ A_I và A_Q , tùy theo pha được phát đi $2\pi i/M$, trong bất kỳ khoảng tín hiệu T_s . Những pha của sóng mang PSK liên quan đến tín hiệu đã cho trong phương trình (7-2) được biểu thị bằng những điểm trong mặt phẳng ở cách gốc một khoảng A và khác nhau một góc $2\pi/M$. Các ngưỡng quyết định trong máy thu đều nằm giữa $2\pi/M$, cho phép quyết định đúng đắn nếu như pha tín hiệu thu nằm trong pha ngưỡng $\pm\pi/M$ của pha phát đi.

• Điều chế QPSK (4 - PSK)

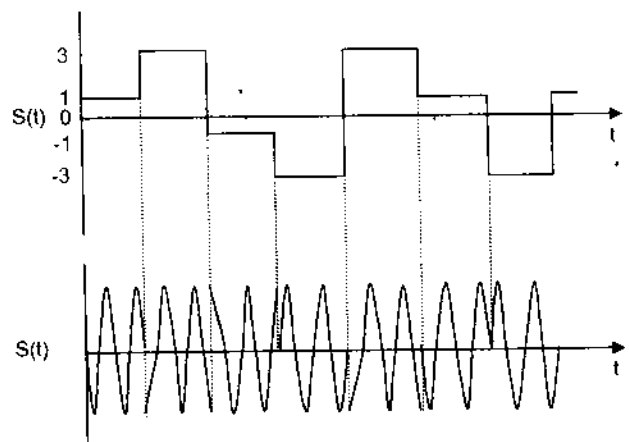
Điều chế khoá dịch pha cầu phương QPSK - Quadrature phase-shift keying ứng với trường hợp $M = 4$. Phương trình (7-1) trở thành:

$$S(t) = A \cos[\omega_c t + 2\pi i/4 + \lambda]; \quad (7-3)$$

với $i = 0, 1, 2, 3$.

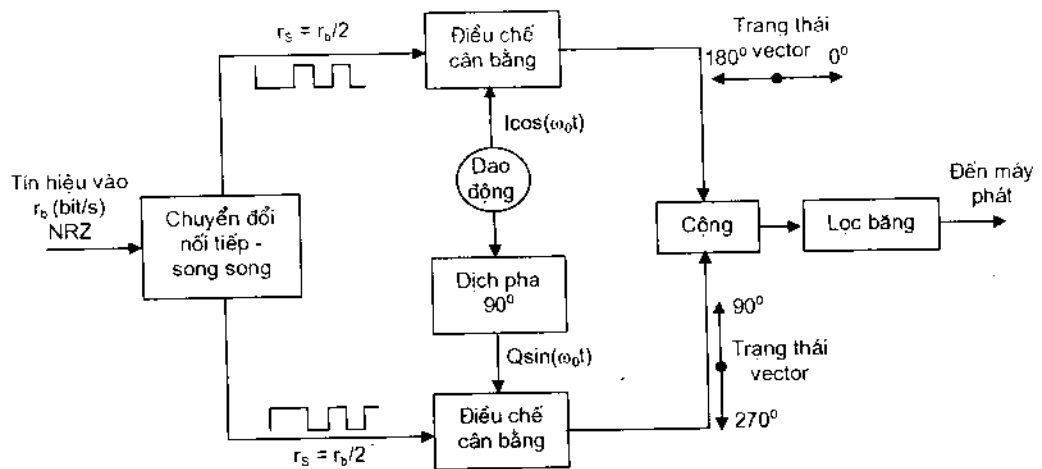
Bộ điều chế QPSK có sóng mang dịch pha 90° . Đối với trường hợp $\lambda = 0$, dạng sóng có 4 khả năng, mỗi dạng sóng được truyền đi trong khoảng T_s , từ phương trình (7-3) chúng được biểu diễn như sau:

$$\begin{aligned} S_0(t) &= A \cos \omega_0 t; & S_1(t) &= -A \sin \omega_0 t; \\ S_2(t) &= -A \cos \omega_0 t; & S_3(t) &= A \sin \omega_0 t \text{ với } 0 < t < T_s \end{aligned}$$

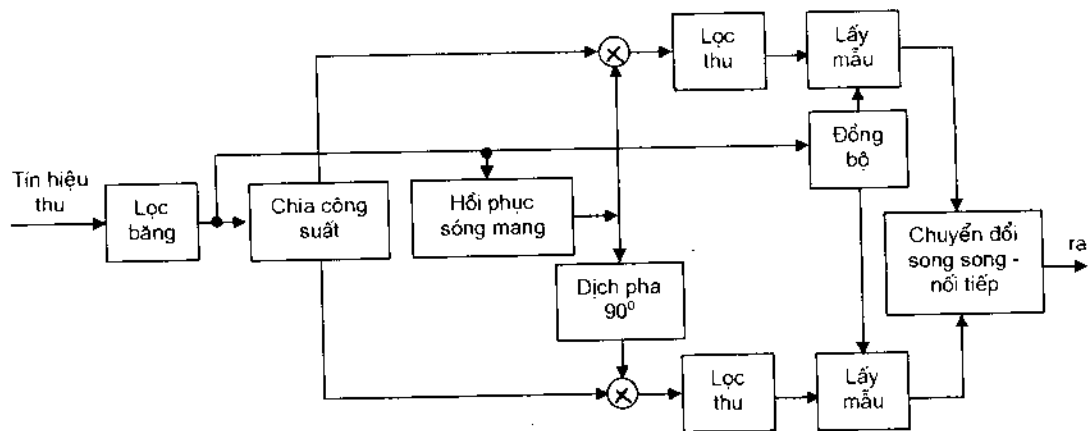


Hình 7-15. Dạng sóng điều chế QPSK.

Từ hình 7-14a ta thấy rằng, những dạng sóng này tương ứng với các độ lệch pha sóng mang là 0° , 90° , 180° và 270° . Nếu $\lambda = \pi/4$, thì $S_0(t)$, $S_1(t)$, $S_2(t)$ và $S_3(t)$ sẽ bị dịch đi 45° theo ngược chiều kim đồng hồ quay quanh sơ đồ hình sao (hình 4-14b). Hình 7-15 minh họa dạng sóng điều chế Q-PSK. Hình 7-16a giới thiệu bộ điều chế QPSK và bộ giải điều chế kết hợp giới thiệu trong hình 7-16b.



Hình 7-16a. Bộ điều chế QPSK.



Hình 7-16b. Bộ giải điều chế QPSK.

2. M-QAM

Ở hệ thống M-PSK các thành phần đồng pha và pha vuông góc được kết hợp với nhau sao cho được một tín hiệu tổng hợp có đường bao không đổi. Tuy nhiên nếu loại bỏ điều này và để cho các thành phần đồng pha và pha vuông góc có thể độc lập với nhau thì ta được một sơ đồ điều chế mới được gọi là điều chế biên độ vuông góc (hay cầu phương) M trạng thái (M-QAM). Trong phương thức điều chế M-QAM, sóng mang bị

điều chế cả biên độ lẫn pha. Chùm tín hiệu của M-QAM bao gồm một mạng các điểm bản tín hình chữ nhật, như ở hình 7-17 cho trường hợp $M = 16$ (16-QAM).

Dạng tổng quát của QAM-M trạng thái được xác định bằng tín hiệu phát:

$$S_i(t) = -\sqrt{\frac{2E_0}{T}} b_i \sin \omega_c t + \sqrt{\frac{2E_0}{T}} a_i \cos \omega_c t; \quad 0 \leq t \leq T \quad (7-4)$$

trong đó: E_0 là năng lượng của tín hiệu có biên độ thấp nhất;

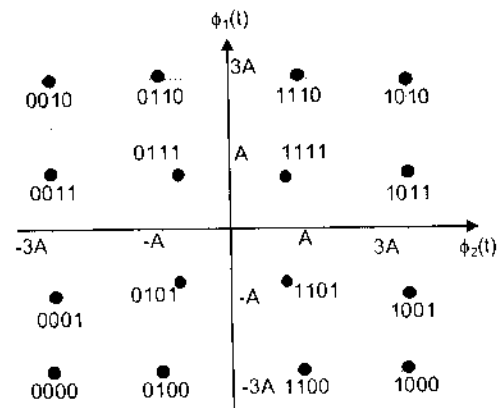
a_i, b_i là cặp số nguyên độc lập được chọn tùy theo vị trí của điểm bản tín. $T = 2T_b$ là thời gian của một symbol.

Tín hiệu $S_i(t)$ gồm hai thành phần sóng mang có pha vuông góc được điều chế bởi một tập hợp tín hiệu rời rạc vì thế có tên là "điều chế biên độ vuông góc".

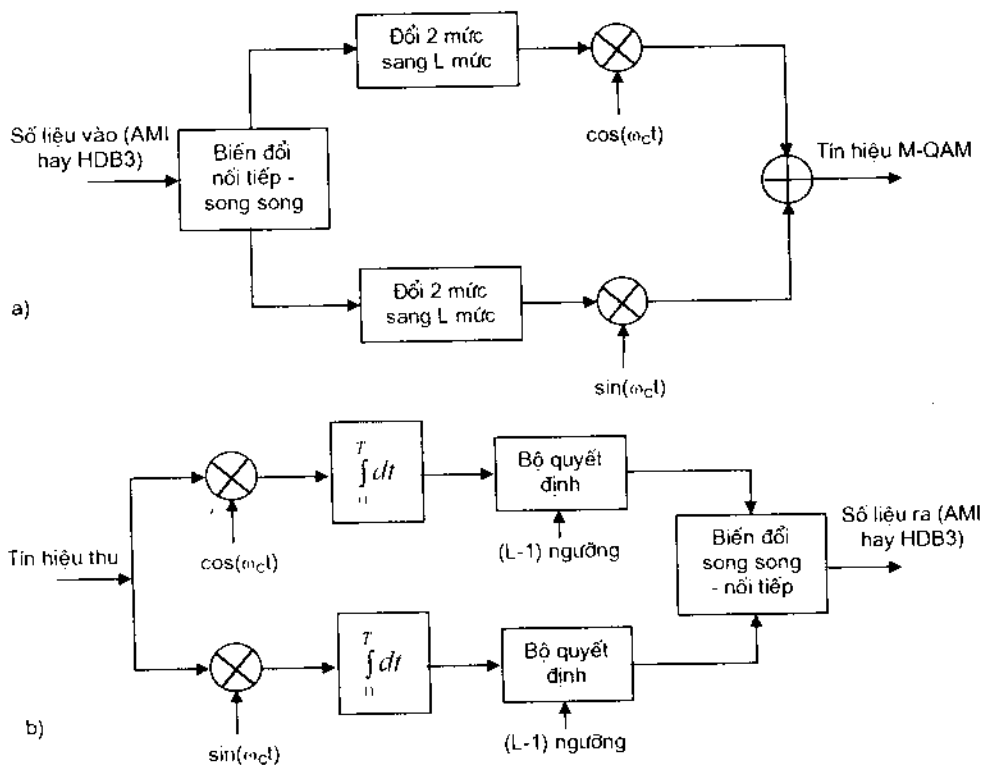
Hình 7-18 là sơ đồ khối của một bộ điều chế và giải điều chế QAM m trạng thái. Trong hình 7-18a, tín hiệu nhị phân số đến bộ điều chế, như với QPSK, được rẽ thành hai luồng bit riêng biệt có nửa tốc độ bit: $r_b/2$ của tốc độ luồng bit số liệu đến r_b nhờ bộ biến đổi nối tiếp - song song. Bộ biến đổi nối tiếp - song song cũng làm biến đổi tín hiệu nhị phân (trong hệ thống thực tế là mã AMI hay HDB3) từ mã AMI hay HDB3 thành các digit hai cực "không trở về không" NRZ, thực hiện giả ngẫu nhiên luồng bit vào cũng như thêm các bit mào đầu để mã hóa thông tin của khung, bit kiểm tra chẵn lẻ v.v....

Trong sơ đồ giải mã M-QAM trên hình 7-18b, việc giải mã các kênh cơ sở được thực hiện ở đầu ra mạch quyết định, mạch này được thiết kế để so sánh tín hiệu I mức với $I-1$ ngưỡng quyết định. Sau đó hai chuỗi số cơ sở hai được tách ra sẽ kết hợp với nhau ở bộ biến đổi song song vào nối tiếp để khôi phục lại chuỗi tín hiệu ban đầu.

Khi M tăng, sự khác nhau giữa PSK và QAM m trạng thái là đáng kể. Khi M lớn hơn 8, hình sao biểu diễn theo bộ hình vuông phân bố đối xứng qua trục tọa độ. Vấn đề thiết kế tín hiệu tính toán bao hàm nhiều yếu tố như giảm độ rộng băng, tăng công suất, độ phức tạp và thích ứng đối với kênh sử dụng.



Hình 7-17. Đồ thị hình sao của 16-QAM.



Hình 7-18. Sơ đồ khối bộ điều chế M-QAM, a) Bộ điều chế, b) Bộ giải điều chế.

7-3. TRUYỀN HÌNH CÁP

1. Giới thiệu về hệ thống truyền hình cáp

Hệ thống truyền hình cáp (CATV) xuất hiện vào những năm cuối của thập niên 40. Thuật ngữ CATV xuất hiện đầu tiên vào năm 1948 tại Mỹ khi thực hiện thành công hệ thống truyền hình cáp hữu tuyến (Cable Television). Một năm sau, cũng tại Mỹ hệ thống truyền hình anten chung (CATV - Community Antenna Television) cung cấp dịch vụ thuê bao bằng đường truyền vô tuyến đã được lắp đặt thành công. Từ đó, thuật ngữ CATV được dùng để chỉ chung cho các hệ thống truyền hình cáp vô tuyến và hữu tuyến. Mục tiêu ban đầu của truyền hình cáp là phân phát các chương trình quảng bá tới những khu vực do các điều kiện khó khăn về địa hình không thể thu được bằng các anten thông thường, gọi là vùng lõm sóng.

Truyền hình cáp sử dụng các kênh truyền nằm trong phạm vi dải thông ở cận dưới của băng UHF. Các kênh truyền hình cáp được chia ra thành các băng VIII^{tr} thấp, VIII^{tr} giữa, VIII^{tr} cao và siêu băng (Superband).

Truyền hình cáp vô tuyến MMDS (Multiprogram Multipoint Distribution System) sử dụng môi trường truyền sóng là sóng viba tại dải tần 900 MHz. Tuy triển khai mạng

MMDS rất đơn giản do chỉ dùng anten mà không cần kéo cáp đến từng nhà nhưng nó có rất nhiều nhược điểm như:

- Hạn chế vùng phủ sóng: Do sử dụng dải tần 900 MHz, MMDS đòi hỏi anten thu và phát phải nhìn thấy nhau. Vì vậy, với những hộ gia đình ở sau các vật cản lớn như các tòa nhà thì không thể thực hiện được.
- Chịu ảnh hưởng mạnh bởi nhiễu công nghiệp: Do sử dụng phương thức điều chế tín hiệu truyền hình tương tự không có khả năng chống lỗi, lại truyền bằng sóng vô tuyến, tín hiệu MMDS bị ảnh hưởng rất mạnh bởi các nguồn nhiễu công nghiệp.
- Chịu ảnh hưởng bởi thời tiết: Khi thời tiết xấu, ví dụ như mưa to, sét v.v... tín hiệu MMDS vô tuyến bị suy hao rất lớn trong không gian, dẫn đến giảm mạnh chất lượng tín hiệu hình ảnh.
- Yêu cầu dải tần số vô tuyến quá lớn: Mỗi kênh truyền hình cần một dải tần là 8 MHz, nếu muốn cung cấp 13 kênh truyền hình thì cần một dải thông là $13 \times 8 = 104$ MHz. Đây là một dải tần vô tuyến lớn trong khi nguồn tài nguyên vô tuyến là rất quý giá.
- Gây can nhiễu cho các đài phát vô tuyến khác: Mặc dù được phân phối một dải tần riêng, nhưng máy phát MMDS cũng như các máy phát vô tuyến khác luôn sinh ra các tần số hài bậc cao có thể ảnh hưởng đến các trạm phát sóng vô tuyến khác.
- Khó khăn trong việc cung cấp dịch vụ truyền hình số.
- Không thể cung cấp các dịch vụ hai chiều.

Truyền hình cáp hữu tuyến là hệ thống mà tín hiệu truyền hình được dẫn thẳng trung tâm chương trình đến hộ dân bằng một sợi cáp (đồng trục, cáp quang hoặc cáp xoắn). Nhờ đó người dân có thể được xem các chương trình truyền hình chất lượng cao mà không phải sử dụng các cột anten. Về góc độ kỹ thuật truyền hình cáp hữu tuyến có những ưu điểm vượt trội so với các hệ thống truyền hình khác:

- Ít chịu ảnh hưởng của nhiễu công nghiệp: Tín hiệu truyền hình cáp hữu tuyến được dẫn đến thuê bao qua các sợi cáp quang hoặc đồng trục. Các sợi cáp này có khả năng chống nhiễu công nghiệp cao hơn gấp nhiều lần so với tín hiệu vô tuyến, vì thế sẽ hạn chế tối đa nhiễu công nghiệp, đảm bảo chất lượng cho tín hiệu.
- Không bị ảnh hưởng của thời tiết: Các chương trình truyền hình trên cáp sẽ không chịu ảnh hưởng của thời tiết do khả năng cách ly và chống nhiễu tốt của cáp.
- Không chiếm dụng phổ tần số vô tuyến: Là một mạng thông tin hữu tuyến riêng biệt, mạng truyền hình cáp được xây dựng sẽ cho phép cung cấp hàng chục chương trình truyền hình mà không chiếm dụng cũng như ảnh hưởng đến phổ tần số vô tuyến đã chật

chội, điều này càng trở nên quý giá khi càng ngày các đài phát thanh truyền hình mất đất càng tăng số lượng chương trình phát sóng.

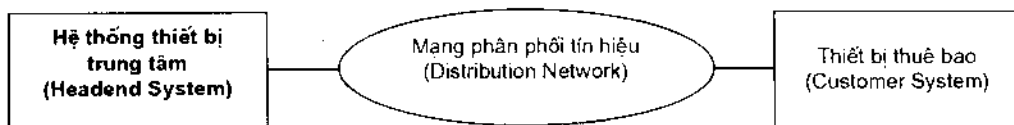
- Không gây can nhiễu cho các trạm phát sóng nghiệp vụ khác: Các tín hiệu truyền trên các sợi cáp được cách ly và chống nhiễu tốt sẽ không gây ra nhiễu vô tuyến cho các trạm phát vô tuyến khác.

- Có khả năng cung cấp tốt dịch vụ truyền hình số và các dịch vụ hai chiều khác: Dải thông lớn của mạng truyền hình cáp hữu tuyến sẽ cho phép không chỉ cung cấp các dịch vụ truyền hình tương tự mà còn cho phép cung cấp nhiều các chương trình truyền hình số, truyền hình tương tác và đặc biệt là khả năng cung cấp các dịch vụ viễn thông hai chiều, truy cập Internet, truyền số liệu tốc độ cao mà một mạng viễn thông cũng khó mà đạt được.

- Một ưu điểm nữa của hệ thống truyền hình cáp là có thể sử dụng các kênh kế nhau để truyền tín hiệu trong tất cả các phạm vi mà không xuất hiện hiện tượng nhiễu đồng kênh. Tuy nhiên, các tín hiệu phải được điều khiển ở độ tuyến tính cao nhằm tránh hiện tượng điều biến tương hỗ.

2. Sơ đồ khối tổng quát hệ thống truyền hình cáp

Mạng truyền hình cáp bao gồm 3 thành phần chính: Hệ thống thiết bị tại trung tâm, hệ thống mạng phân phối tín hiệu và thiết bị thuê bao, hình 7-19.



Hình 7-19. Sơ đồ khối tổng quát hệ thống truyền hình cáp hữu tuyến.

- Hệ thống thiết bị trung tâm (Headend System) là nơi cung cấp, quản lý chương trình cho hệ thống mạng truyền hình cáp. Đây cũng chính là nơi thu thập các thông tin giám sát trạng thái, kiểm tra hoạt động mạng và cung cấp các tín hiệu điều khiển mạng. Với các hệ thống hiện đại có khả năng cung cấp các dịch vụ tương tác, truyền số liệu, hệ thống thiết bị trung tâm còn có thêm các nhiệm vụ như: mã hóa tín hiệu quản lý truy nhập, tính cước truy nhập, giao tiếp với các hệ thống mạng viễn thông như mạng Internet v.v...

- Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp là môi trường truyền dẫn tín hiệu từ trung tâm mạng đến các thuê bao. Tùy theo đặc trưng của mỗi hệ thống truyền hình cáp, môi trường truyền dẫn tín hiệu sẽ thay đổi: với hệ thống truyền hình cáp như MMDS, môi trường truyền dẫn sẽ là sóng vô tuyến, còn đối với hệ thống truyền hình cáp hữu tuyến môi trường truyền dẫn sẽ là các hệ thống cáp hữu tuyến (cáp quang, cáp đồng

trục, cáp đồng xoắn v.v...). Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp hữu tuyến có nhiệm vụ nhận tín hiệu ra từ các thiết bị trung tâm, điều chế, khuếch đại và truyền vào mạng cáp, các thiết bị khác trong mạng có nhiệm vụ khuếch đại, cấp nguồn và phân phối tín hiệu truyền hình đến tận thiết bị của thuê bao. Hệ thống mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp là bộ phận quyết định đến chất lượng dịch vụ, khoảng cách phục vụ, số lượng thuê bao và khả năng mở rộng và nâng cấp mạng.

- Thiết bị tại thuê bao: Với một mạng truyền hình cáp sử dụng công nghệ tương tự, thiết bị tại thuê bao có thể chỉ là một máy thu hình, thu tín hiệu từ mạng phân phối tín hiệu.

Với mạng truyền hình cáp sử dụng công nghệ hiện đại hơn, thiết bị thuê bao gồm các bộ chia tín hiệu, các đầu thu tín hiệu truyền hình (*Set-top-box*) và các modem cáp. Các thiết bị này có nhiệm vụ thu tín hiệu và đưa đến tivi và các máy tính để thuê bao sử dụng các dịch vụ của mạng: chương trình tivi, truy nhập Internet, truyền dữ liệu.

3. Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp hữu tuyến

a) Mạng toàn cáp đồng trục

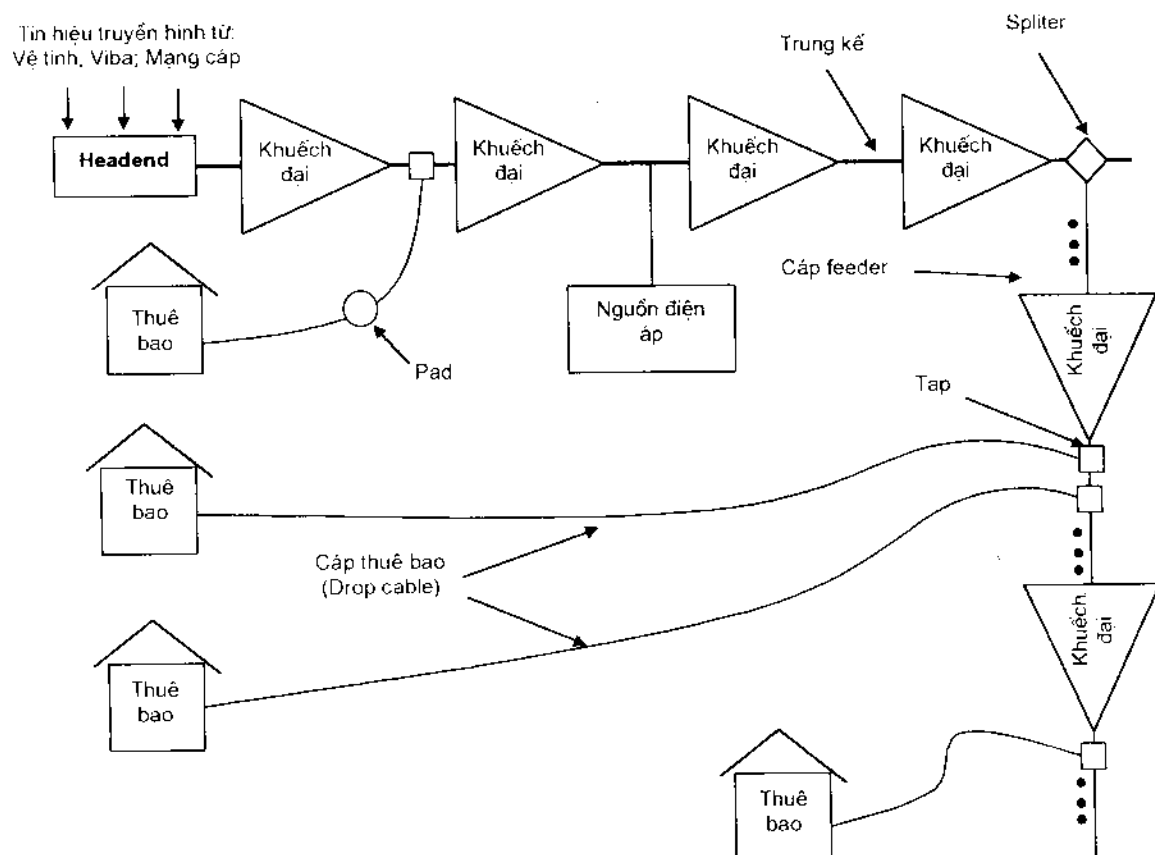
Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp đồng trục có cấu hình chủ yếu là hình cây, như hình vẽ 7-20.

Các chương trình thu được từ vệ tinh hoặc viha tại headend. Headend thực hiện nhiệm vụ:

- Thu các chương trình từ vệ tinh, các trạm vi ba, các mạng cáp hữu tuyến khác.
- Chuyển đổi từng kênh tần số RF mong muốn, thực hiện xáo trộn kênh khi có yêu cầu.
- Thực hiện ghép kênh (FDM) thành một kênh đơn tương tự băng rộng và phát quảng bá tới các thuê bao.

Hệ thống mạng truyền dẫn bao gồm các thân cáp chính (*trunk*), các nhánh cáp phụ rẽ ra từ các thân cáp chính (*feeder*) và phân cáp kết nối từ cáp nhánh đến thuê bao hộ gia đình (*drop*). Các thân cáp chính (*trunk*) truyền dẫn tín hiệu, khuếch đại và phân chia tín hiệu ra các cáp nhánh (*feeder*) bằng các thiết bị chia tín hiệu (*Splitter*). Tín hiệu đưa đến thuê bao được trích ra từ các cáp nhánh nhờ bộ trích tín hiệu (*tap*) và truyền đến thuê bao qua các cáp thuê bao.

Trên đường đi của tín hiệu, các bộ khuếch đại tín hiệu được đặt ở các khoảng cách phù hợp để khôi phục tín hiệu bị suy hao. Các bộ khuếch đại được cấp nguồn nhờ các bộ cấp nguồn đặt rải rác trên đường đi của cáp, các bộ nguồn này lấy tín hiệu từ mạng điện sở tại. Các bộ khuếch đại xa nguồn được cấp nguồn cũng chính bằng sợi cáp đồng trục đồng đến các bộ khuếch đại, đồng một chiều sẽ được tách riêng để cấp nguồn cho bộ khuếch đại.



Hình 7.20. Kiến trúc mạng CATV truyền thống.

Vì tín hiệu suy hao tỉ lệ với khoảng cách truyền dẫn nên để cung cấp cho các thuê bao ở xa thì cần phải khuếch đại tín hiệu ở mức cao, làm cho cả mức tín hiệu và méo đều lớn. Do vậy tại thuê bao ở gần Headend cần có một thiết bị thụ động để làm suy giảm bớt mức tín hiệu gọi là Pad.

Các hệ thống cáp đồng trục cải thiện đáng kể chất lượng tín hiệu thu của TV, cấu trúc mạng chủ yếu được dùng để truyền tín hiệu tương tự, các thiết bị mạng đơn giản, sẵn có, giá thành thấp. Tuy nhiên mạng toàn cáp đồng trục có một số nhược điểm sau:

- Các hệ thống thuần túy cáp trục không thể thỏa mãn các dịch vụ băng rộng tốc độ cao.
- Do truyền dẫn tín hiệu bằng cáp đồng trục có suy hao rất lớn, dẫn đến cần phải đặt nhiều bộ khuếch đại tín hiệu trên đường truyền, dẫn đến các chi phí khác kèm theo: nguồn cấp cho bộ khuếch đại, công suất tiêu thụ của mạng tăng lên v.v... dẫn đến chi phí cho mạng lớn.

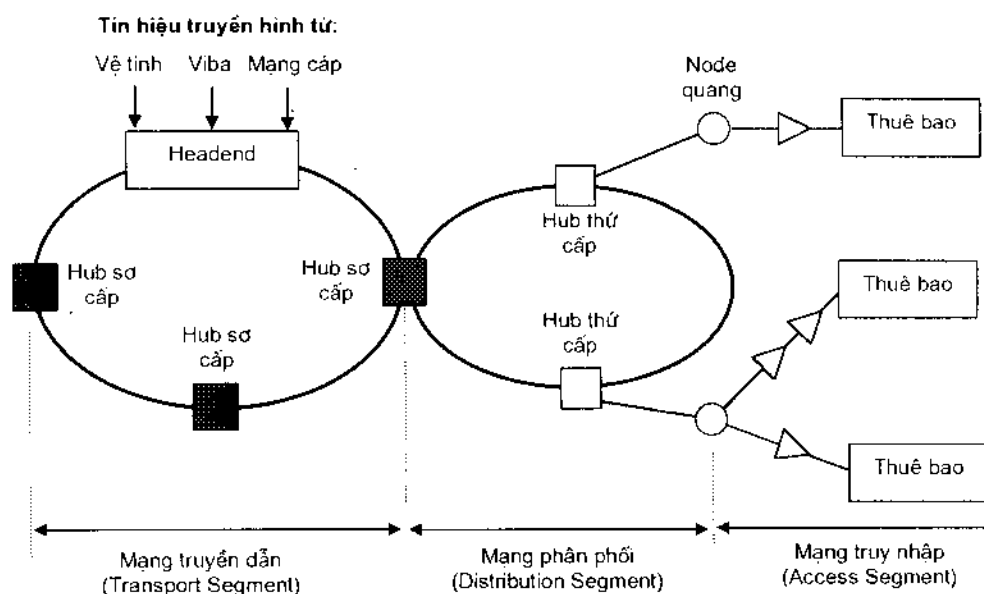
- Do sử dụng các bộ khuếch đại tín hiệu để bù suy hao cáp, nhiễu đường truyền tác động vào tín hiệu và nhiễu nội bộ của bộ khuếch đại được loại bỏ không hết và tích tụ trên đường truyền, nên càng xa trung tâm chất lượng tín hiệu càng giảm, dẫn đến hạn chế bán kính phục vụ của mạng.

- Các hệ thống cáp đồng trục rất phức tạp khi thiết kế và vận hành hoạt động. Việc giữ cho công suất cân bằng cho tất cả các thuê bao là vấn đề rất khó.

Để giải quyết các nhược điểm trên, các nhà cung cấp cùng đi tới ý tưởng sử dụng cáp quang thay cho cáp trung kế đồng trục. Toàn hệ thống sẽ có cả cáp quang và cáp đồng trục gọi là mạng kết hợp cáp quang và cáp đồng trục (HFC).

b) Mạng kết hợp cáp quang và cáp đồng trục (HFC - Hybrid Fiber/Coaxial)

Mạng HFC (Hybrid Fiber/Coaxial Network) là mạng kết hợp cáp quang và cáp đồng trục, sử dụng đồng thời cáp quang và cáp đồng trục để truyền và phân phối tín hiệu. Việc truyền tín hiệu từ trung tâm đến các node quang là cáp quang, còn từ các node quang đến thuê bao là cáp đồng trục, hình 7-21.



Hình 7-21. Kiến trúc mạng HFC.

- Mạng truyền dẫn bao gồm hệ thống cáp quang và các Hub sơ cấp, nhiệm vụ của nó là truyền dẫn tín hiệu từ headend đến các khu vực xa. Các Hub sơ cấp có chức năng thu/phát quang từ/đến các node quang và chuyển tiếp tín hiệu quang tới các Hub khác.

- Mạng phân phối tín hiệu bao gồm hệ thống cáp quang, các Hub thứ cấp và các node quang. Tín hiệu quang từ các Hub sẽ được chuyển thành tín hiệu điện tại các node quang để truyền đến thuê bao. Ngược lại trong trường hợp mạng 2 chiều, tín hiệu điện từ

mạng truy nhập sẽ được thu tại node quang và chuyển thành tín hiệu quang để truyền đến Hub về Headend.

- Mạng truy nhập bao gồm hệ thống cáp đồng trục, các thiết bị thu phát cao tần có nhiệm vụ truyền tải các tín hiệu cao tần RF giữa node quang và các thiết bị thuê bao. Thông thường bán kính phục vụ của mạng con truy nhập tối đa khoảng 300 m.

Ưu điểm của mạng HFC:

- Sử dụng cáp quang để truyền dẫn tín hiệu, mạng HFC sẽ tận dụng được các ưu điểm vượt trội của cáp quang so với các phương tiện truyền dẫn khác: dải thông rất lớn, suy hao tín hiệu rất thấp, ít bị nhiễu điện từ, chống lão hóa và ăn mòn hóa học tốt. Với các sợi quang sản xuất với công nghệ hiện đại hiện nay cho phép truyền các tín hiệu có tần số lên đến hàng trăm Tetra Hertz ($10^{14} - 10^{15}$ Hz). Đây là dải thông tín hiệu vô cùng lớn, có thể đáp ứng mọi yêu cầu dải thông đường truyền mà không phương tiện truyền dẫn nào có thể có được.

- Tín hiệu quang truyền trên sợi quang hiện nay chủ yếu nằm trong hai cửa sổ bước sóng quang là 1310 nm và 1550 nm. Đây là hai cửa sổ có suy hao tín hiệu rất nhỏ: 0,3 dB/km với bước sóng 1310 nm và 0,2 dB/km với bước sóng 1550 nm. Điều này cho thấy với bước sóng 1550 nm, năng lượng tín hiệu quang chỉ bị suy hao 0,2 dB khi truyền trên 1 km, trong khi đó với một sợi cáp đồng trục loại có suy hao thấp nhất cũng phải mất 43 dB/km tại tần số 1 GHz.

- Tín hiệu truyền trên sợi cáp là tín hiệu quang, vì vậy không bị ảnh hưởng bởi các nhiễu điện từ từ môi trường, dẫn đến đảm bảo được chất lượng tín hiệu trên đường truyền. Được chế tạo từ các chất trung tính là plastic và thủy tinh, các sợi quang là các vật liệu không bị ăn mòn hóa học vì thế tuổi thọ của sợi quang cao.

c) Mạng có cấu trúc kết hợp cáp quang và cáp xoắn đồng

Với mạng kiểu này, cáp quang thực hiện nhiệm vụ truyền tín hiệu từ trung tâm đến các nút quang tại khu vực thuê bao, từ nút quang đến thuê bao sẽ là cáp đồng xoắn điện thoại bình thường.

Cấu trúc mạng này có ưu điểm là sử dụng mạng sẵn có của bưu điện để truyền tín hiệu truyền hình, do đó không cần đầu tư mới tiết kiệm chi phí ban đầu.

Thực tế hiện nay tín hiệu truyền hình được truyền trên cáp đồng xoắn được truyền theo công nghệ DSL (Digital Subscriber Line). DSL là công nghệ được phát triển nhằm truyền số liệu tốc độ cao trên đôi cáp đồng trục đã có sẵn. Công nghệ DSL bao gồm ba kỹ thuật: HDSL (Hight - Speed DSL), ADSL (Asynmetrical DSL), VDSL (Very Hight Bit Rate DSL). Đặc tính của các kỹ thuật này được mô tả trong bảng 7-2.

Khi triển khai mạng truyền hình cáp bằng phương án kết hợp cáp quang và cáp đồng xoắn sẽ gặp những khó khăn sau:

Bảng 7-2. Các đặc tính kỹ thuật của các công nghệ xDSL

Kỹ thuật	Tốc độ bit hướng lên (Upstream)	Tốc độ bit hướng xuống (Downstream)	Khoảng cách phục vụ (km)	Ứng dụng
HDSL	1,5 - 2 Mbit/s	1,5 - 2 Mbit/s	5 km	Điện thoại, Internet, truyền hình hội nghị
ADSL	64 Kbit/s	3,5 - 8 Mbit/s	5 km	Điện thoại, Internet, truyền hình hội nghị, VOD
VDSL	2 Mbit/s	52 Mbit/s	0,3 km	Điện thoại, Internet, truyền hình hội nghị, VOD, HDTV

- Không thể truyền được tín hiệu truyền hình tương tự vì để truyền một kênh truyền hình tương tự yêu cầu độ rộng băng thông là 6 MHz với hệ NTSC và 8 MHz với hệ PAL.

- Chỉ có thể truyền được tín hiệu truyền hình số có nén và chỉ truyền được 2 đến 3 kênh truyền hình. Để khắc phục điều này, người ta chỉ gửi đi kênh truyền hình được yêu cầu. Như vậy thuê bao không thể cùng một lúc xem được nhiều kênh với nhiều máy thu.

- Nếu triển khai mạng kết hợp cáp quang và cáp đồng xoắn, rõ ràng hoàn toàn phải dựa vào hệ thống mạng viễn thông bưu điện dẫn đến không thuận lợi và linh hoạt trong quá trình triển khai và điều hành mạng.

d) Mạng toàn cáp quang

Một mạng truyền dẫn quang hóa hoàn toàn từ nhà cung cấp dịch vụ đến tận thuê bao là mơ ước của mọi nhà cung cấp dịch vụ truyền hình cũng như viễn thông nói chung do các ưu điểm nổi bật của cáp sợi quang. Tuy nhiên, khi triển khai một mạng như thế sẽ phải đầu tư ban đầu rất lớn và gặp nhiều khó khăn khác.

4. Truyền dẫn tín hiệu trên mạng truyền hình cáp

Tín hiệu cung cấp cho hệ thống truyền hình cáp được lấy từ nhiều nguồn khác nhau: từ hệ thống truyền hình quảng bá mặt đất, từ vệ tinh, từ vi ba hoặc được cung cấp trực tiếp từ bộ phận sản xuất chương trình.

Truyền hình cáp sử dụng các kênh truyền nằm trong phạm vi dải thông cận dưới của băng UHF. Các kênh truyền hình cáp được chia thành các băng VHF thấp, VHF giữa, VHF cao và siêu băng (superband). Căn cứ vào dải thông hay số lượng kênh mà người ta chia làm các hệ thống nhỏ, vừa hay lớn. Bảng 7-3 dưới đây chỉ ra một cách phân chia các hệ thống.

Bảng 7-3. Phân loại các hệ thống truyền hình cáp

Phân loại hệ thống	Dải thông	Phạm vi tần số hoạt động
Small	170 MHz	50 MHz- 220 MHz
	220 MHz	50 MHz- 270 MHz
Medium	280 MHz	50 MHz- 330 MHz
	350 MHz	50 MHz- 400 MHz
Large	400 MHz	50 MHz- 450 MHz
	500 MHz	50 MHz- 550 MHz
	700 MHz	50 MHz- 750 MHz
	950 MHz	50 MHz- 1000 MHz

Toàn bộ dải thông của hệ thống được chia thành các kênh vô tuyến có kích thước 8 MHz theo tiêu chuẩn của Châu Âu hoặc 6 MHz theo tiêu chuẩn Bắc Mỹ. Sở dĩ có hai cách chia là để cho mỗi kênh có thể mang được một kênh truyền hình tương tự, mà ở Châu Âu thì truyền hình tương tự theo tiêu chuẩn PAL có dải thông 8 MHz còn ở Bắc Mỹ và Nhật Bản truyền hình tương tự theo tiêu chuẩn NTSC có dải thông là 6 MHz. Tất nhiên trong mỗi kênh này có thể truyền một kênh truyền hình tương tự hoặc nhiều kênh truyền hình số.

a) Truyền dẫn tín hiệu tương tự

Dải thông cần thiết để truyền một kênh truyền hình tương tự theo tiêu chuẩn PAL là 8 MHz, đúng bằng dải thông một kênh trong hệ thống kênh của truyền hình cáp. Truyền dẫn tín hiệu truyền hình tương tự trên mạng có ưu điểm là giảm chi phí thuê bao. Để thu được tín hiệu truyền hình tương tự, thuê bao chỉ cần một máy thu bình thường, nối đường cáp với đầu nối anten và điều chỉnh máy thu của mình thu ở dải tần của kênh được phát. Như vậy các thuê bao không phải đầu tư thiết bị ban đầu khi lắp đặt truyền hình cáp. Tuy nhiên, các hệ thống truyền hình cáp hữu tuyến tương tự có một số nhược điểm sau:

- Trong thực tế, các bộ lọc thông dải trong các thiết bị điều chế tín hiệu truyền hình cáp tương tự không đạt được đặc tuyến lý tưởng, dẫn đến tín hiệu của một kênh chương trình này vẫn gây nhiễu sang các kênh liền kề, dẫn đến giảm chất lượng hình ảnh khi phát nhiều kênh chương trình.
- Do khả năng chống nhiễu của phương thức điều chế tín hiệu tương tự kém nên nhiễu tác động vào tín hiệu trên đường truyền sẽ không thể loại bỏ được ở máy thu, dẫn đến giảm chất lượng tín hiệu.
- Không thể thực hiện các dịch vụ truyền hình tương tác, truyền hình độ phân giải cao (HDTV).

b) Truyền dẫn tín hiệu số

Sự phát triển của kỹ thuật số và công nghệ thông tin đã tạo ra cuộc cách mạng thực sự trong kỹ thuật phát thanh - truyền hình, đó là sự ra đời các chuẩn truyền dẫn truyền hình số. Sự ra đời của các chuẩn truyền dẫn truyền hình số đã tạo ra những ưu điểm vượt trội so với các chuẩn truyền dẫn và phát tín hiệu truyền hình tương tự:

- Khả năng chống nhiễu cao: Quá trình điều chế tín hiệu truyền hình số bao gồm việc xáo trộn dữ liệu (bit-Interleaving, byte-Interleaving), các khâu này giúp cho khả năng: khi có nhiễu đường truyền tác động vào các nhóm bit hoặc nhóm byte, do các bit trong nhóm bị lỗi không nằm cạnh nhau thực sự trong luồng thông tin, dẫn đến số lượng bit bị lỗi trong một nhóm bit thông tin thực tế rất ít, điều này làm cho ảnh hưởng của nhiễu giảm xuống rất nhiều so với các tín hiệu truyền hình tương tự.
- Có khả năng phát hiện và sửa lỗi: phương pháp mã hóa bit đặc biệt (mã hóa Reed-Solomon, mã hóa vòng xoắn- Viterbi), và khả năng ghép thêm các bit để phát hiện lỗi bit và tự sửa lỗi trước khi truyền tín hiệu truyền hình số làm cho các dòng bit tín hiệu truyền hình số có thể tự phát hiện và sửa lỗi, điều này tín hiệu truyền hình tương tự không thể làm được.
- Chất lượng chương trình trung thực: Do cả khả năng chống nhiễu, phát hiện và tự sửa lỗi tốt, tại phía thu tín hiệu truyền hình số sẽ được khôi phục hoàn toàn, giúp cho hình ảnh phía thu hoàn toàn trung thực như phía phát.
- Tiết kiệm phổ tần và kinh phí đầu tư: Bằng cách sử dụng công nghệ nén MPEG-2 và phương thức điều chế tín hiệu số có mức điều chế cao (QPSK, QAM, 16QAM, 64QAM, 256QAM v.v...), dải tần 8 MHz của một kênh truyền hình tương tự hệ PAL có thể tải được 4-8 chương trình truyền hình số với chất lượng cao, điều này nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên tần số và tiết kiệm cho phí đầu tư cũng như chi phí vận hành bảo dưỡng thiết bị khi muốn phát nhiều chương trình.
- Khả năng thực hiện truyền hình tương tác, truyền số liệu và truy nhập Internet: Truyền hình số ra đời mở ra một lựa chọn mới cho việc truyền số liệu và Internet. Việc truyền số liệu kèm theo các chương trình truyền hình cho phép thực hiện dễ dàng các dịch vụ truyền hình tương tác (truyền hình theo yêu cầu VOD, Web TV ...) nhờ các kênh dữ liệu điều khiển từ hướng thuê bao đến các nhà cung cấp dịch vụ.

5. Các thông số ảnh hưởng tới mạng truyền hình cáp

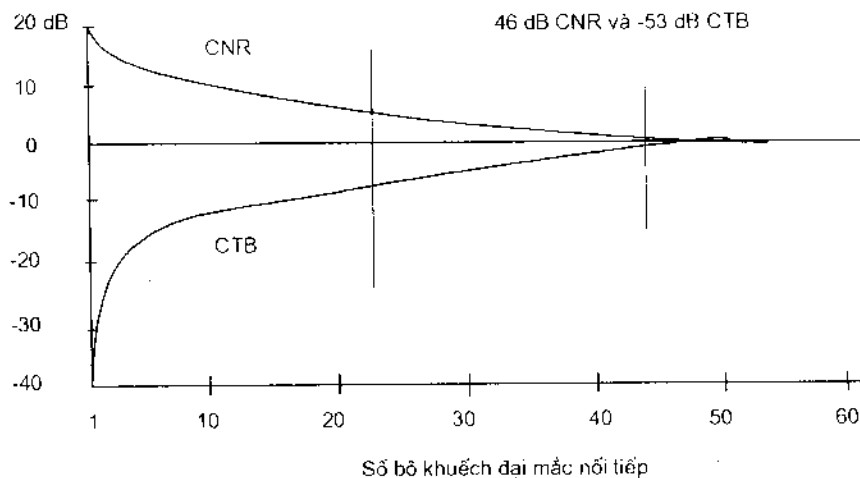
a) Các đại lượng đặc trưng cho nhiễu

Trong quá trình truyền dẫn tín hiệu phải sử dụng các thiết bị để truyền và xử lý tín hiệu, các thiết bị tích cực và ngay cả các thiết bị thụ động cũng thêm các tín hiệu nhiễu vào tín hiệu làm cho chất lượng tín hiệu giảm. Các bộ khuếch đại tín hiệu có đặc tuyến

không lí tưởng gây ra nhiễu và các nhiễu này lại được khuếch đại khi đi qua các bộ khuếch đại nối tiếp nhau tích lũy lại gây ra méo tín hiệu rất nghiêm trọng.

Nhiều trong một hệ thống điện tử bất kỳ gây ra từ nhiều nguồn khác nhau. Nguồn nhiễu chính là chuyển động nhiệt của các electron trong các thành phần trở kháng. Với hệ thống cáp ở 20°C thì điện áp nhiễu nhiệt của dải tần một kênh đơn là 1,1 μ V hay -59,1 dBmV. Đây là mức nhiễu thấp nhất gọi là nhiễu nền. Để định lượng cho mức độ nhiễu của hệ thống người ta định nghĩa ra tỉ số SNR và CNR là tỉ lệ giữa công suất của tín hiệu hay của sóng mang trên công suất của nhiễu.

Mức ngưỡng của CNR là 40 dB, dưới mức ngưỡng này thì nhiễu làm giảm độ phân giải và độ tương phản của ảnh gây khó chịu cho người xem. Hệ thống chất lượng tốt là duy trì được CNR ở mức 46 dB, hoàn hảo là 48 đến 50 dB. Tăng công suất tín hiệu thì tỉ lệ CNR tăng, nhưng khi đó tín hiệu lại bị méo. Mức tín hiệu càng cao méo sinh ra càng lớn. Các bộ khuếch đại hiện đại sử dụng cấu hình cân bằng có thể triệt bỏ hầu như toàn bộ các méo này, phần méo còn lại gọi là *triple beats* và được đặc trưng bởi một đại lượng là CTB (*Composite Triple Beats*). Các tham số của bộ khuếch đại xác định số lượng bộ khuếch đại ghép nối tiếp, do đó xác định khoảng cách có thể truyền được tín hiệu đến. Yếu tố này được sử dụng để thiết kế hệ thống trung kế cáp đồng trục.



Hình 7-22. Đặc tuyến CNR, CTB với hệ thống nối tiếp các bộ khuếch đại.

Giới hạn hoạt động của một hệ thống cáp được xác định bởi mức nhiễu nền và méo trần được biểu diễn như hình 7-22 cho hệ thống ở 300 MHz. Hình 7-22 chỉ ra rằng một hệ thống với 46 bộ khuếch đại có tỉ lệ CNR là 46 dB và CTB là -53 dB. Tuy nhiên còn có nhiều nhân tố khác ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống như: sự phụ thuộc của suy giảm trong cáp và nhiễu vào nhiệt độ, mức chịu đựng AGC và ASC, đáp ứng tần số của hệ thống, độ chính xác của việc kiểm tra thiết bị v.v... Trong ví dụ này, giả sử mức thay đổi cho phép của AGC và ASC là 1 dB, mức thay đổi từ điểm cao nhất đến điểm

thấp nhất là 3 dB, độ chính xác kiểm tra thiết bị là 2 dB, kết quả tổng mức thay đổi cho phép là 6 dB. Như vậy số bộ khuếch đại cho phép là 23 (số bộ khuếch đại giảm một nửa khi giới hạn CTB giảm 6 dB hoặc CNR giảm 3 dB).

Như ta đã thấy phạm vi bao phủ của hệ thống cấp phụ thuộc vào số bộ khuếch đại trên đường truyền, mà số lượng này lại phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Một trong những điều kiện để có được độ bao phủ tối đa là mỗi bộ khuếch đại phải có đáp ứng tần số biên độ phẳng.

h) Duy trì đáp ứng tần số biên độ

Tại mỗi bộ khuếch đại, khoảng cách từ đỉnh tới đáy các nhấp nhô của đáp ứng biên độ - tần số không được vượt quá $[N/10+1]$ dB, ở đây N là số bộ khuếch đại mắc nối tiếp trên đường truyền. Điều này làm tối thiểu sự suy giảm của tỉ số CNR ở các kênh rơi vào phần thấp của đáp ứng tần số. Các khuyến nghị trong thực tế qui định rằng biên độ sóng mang của các kênh cạnh nhau khác nhau không được quá 3 dB. Tất cả các kênh phải nằm trong toàn bộ 12 dB dải thông của cửa sổ đáp ứng.

Để đánh giá đáp ứng tần số của hệ thống có hai phương pháp là quét từ 50 MHz đến hết dải thông của hệ thống và phân tích phổ. Phương pháp quét cho phép các bộ khuếch đại điều chỉnh để đạt được đáp ứng phẳng nhất. Tại mỗi bộ khuếch đại có thể được lắp một mạch điều chỉnh đáp ứng tần số gọi là mạch *mop-up*. Các mạch này có thể làm mất đi các đỉnh nhỏ (nhỏ hơn 1,5 dB) của đáp ứng do các bộ khuếch đại hoặc cáp gây ra.

c) Trễ nhóm của tín hiệu khi đi qua hệ thống cáp

Các bộ khuếch đại trung kế có khả năng khuếch đại theo cả hai hướng nhờ các bộ lọc kép, là bộ lọc kết hợp cả lọc thông thấp và lọc thông cao với vùng tần số giao nhau 40 MHz. Các bộ lọc này gây ra trễ nhóm làm giảm độ phân giải của hình ảnh. Các bộ lọc xuất hiện tại các headend và hub ở các kết nối với các thiết bị xử lý kênh hoặc các bộ điều chế kênh. Mỗi kênh thường chỉ có một thiết bị này, do vậy các ảnh hưởng trễ của các thiết bị này không gây ra vấn đề gì. Tuy nhiên với một số cấu hình của các hệ thống truyền tín hiệu, các bộ lọc thêm vào các kênh đơn hoặc kênh kép sẽ gây ra trễ ở các hub.

d) Phản hồi của hệ thống

Sự phản hồi tín hiệu xuất hiện khi qua hệ thống cáp gây ra bởi sự không phối hợp trở kháng, được gọi là *micro-reflections*. Đại lượng đặc trưng cho sự phản hồi là tỉ số về biên độ của tín hiệu truyền và tín hiệu phản xạ. Tỉ số này càng lớn càng tốt, trong trường hợp lí tưởng tỉ số này là vô cùng lớn. Nếu tỉ số này nhỏ, tức là tín hiệu phản xạ lớn, sẽ gây ra hiện tượng hình ảnh bị có bóng mờ.

e) Nhiễu pha

Nhiễu pha được thêm vào tín hiệu gốc trong quá trình điều chế và biến đổi tần số. Nhiễu pha băng hẹp (20 kHz) trên kênh truyền hình tạo ra sự thay đổi mức độ chói và mức màu xuất hiện dưới dạng một đường kẻ ngang trong hình ảnh. Mức có thể cảm

nhận được của nhiều pha trong sóng mang video là nhỏ hơn sóng mang 53 dB tại 20 kHz. Nếu quá trình điều chế và biến đổi tần số hoạt động gần với các chỉ tiêu kỹ thuật, thì có thể làm suy yếu nhiều pha đến mức không còn cảm nhận được tại tivi của khách hàng trừ khi bộ chuyển đổi có chất lượng kém.

f) Méo phi tuyến: CSO, CTB, XMOD

Khi nhiều tín hiệu có băng tần giới hạn như tín hiệu video điều chế AM/VSF được phát qua các thành phần phi tuyến hoặc các hệ thống phi tuyến như bộ khuếch đại RF hoặc laser thì sẽ xuất hiện nhiều loại méo phi tuyến khác nhau. Trong hệ thống CATV, tổng tất cả các hài điều biến thứ cấp khác nhau trong một kênh cụ thể được gọi là méo CSO (Composite Second-Order Beats).

Do ảnh hưởng của méo CSO, trên màn hình TV xuất hiện các đường gạch chéo chuyển động chậm.

Với hệ thống CATV có N bộ khuếch đại khác nhau, méo CSO toàn hệ thống được tính:

$$CSO_N = -15 \lg[10^{CSO_1/15} + 10^{CSO_2/15} + \dots + 10^{CSO_N/15}] \quad (7-3)$$

Trong một hệ thống cáp, tổng các thành phần hài điều biến bậc ba khác nhau trong một kênh cụ thể được gọi là méo CTB.

Đối với hệ thống CATV có N bộ khuếch đại khác nhau, CTB tổng được tính:

$$CTB_N(dB) = -20 \lg[10^{CTB_1/20} + 10^{CTB_2/20} + \dots + 10^{CTB_N/20}] \quad (7-4)$$

Sự phân kênh HRC (Harmonically Related Carriers) và IRC (Incrementally Related Carriers) được phát triển để cực tiểu hoá sự thăng giáng của chất lượng ảnh gây ra bởi CTB.

Méo xuyên điều chế XMOD là một loại méo khác trong CATV. Nó xuất hiện khi một nhóm sóng mang video đang điều chế các sóng mang video khác trong một hệ thống video đa kênh. Nguồn gốc méo XMOD giống với méo CSO/CTB. Méo XMOD thường được sinh ra khi một bộ khuếch đại đồng trục RF hoặc các thiết bị tích cực khác bị quá tải khi đó điểm làm việc sẽ rơi vào vùng phi tuyến. Trong các mạng CATV trước đây, méo XMOD thường sinh ra nhiều ảnh mà hiệu ứng giống như cần gạt nước xe trên màn hình. Tuy nhiên các mạng CATV hiện nay với số lượng lớn các kênh AM/VSF và có mức quá tải cao, các hiệu ứng do méo XMOD gây ra thường không thể phát hiện được do có sự xuất hiện của nhiều CSO/CTB, do vậy không gây ra những vấn đề nghiêm trọng cho các nhà điều hành cáp.

g) Ảnh hưởng của nhiễu do các tần số radio gây ra

Khi hệ thống cáp đặt gần nguồn phát sóng radio, sóng radio có thể dò vào tạo nên các sóng mang giả rơi vào trong phổ tín hiệu truyền trong cáp. Hiện tượng dò là do cáp bị rạn nứt hoặc các chỗ nối chất lượng kém.

Nếu các trạm truyền hình có sóng mang cùng tần số với kênh truyền hình cáp và thiết bị xử lý kênh ở Headend đồng pha với tín hiệu sóng đất, ảnh hưởng của sự giao thoa này là hình ảnh có bóng. Bóng xuất hiện trước hình do thời gian truyền qua không khí nhỏ hơn thời gian truyền trong cáp. Nếu các tín hiệu này không đồng pha với nhau, trên hình ảnh xuất hiện các dòng và phách nhiễu.

7-4. TRUYỀN HÌNH SỐ MẶT ĐẤT

1. Sơ đồ khối hệ thống truyền hình số mặt đất

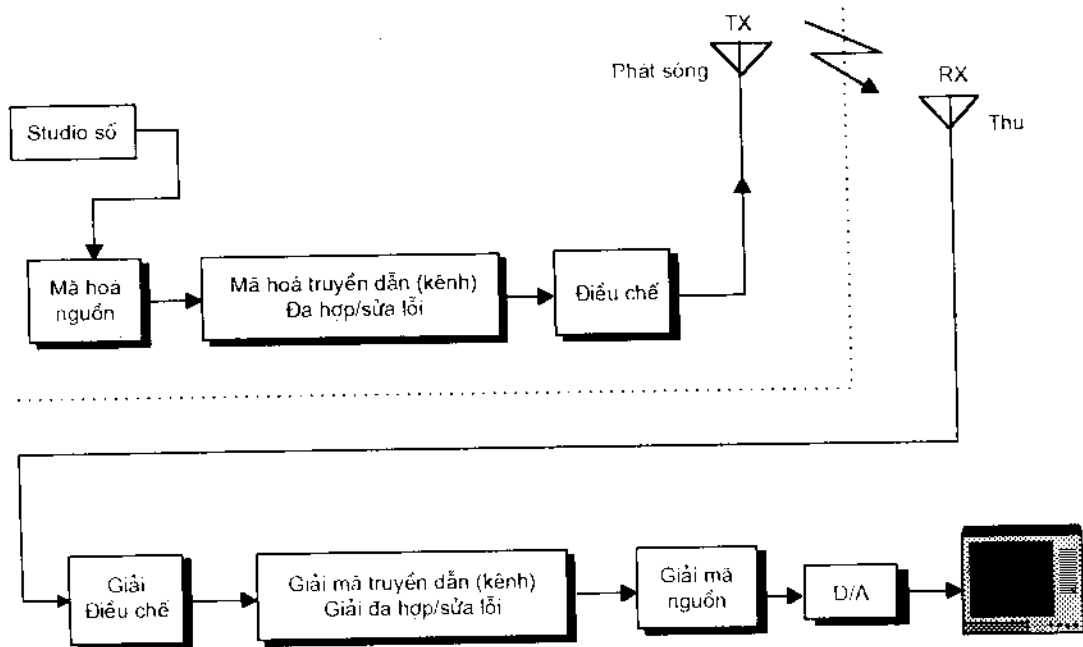
Sơ với các phương thức truyền khác, phương thức truyền hình số mặt đất có những nhược điểm như:

- Kênh bị giảm chất lượng do hiện tượng phản xạ nhiều đường (miltipath) do bề mặt mặt đất cũng như các toà nhà.
- Giá trị tạp do con người tạo ra là cao.
- Do phân bố tần số khá dày trong phổ tần đối với truyền hình, giao thoa giữa truyền hình tương tự và số là vấn đề cần phải xem xét v.v...

Chính vì vậy đã có ý kiến cho rằng phát quảng bá truyền hình số mặt đất là không thực tế. Tuy nhiên, sự ra đời của các chuẩn truyền hình số mặt đất như DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) của châu Âu và ATSC (Advanced Television Systems Committee) của Mỹ đã khắc phục phần lớn các điểm bất lợi trên của truyền hình số mặt đất so với vệ tinh và cáp. Mặt khác phát sóng truyền hình số trên mặt đất có hiệu quả sử dụng tần phổ cao hơn và chất lượng tốt hơn so với phát sóng tương tự hiện tại:

- Trên dải tần của một kênh truyền hình tương tự có thể phát một chương trình truyền hình độ phân tích cao HDTV (màn hình rộng, tỉ lệ 16/9) hoặc nhiều chương trình truyền hình có độ phân tích thấp hơn như: 4 chương trình độ phân tích tiêu chuẩn thông thường SDTV, hoặc 2 chương trình độ phân tích mở rộng EDTV, hoặc thậm chí tới 16 chương trình có độ phân tích hạn chế LDTV chất lượng tương đương VHS.
- Trong phạm vi phủ sóng, chất lượng ổn định, khắc phục được các vấn đề phiền toái như hình ảnh có bóng, can nhiễu, tạp nhiễu, tạp âm v.v.v.
- Máy thu hình có thể được lắp đặt dễ dàng ở các vị trí trong nhà, có thể xách tay hoặc thu lưu động ngoài trời.
- Có dung lượng lớn chứa âm thanh (như âm thanh nhiều đường, lập thể, bình luận v.v.v...), và các dữ liệu.
- Có thể linh hoạt chuyển đổi từ phát chương trình có hình ảnh và âm thanh chất lượng cao (HDTV) sang phát nhiều chương trình chất lượng thấp hơn, và ngược lại.

Hình 7-23 mô tả khái quát cấu trúc của hệ thống phát sóng truyền hình số trên mặt đất (DTTB - Digital Terrestrial Television Broadcasting).



Hình 7-23. Cấu trúc hệ thống tín hiệu số trên mặt đất.

Từ hình 7-23, quá trình phát sóng truyền hình trên mặt đất bao gồm những thành phần chính sau:

- Biến đổi tín hiệu video và audio thành các dữ liệu số.
- Mã hoá nguồn dữ liệu số (Source coding) thực hiện nén số ở các tỉ số nén khác nhau. Việc nén được thực hiện bằng bộ mã hóa MPEG (thực tế mã hóa MPEG-2 được sử dụng cho các hệ thống DVB). Việc mã hóa được thực hiện khá phức tạp dựa trên cơ sở nhiều khung hình ảnh chứa nhiều thông tin với sự sai khác rất nhỏ do đó MPEG làm việc bằng cách chỉ gửi đi những sự thay đổi này và dữ liệu lúc này có thể giảm từ 100 đến 200 lần. Với audio cũng như vậy, việc nén dựa trên nguyên lý tai người khó phân biệt được âm thanh trầm nhỏ so với âm thanh lớn khi chúng có tần số lân cận nhau và những bit thông tin của âm thanh trầm nhỏ này có thể bỏ đi và không được sử dụng.

Mã hoá nguồn chỉ liên quan đến các đặc tính của nguồn. Phương tiện truyền phát không ảnh hưởng gì đến mã hoá nguồn.

- Gói và đa hợp video, audio và các dữ liệu phụ vào một dòng dữ liệu, ở đây là dòng truyền tải MPEG-2.

- Điều chế tín hiệu phát sóng bằng dòng dữ liệu. Quá trình này bao gồm cả mã hoá truyền dẫn, mã hoá kênh và các kỹ thuật hạ thấp xác suất lỗi, chống lại các suy

giảm chất lượng do fading, tạp nhiễu v.v... Việc dùng phương pháp điều chế, mã hoá kênh truyền sẽ xem xét trong phần giới thiệu tiêu chuẩn DVB-T và ATSC DVB.

- Thu: mở gói, giải mã, hiển thị hình và đưa tiếng ra máy thu.

2. Tiêu chuẩn DVB

a) Giới thiệu

Sự tiến bộ của công nghệ truyền hình số trọng việc mã hoá hình ảnh và âm thanh, sản xuất chương trình, lưu trữ và phát sóng đang làm thay đổi một cách nhanh chóng những quan niệm truyền thống về phát thanh và truyền hình. Xét trên góc độ tiến bộ về công nghệ và những đòi hỏi mang tính thương mại mới, dự án DVB (Digital Video Broadcasting - Phát sóng Video số quảng bá) bắt đầu hoạt động vào năm 1993, để hài hoà về mặt chiến lược cho việc giới thiệu truyền hình số ở Châu Âu qua vệ tinh, cáp và các trạm mặt đất. Hiện nay hơn 200 tổ chức đang hợp tác trong dự án về truyền hình số. Các hệ thống truyền hình của dự án DVB được xây dựng trên cơ sở hướng vào thị trường và đã rõ ràng đáp ứng được các đòi hỏi của bộ phận phát sóng, bộ phận cung cấp chương trình, điều hành mạng và công nghiệp điện tử dân dụng.

Dự án DVB xây dựng nhiều tiêu chuẩn khác nhau:

- DVB-S: Tiêu chuẩn phát sóng truyền hình số qua vệ tinh.
- DVB-C: Tiêu chuẩn truyền tải tín hiệu số bằng cáp, tương thích với DVB-S.
- DVB-T: Tiêu chuẩn phát sóng truyền hình số mặt đất cho các kênh có dải phổ (7÷8) MHz.

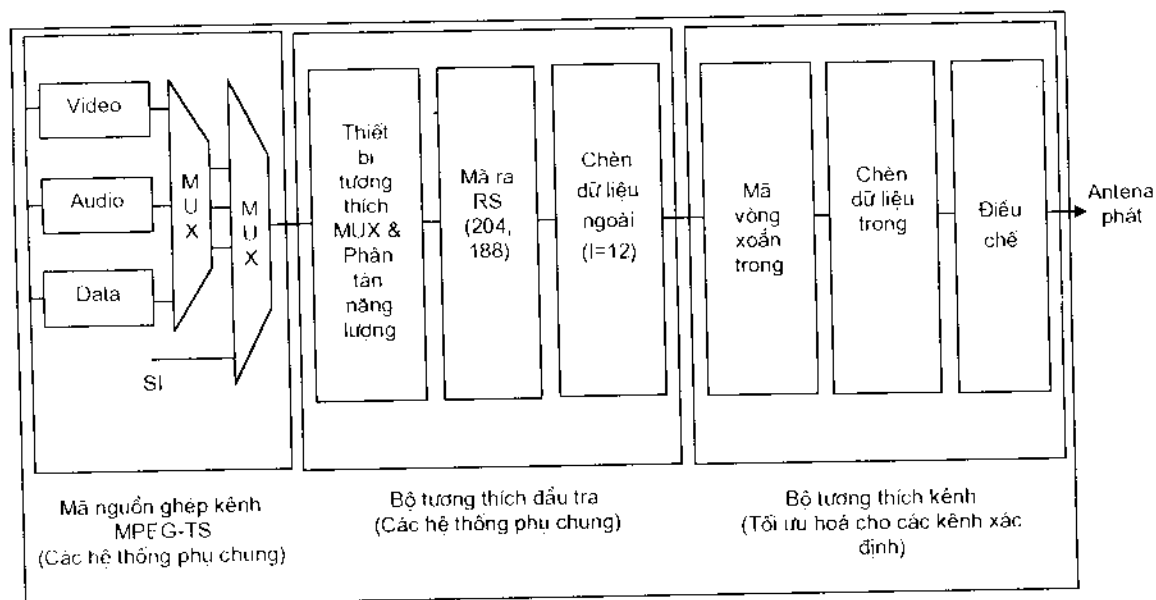
b) Đặc điểm của các hệ thống DVB

Lĩnh 7-24 chỉ ra sơ đồ khối cơ bản của các hệ thống DVB, nó có các đặc điểm sau:

- Mã hoá hình ảnh, âm thanh và ghép kênh: Các hệ thống DVB dựa trên mã hoá hình ảnh và âm thanh theo tiêu chuẩn MPEG-2, giải thuật MP@ML (Main profile@Main level) được lựa chọn, hoạt động ở tốc độ bit 15 Mbit/s. Theo đánh giá cho thấy, bắt đầu từ tín hiệu video nguồn 4:2:2, chất lượng hình ảnh tương đương với hệ PAL (ví dụ truyền hình độ phân giải tiêu chuẩn SDTV) đạt tốc độ khoảng 6 Mbit/s. Tương lai sẽ chấp nhận tiêu chuẩn MPEG-2 khác cho phép phát triển tương hợp với HDTV. Mã hoá tiếng dựa trên giải thuật MUSICAM với tốc độ bit được chọn vào khoảng từ 23 Kbit/s tới 384 Kbit/s, tốc độ bit điển hình để đạt được một chương trình stereo chất lượng cao xấp xỉ 192 Kbit/s.

Các hệ thống DVB dùng các bộ ghép kênh truyền tải linh hoạt của MPEG cho phép trộn trong một kênh truyền duy nhất một số lớn các dịch vụ video, audio và dữ liệu. Các gói MPEG truyền đi như ta đã biết có độ dài 188 bytes và được phân cách bởi

byte đồng bộ. Dung lượng phụ phải kể đến phần Overhead, thông tin dịch vụ SI (Service Information), điều kiện truy nhập CA (Conditional Access), các dịch vụ dữ liệu khác (Teletext, Multi-media).



Hình 7-24. Sơ đồ khối cơ bản của các hệ thống DVB.

- **Bộ tương thích đầu ra cho việc chống lỗi:** Không có bộ phận chống lỗi trong các gói MPEG, do đó cần một cơ cấu sửa lỗi phức tạp, tạo các lỗi ngẫu nhiên trong dòng dữ liệu đưa tới bộ tách kênh.

Bộ tương thích đầu ra (hình 7-24) với các hệ thống DVB cung cấp các tín hiệu ngẫu nhiên và một mức cơ bản cho việc chống lỗi. Các tín hiệu ngẫu nhiên được cài vào bộ tạo dạng phổ và nó dựa trên cơ sở bộ trộn các tín hiệu giả ngẫu nhiên nhị phân PRBS (Pseudo Random Binary Source), đồng bộ cho một khung gồm 8 gói MPEG-2 phân tách bởi một byte đảo ngược. Các gói 188 byte đã được ngẫu nhiên hoá được mã hoá bởi mã đầu ra Reed-Solomon (204,188). Mã này cộng 16 bytes thêm vào và đưa ra khả năng sửa 8 bytes lỗi ngẫu nhiên. Với tỉ lệ BER vào khoảng 2.10^{-4} ở đầu vào (các lỗi độc lập), mã Reed-Solomon cho phép đạt mục tiêu chất lượng QEF (Quasi-error free, hầu như không có lỗi), ví dụ: nhỏ hơn một lỗi tin tức với mỗi giờ truyền tải tại đầu vào bộ phân kênh MPEG-2 phía thu.

Trong chuỗi mã nhận được bởi các hệ thống DVB-S và DVB-T các lỗi đầu ra của bộ giải mã viterbi phía đầu thu không độc lập một cách thống kê nhưng chúng được nhóm lại trong các burst mà ở đó sự quá tải phía thu không độc lập thống kê, các burst này lại được nhóm lại thành các cụm burst mà có thể làm quá tải bộ giải mã RS. Để khắc phục vấn đề này, sử dụng kỹ thuật Interleaving tích chập ngẫu nhiên hoá các byte

lỗi trước khi đưa tới bộ sửa lỗi RS, do đó nâng khả năng sửa lỗi lên 12 lần, bằng cách này tất cả các burst lỗi ngắn hơn 761 bit có thể được sửa.

- Bộ tương thích kênh: Khi sử dụng các hệ thống DVB, người sử dụng có thể lựa chọn trong từng trường hợp cấu hình truyền tốt nhất theo đặc điểm của các kênh có sẵn và các yêu cầu dịch vụ. Lựa chọn một sự trao đổi giữa số chương trình và chất lượng cao của hình ảnh và âm thanh, nhưng cùng một thời điểm, phải đảm bảo tỉ lệ % cao với các dịch vụ có sẵn (ví dụ 99% thời gian) trong các vùng dịch vụ.

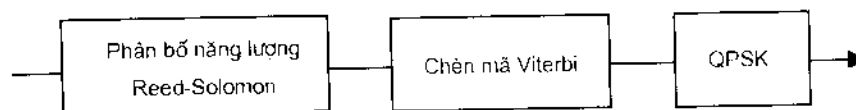
Tính mềm dẻo bên trong của bộ tương thích kênh DVB cho phép khai thác một cách hiệu quả dải tần RF với các phương tiện khác nhau bằng việc sử dụng tốc độ symbol cao nhất (ví dụ sự chiếm phổ tần). Thực tế các hệ thống DVB-S và DVB-T hoàn toàn mềm dẻo trong việc chọn tốc độ symbol, trong khi hệ thống DVB-T tối ưu hoá với các kênh 8 MHz (Các kênh UHF Châu Âu) nhưng cũng có thể dễ dàng chọn tần số 7 MHz hay 6 MHz bằng các tần số lấy mẫu phía thu khu vực lân cận.

Các bộ tương thích kênh cung cấp mã vòng xoắn trong với bộ giải mã Viterbi quyết định bằng phần mềm (trừ hệ thống DVB-C), vòng xoắn trong (chỉ riêng cho hệ thống DVB-T) và bộ phận điều chế. Mã trong có độ dài không đổi là 7 (64 trạng thái lưới) và tốc độ η_c có thể chọn trong 5 giá trị 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 và 7/8 để đạt được dung lượng bit yêu cầu và để thuận tiện cho việc chống tạp âm và chống nhiễu.

c) DVB-S

Đối với hệ thống DVB-S : Một kênh vệ tinh tương phản với một kênh trạm mặt đất hay cáp thường là phi tuyến, băng rộng, công suất hạn chế. Tính phi tuyến là do đặc tuyến pha, biên độ của bộ khuếch đại Onboard mà gần đây đã hướng sang làm việc ở khu vực bão hoà nhằm đạt được hiệu quả công suất phát lớn nhất. Để vận hành với bộ khuếch đại bão hoà như vậy phải chọn phương pháp điều chế hình bao hầu như không đổi, ví dụ QPSK với đặc tuyến cos nâng và cuộn xuống 35%.

Hình 7-25 miêu tả cấu trúc mã hoá kênh DVB-S. DVB-S là một hệ thống đơn sóng mang (Single Carrier). DVB-S được miêu tả một cách đơn giản bằng hình ảnh "củ hành". Tâm củ hành là dữ liệu cần được truyền đi. Bao bọc tâm củ hành là một loạt các lớp bảo vệ để dữ liệu truyền đi ít có sai nhầm. Video, audio và các loại dữ liệu khác được truyền dưới dạng các gói dữ liệu có độ dài cố định của dòng truyền tải MPEG-2.



Hình 7-25. Tiêu chuẩn DVB-S.

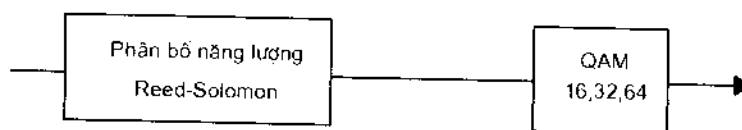
Tiếp theo đó là các bước xử lý. Bước xử lý đầu tiên là tạo dòng dữ liệu thành một cấu trúc thông dụng với việc cài thêm các bytes tín hiệu đồng bộ. Bước tiếp theo được thực hiện bằng việc ngẫu nhiên hoá dòng dữ liệu. Mã sửa sai Reed-Solomon được cộng

vào mỗi gói dữ liệu. Mã này còn được gọi là "mã ngoài" và như ta đã biết nó giống nhau với mọi hệ thống. Chèn dữ liệu được thực hiện với từng gói dữ liệu.

Mã cuốn viterbi là mã sửa sai thứ hai của hệ thống, mã này được gọi là "mã trong". ở bước cuối cùng tín hiệu được điều chế bằng phương pháp khoá dịch pha vuông góc QPSK. Kích thước của "củ hành" và bề dày lớp vỏ bọc (mã sửa sai thứ hai) là hai thông số có thể được điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện thực tế của hệ thống. Một bộ phát đáp có bề rộng dải phổ 36 MHz có thể truyền tải một dòng dữ liệu có ích với tốc độ 39 Mbit/s và mã sửa sai viterbi tỉ lệ 3/4.

d) DVB-C

So với kênh vệ tinh, các kênh cáp hầu như tuyến tính hơn và cho tỉ lệ S/N cao nhưng băng tần bị hạn chế (7÷8 MHz mỗi kênh) và có thể bị ảnh hưởng bởi nhiễu và tiếng vọng, sự lặp lại của tín hiệu. Do đó trong DVB-C để tăng hiệu quả phổ và để đạt được dung lượng tương tự như các kênh vệ tinh, cần điều chế ở mức cao 16-32-64 QAM với mã vòng xoắn Viterbi không được dùng do đó tốc độ bit hiệu dụng vào khoảng 38 Mbit/s (64 QAM), hình 7-26.

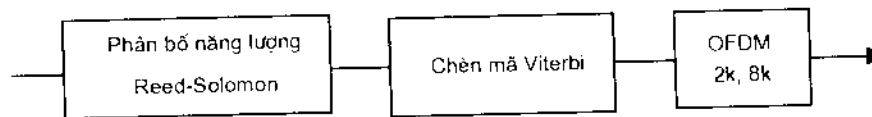


Hình 7-26. Tiêu chuẩn DVB-C.

e) DVB-T

Hệ thống trạm mặt đất DVB-T: Các kênh VHF/UHF của trạm mặt đất là những phương tiện quan trọng nhất với việc truyền dẫn tín hiệu số ở tốc độ cao vì các thủ tục truyền lại đa đường tạo ra sự dội vang và fading tần số lựa chọn. Trễ của việc mở rộng các tín hiệu trong việc truyền lặp là do sự phản xạ của núi, đồi hay dãy nhà có thể lên tới vài chục μ s. Trong trường hợp phía thu có thể di chuyển, tín hiệu trực tiếp từ phía phát có thể bị mất (kênh Rayleigh) do đó phía thu bắt buộc phải khai thác những đám mây tín hiệu phản hồi xung quanh vật thể.

Trong mạng đơn tần số (SFN), sự lựa chọn tần số kênh có thể rất quan trọng khi tất cả các máy phát phát các tín hiệu giống nhau ở cùng thời điểm và có thể phát các tín hiệu lặp lại "nhân tạo" trong khu vực dịch vụ (trễ lên đến vài trăm μ s). Để khắc phục vấn đề này, các bộ tương thích kênh DVB-T được thiết kế dựa trên việc điều chế đa sóng mang COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing-Ghép kênh phân chia theo tần số đã được mã hoá), hình 7-27.



Hình 7-27. Tiêu chuẩn DVB-T.

Có thể chia dòng bit truyền tới thành hàng ngàn sóng mang phụ tốc độ thấp, trong ghép kênh FDM. Hệ thống có thể hoạt động ở hai mode chính: 2K cho các mạng chuyển đổi (tương ứng với 1705 sóng mang phụ trong dải thông 7,61 MHz và khoảng thời gian symbol hiệu dụng $T_u = 224 \mu s$) và 8K cho SFNs (tương ứng với 6817 sóng mang phụ trong dải thông 7,61 MHz và khoảng thời gian symbol hiệu dụng $T_u = 86 \mu s$). Mỗi sóng mang được điều chế theo lược đồ am-QAM (4, 16 hay 32 QAM). Điều chế C-OFDM bản chất là fading tần số chọn, khi mỗi sóng mang được điều chế ở tốc độ bit trung bình (tốc độ symbol vào khoảng 1 Kbaud hay 4 Kbaud tương ứng với mode 2K hay 8K) và khoảng thời gian rất dài so với thời gian đáp ứng thay đổi kênh (ví dụ trễ lặp cực đại). Do đó mỗi sóng mang phụ chiếm một dải tần hẹp trong đó đáp ứng tần số kênh là phẳng cục bộ và không mã viterbi với cụm lỗi tới từ các sóng mang không tin cậy gần kề, làm suy giảm do nhiễu băng hẹp.

f) Điều chế OFDM trong tiêu chuẩn DVB-T

So với truyền hình tương tự thì truyền hình số đòi hỏi tỷ số C/N nhỏ hơn, có khả năng chống nhiễu tốt hơn nhưng các hệ thống số hay hỏng đột ngột hơn.

Các bộ khuếch đại của máy phát số yêu cầu phải có độ tuyến tính cao. Phổ cao tần của máy phát analog hầu như tập trung vào 3 khu vực chính: Tần số mang hình, tần số mang hình cộng với tải tần màu (4,43 MHz) và tần số mang âm thanh; các khu vực khác phổ rất thấp, nghĩa là dải thông cao tần chưa tận dụng hết. Khác với analog, dải phổ cao tần của phát số chứa hàng ngàn sóng mang tập trung dày đặc trong dải thông 7,61 MHz. Toàn bộ dải thông cao tần của máy phát số được tận dụng hết, không còn dư thừa như của máy phát analog.

Hơn nữa nếu quan sát biểu đồ chòm sao của điều chế 64-QAM, thì chúng ta nhận thấy, các điểm trên chòm sao khác nhau cả về pha và biên độ. Nếu như có sự sai lệch chút ít về pha hay biên độ cũng sẽ gây cho đầu thu giải điều chế sai so với tín hiệu ban đầu.

Vì vậy một điều khác biệt so với máy phát analog là các bộ khuếch đại của máy phát số yêu cầu phải thật tuyến tính để đảm bảo tính đồng đều cả về biên độ (hệ số khuếch đại) và về pha của các sóng mang khi phát đi. Nếu không tuyến tính, chắc chắn sẽ gây ra sai lỗi bit rất lớn cho đầu thu, thậm chí sẽ không tách các chương trình truyền hình được. Vì vậy các hãng máy phát hiện nay thường tìm đến và sử dụng đèn IOT (Inductive Output Tube) để giải quyết bài toán tuyến tính cho máy phát số công suất lớn. Một số hãng lại cải tiến máy phát analog công suất lớn dùng đèn klystron thành máy phát số. Đối với các máy phát bán dẫn (solid state), dù các bộ khuếch đại có làm

việc ở chế độ A thì độ tuyến tính vẫn có thể chưa đạt yêu cầu. Vì vậy người ta phải chú ý đến hiệu chỉnh sửa làm sao thoả mãn độ tuyến tính.

Để đáp ứng các yêu cầu cũng như tính năng của truyền hình số mặt đất, nhóm nghiên cứu của DVB-T đã đưa ra một phương thức điều chế mới COFDM, đây là nguyên lý cốt lõi của một hệ thống DVB-T.

+ Nguyên lý OFDM:

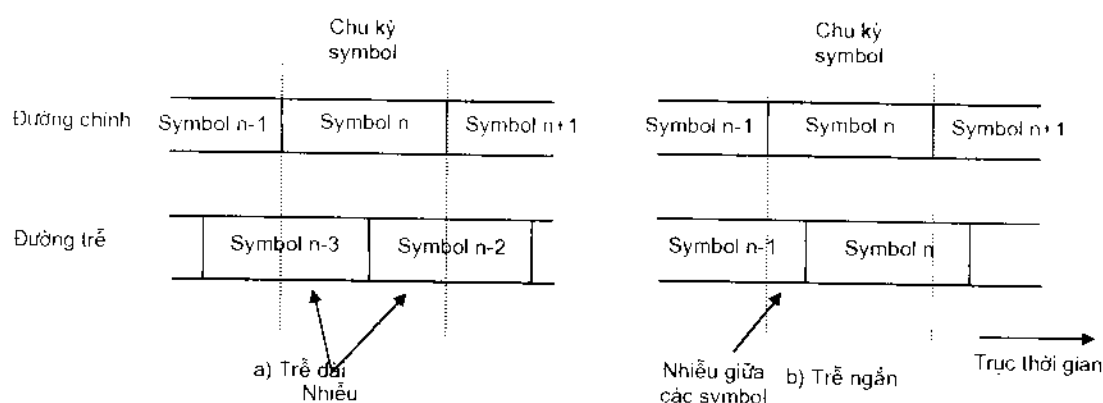
OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) là một phương thức ghép kênh đa sóng mang trực giao trong đó vẫn sử dụng các hình thức điều chế số cơ sở tại mỗi sóng mang. Phương thức này rất phù hợp cho những yêu cầu của phát hình mặt đất.

Khi một tín hiệu được truyền từ máy phát đến máy thu trên kênh VHF, UHF hoặc Viba, ngoài tín hiệu trực tiếp còn có một vài tín hiệu phản xạ.

Giả thiết rằng chúng ta điều chế các thông tin số cho một sóng mang. Trong mỗi symbol, chúng ta truyền sóng mang với biên độ và pha xác định. Biên độ và pha này lựa chọn theo chòm sao điều chế. Mỗi symbol vận chuyển một lượng bit thông tin nhất định, lượng bit này bằng với loga (cơ số 2) của số trạng thái khác nhau trong chòm sao.

Bây giờ hãy tưởng tượng là có hai đường tín hiệu nhận được với một độ trễ tương đối giữa chúng. Giả sử ta xem xét symbol thứ n được phát đi, thì máy thu sẽ cố gắng giải điều chế dữ liệu bằng cách kiểm tra tất cả thông tin nhận được liên quan đến symbol thứ n kể cả thông tin thu trực tiếp lẫn thông tin thu được do trễ.

Khi khoảng trễ lớn hơn một chu kỳ symbol (xem hình 7-28a), thì tín hiệu thu được từ đường thứ hai sẽ chỉ thuần tuý là nhiễu, vì nó mang thông tin thuộc về các symbol trước đó.



Hình 7-28. Hiện tượng trễ gây xuyên nhiễu giữa các symbol.

Khi khoảng trễ nhỏ hơn một chu kỳ symbol (hình 7-28b) thì chỉ một phần tín hiệu thu được từ đường thứ hai được xem như là nhiễu vì nó mang thông tin của symbol trước đó. Phần còn lại sẽ mang thông tin của chính symbol mong muốn, tuy nhiên sự đóng

góp của nó cũng có thể có ích hoặc có thể mang tính tiêu cực đối với thông tin từ đường thu chính thức.

Điều này cho chúng ta thấy rằng, nếu chúng ta muốn giải quyết với tất cả các mức tín hiệu trễ khác nhau thì tốc độ symbol phải được giảm xuống sao cho tổng khoảng trễ (giữa tín hiệu thu được đầu tiên với tín hiệu thu được cuối cùng) cũng chỉ là một phần khiêm tốn của chu kỳ symbol. Khi đó thông tin mà một sóng mang đơn vận chuyển sẽ bị giới hạn khi có hiệu ứng nhiễu đường. Vậy thì nếu một sóng mang không thể vận chuyển được tốc độ thông tin theo yêu cầu thì tất nhiên sẽ dẫn đến ý tưởng chia dòng dữ liệu tốc độ cao thành rất nhiều dòng song song với tốc độ thấp hơn, mỗi dòng được vận chuyển bởi một sóng mang, nghĩa là sẽ có rất nhiều sóng mang. Đây chính là một dạng của FDM - ý tưởng này đã tạo nền móng cho kỹ thuật OFDM.

OFDM, trên nguyên tắc, điều chế một số lượng lớn sóng mang, cách đều nhau về tần số. Tốc độ symbol của mỗi sóng mang thấp hơn nhiều lần so với tốc độ symbol nếu sử dụng hệ thống một sóng mang trong khi vẫn giữ nguyên tốc độ dữ liệu của toàn hệ thống. Nói một cách hình tượng, phương pháp điều chế đa sóng mang OFDM cũng giống như đầu nối dữ liệu giữa đầu phát và đầu thu bằng cổng song song thay vì cổng nối tiếp.

Kỹ thuật OFDM trải dữ liệu cần truyền trên hàng ngàn sóng mang phụ riêng biệt tốc độ thấp. Mỗi sóng mang được xử lý tại một thời điểm thích hợp và được gọi là một "OFDM symbol". Trong ghép kênh FDM truyền thống, những sóng mang được lọc ra riêng biệt để đảm bảo rằng không có chồng phổ, bởi vậy không có hiện tượng giao thoa giữa những sóng mang nhưng phổ lại chưa được sử dụng với hiệu quả cao nhất. Với OFDM, nếu khoảng cách sóng mang được chọn sao cho những sóng mang trực giao trong một chu kỳ symbol thì ta có thể khôi phục lại mà không có giao thoa hay chồng phổ.

Như vậy, OFDM có thể khắc phục được hiện tượng phát nhiễu đường, thậm chí cả khi có độ trễ lớn giữa các tín hiệu thu được. Chính điều này đã dẫn đến khái niệm mạng đơn tần (SFN), nơi có nhiều máy phát cùng gửi tín hiệu giống nhau trên cùng một tần số. OFDM cũng giải quyết được vấn đề nhiễu đồng kênh dải hẹp. Đây là hiện tượng thường thấy trong truyền hình tương tự do các sóng mang gây ra.

Do bên phát cần phải mã hoá để bên thu có thể khôi phục lại được những dữ liệu bị mất trong quá trình truyền, vì vậy, phương pháp điều chế này còn có tên gọi là ghép kênh đa sóng mang trực giao có mã hoá - COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing). COFDM có các đặc điểm rất phù hợp cho các kênh mật đất, đó là :

- Các sóng mang vuông góc - Orthogonality.
- Chèn thêm các khoảng bảo vệ - Guard Interval.
- Sử dụng mã sửa lỗi, xen bit - symbol và thông tin trạng thái kênh (CSI).

+ Đặc tính trực giao:

Về mặt toán học trực giao có nghĩa là các sóng mang sẽ được lấy ra từ nhóm trực chuẩn (orthonormal basis sets) $\{\phi_i(t); i = 0, 1, 2, \dots\}$ có tính chất như sau:

$$\int_{T_1}^{T_2} \phi_i(t) \phi_k(t) dt = \delta_{ik} = \begin{cases} 1 & \Leftrightarrow i = k \\ 0 & \Leftrightarrow i \neq k \end{cases} \quad (7-14)$$

Như vậy $\{\phi_i(t)\} = \{\sin(n2\pi t/T_u), \cos(n2\pi t/T_u)\}$ với $T_u = T_2 - T_1$ là khoảng thời gian có ích.

Về ý nghĩa vật lý: khi giải điều chế tín hiệu cao tần này, bộ giải điều chế không nhìn thấy các tín hiệu cao tần kia, kết quả là không bị các tín hiệu cao tần khác gây nhiễu.

Về phương diện phổ: điểm phổ có năng lượng cao nhất rơi vào điểm băng không của sóng mang kia. Hơn nữa chúng ta sẽ không bị lãng phí về mặt phổ. Các sóng mang được đặt rất gần nhau vì thế tổng cộng dải phổ cũng chỉ như ở điều chế sóng mang đơn - nếu chúng được điều chế với tất cả dữ liệu và sử dụng bộ lọc cắt đỉnh lý tưởng.

+ Khoảng bảo vệ:

Thời gian thiết bị thu chờ đợi, trước khi xử lý tín hiệu gọi là khoảng bảo vệ (T_p). T_p càng lớn, khoảng cách tối đa giữa các máy phát hình càng lớn. Tuy nhiên, về góc độ lý thuyết thông tin, T_p lại cần có giá trị càng nhỏ càng tốt, bởi lẽ T_p là khoảng thời gian không được sử dụng trong kênh truyền. T_p lớn sẽ làm giảm dung lượng kênh truyền.

Loại tín hiệu phản xạ đặc trưng của mạng đơn tần là tín hiệu tới từ một đài phát lân cận nào đó, phát cùng một symbol COFDM. Tín hiệu này không thể phân biệt được với tín hiệu phản xạ truyền thống và vì vậy cũng sẽ được xử lý như mọi tín hiệu phản xạ khác nếu chúng tới máy thu trong khoảng thời gian bảo vệ T_p .

Với $T_p = 200 \mu s$, khoảng cách tối đa giữa các máy phát hình có cùng một symbol bằng:

$$D = c \times T_p = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 200 \times 10^{-6} \text{ s} = 600 \times 10^2 \text{ m} = 60 \text{ km} \quad (7-15)$$

Nếu toàn bộ chu kỳ của symbol bằng 1 ms, thời gian có ích trong một chu kỳ bằng:

$$1000 \mu s - 200 \mu s = 800 \mu s$$

Khoảng cách giữa các sóng mang COFDM sẽ bằng:

$$\Delta f = 1/800 \mu s = 1,25 \text{ kHz} \quad (7-16)$$

Trong một kênh truyền hình thông thường (8 MHz) có thể chứa tới 6000 sóng mang truyền song song, và mỗi sóng mang chỉ truyền tải một phần của dòng bit thông tin.

Khoảng bảo vệ có thể chống lại một cách hiệu quả can nhiễu giữa các symbol với điều kiện thời gian trễ lớn nhất giữa tín hiệu phản xạ và tín hiệu trực tiếp không lớn hơn khoảng bảo vệ (T_p). Tuy nhiên, giá phải trả là dung lượng dữ liệu thấp hơn trường hợp không

có T_R , T_R càng lớn, khả năng chống lại phản xạ càng tốt và cho phép chênh lệch thời gian giữa tín hiệu phản xạ và tín hiệu trực tiếp cao hơn, song dung lượng dữ liệu lại giảm đi đáng kể. Hơn nữa, khoảng bảo vệ chỉ có khả năng chống được can nhiễu giữa các symbol và hoàn toàn không có tác dụng đối với can nhiễu do phản xạ của cùng một symbol.

+ Can nhiễu do phản xạ của cùng một symbol:

Khi một tín hiệu được truyền từ máy phát qua một môi trường nào đó đến máy thu, sẽ phát sinh ra vô vàn tín hiệu phản xạ các loại. Trong công nghệ truyền hình tương tự, các tín hiệu phản xạ này sẽ sinh ra các "bóng ma" trên màn ảnh máy thu hình.

Đối với tín hiệu số, kết quả của phản xạ là một loạt những "khe cực tiểu" trong đáp tuyến biên độ/tần số cùng với sai pha ở đầu thu, số lượng và chiều sâu của các "khe cực tiểu phụ thuộc vào" tích chất của các vật thể gây nên phản xạ - hay nói khác đi - phụ thuộc vào đặc tính môi trường truyền sóng.

Địa hình miền núi thường gây ra phản xạ ngắn. Phản xạ có độ dài trung bình thường xảy ra ở thành thị và phản xạ dài là đặc điểm của mạng đơn tần (SFN).

Can nhiễu do phản xạ của cùng một symbol là kết quả tổng hợp của tín hiệu trực tiếp và tín hiệu phản xạ. Tín hiệu trực tiếp có thể được tăng cường hoặc bị suy giảm do tín hiệu phản xạ, tùy thuộc vào sự sai pha giữa chúng.

Khi tín hiệu phản xạ đồng pha với tín hiệu trực tiếp, biên độ tín hiệu tổng hợp được tăng lên. Trong trường hợp ngược lại biên độ tín hiệu tổng hợp bị giảm đi. Như vậy, can nhiễu trong hệ thống OFDM được chia làm 2 loại: can nhiễu có ích và can nhiễu có hại.

Xét các trường hợp cực đoan giữa tín hiệu trực tiếp và một tín hiệu phản xạ 0 dB. Trường hợp thứ nhất xảy ra khi hai tín hiệu hoàn toàn ngược pha nhau, biên độ tổng hợp bằng "0", tín hiệu hoàn toàn biến mất.

Trường hợp thứ hai, hai tín hiệu hoàn toàn đồng pha, biên độ tổng hợp được nhân đôi. Nói một cách khác, mức tín hiệu tăng lên 6 dB so với mức tín hiệu trực tiếp. Như vậy, mức tín hiệu trung bình của tất cả các sóng mang được cộng thêm 3 dB so với trường hợp không có phản xạ.

Đây là một trong những lợi ích của OFDM. Trong môi trường có phản xạ, tín hiệu phản xạ cải thiện thay vì cản trở khả năng thu nhận tín hiệu. Đối với phương pháp điều chế số truyền thống, người ta dùng bộ sửa cân bằng thích nghi để loại trừ can nhiễu, tuy nhiên khi mức tín hiệu phản xạ lớn, giá trị ngưỡng của tín hiệu tại đầu thu phải được nâng lên, với OFDM, về lý thuyết, khi tín hiệu phản xạ tăng, mức ngưỡng cần thiết lại giảm đi.

Trong mạng đơn tần, với sự phối hợp hoạt động của các máy phát trong hệ thống, vùng phủ sóng được tăng lên. ở khu vực giáp ranh giữa hai vùng phủ sóng, tín hiệu đến

từ một máy phát có thể chưa đủ độ lớn, song tổng hai tín hiệu (đến từ hai máy phát) chắc chắn sẽ vượt lên mức ngưỡng.

+ Tráo dữ liệu:

Dữ liệu được tráo trên trục tần số và thời gian. Điều đó có nghĩa: Dòng bit dữ liệu thay vì truyền liên tục sẽ được truyền một cách gián đoạn, riêng rẽ về thời gian và trên những sóng mang khác nhau.

Khối tráo dữ liệu được đặt giữa mã ngoài và mã trong. Mục đích của tráo dữ liệu nhằm xé nhỏ các nhóm lỗi bit dài, liên tục có thể xảy ra tại bộ giải mã ngoài ở đầu thu. Hiệu quả của bộ mã ngoài được tăng thêm nhờ tráo dữ liệu. Tráo, trên thực tế, chỉ sắp xếp lại dữ liệu tại đầu phát theo một quy luật nhất định.

Ở đầu thu, dữ liệu được sắp xếp lại theo trình tự ngược lại. Kết quả, những nhóm lỗi bit dài xảy ra trên đường truyền bị phân tán thành những lỗi bit đơn hoặc các nhóm lỗi bit ngắn sau khi giải tráo. Những lỗi bit này hoàn toàn có thể được phát hiện và sửa sai nhờ bộ mã ngoài. Tráo dữ liệu, tuy nhiên không làm tăng dung lượng bit trên đường truyền.

Trong tiêu chuẩn DVB, tráo dữ liệu sử dụng 12 Byte, một bộ đặt tại đầu phát và một ở đầu thu. Chu kỳ của bộ tráo được lựa chọn để có khả năng đồng bộ với gói MPEG, và do vậy, byte đồng bộ của dòng truyền tải MPEG không bị ảnh hưởng bởi gói truyền tải 204 Byte (bao gồm: 187 Byte dữ liệu, 1 Byte đồng bộ và 16 Byte dành cho mã RS để sửa 8 Byte lỗi).

Tráo dữ liệu dùng cho tiêu chuẩn DVB bao gồm 12 đường, mỗi đơn vị trễ bằng 17 Byte ($12 \times 17 = 204$ Byte, trong đó có một đường không trễ dành cho Byte đồng bộ).

Ở đầu ra bộ tráo, Byte đồng bộ vẫn được giữ nguyên như ở đầu vào. Các dữ liệu khác được đưa vào bộ tráo, mỗi Byte được cho qua một bộ trễ riêng có độ trễ khác nhau và bằng một số nguyên lần 17 Byte, theo chu kỳ 12 Byte.

+ Truyền kép dữ liệu:

Trong các hệ thống truyền số, thường sử dụng hai lớp mã sửa sai "mã trong" và "mã ngoài". Mã trong được thiết kế để sửa những lỗi ngắn. Mã ngoài để sửa những lỗi dài. Mã trong thường dùng mã Trellis và mã ngoài thường dùng mã Reed-Solomon. Mã trellis đòi hỏi biên độ sóng mang phải đủ lớn, nếu một sóng mang cụ thể nào đó bị biến mất do hiện tượng phản xạ, mã trellis không có khả năng phát hiện và phục hồi dữ liệu.

Để khắc phục hiện tượng này, dữ liệu thay vì chỉ truyền một lần, người ta truyền hai hoặc vài lần trên các sóng mang nhau. Nếu một sóng mang bị triệt tiêu do phản xạ, sóng mang thứ hai có thể sẽ không bị ảnh hưởng. Dữ liệu, nếu không phục hồi được từ sóng mang thứ nhất hoàn toàn có thể lấy lại từ sóng mang thứ hai.

Các sóng mang truyền tải cùng một dữ liệu (truyền “đúp”) được phân phối một cách ngẫu nhiên trên kênh truyền để tránh hiện tượng cùng bị triệt tiêu. Do phải truyền đúp dữ liệu, cái giá OFDM phải trả cho sự cải thiện là sự giảm bớt dung lượng dữ liệu truyền trên kênh, ngoài việc phải dành một khoảng thời gian nhất định cho khoảng bảo vệ (T_g).

Để bù đắp lại, mức điều chế trong hệ thống OFDM thường được tăng lên so với hệ thống sử dụng một sóng mang. Ví dụ, nếu trong hệ thống một sóng mang sử dụng phương pháp điều chế 16-QAM để truyền cùng một tốc độ dữ liệu, trong OFDM phải sử dụng phương pháp điều chế 32-QAM. Tương tự như vậy, 32-QAM trong hệ thống một sóng mang ứng với 64-QAM trong OFDM.

Mức điều chế (còn gọi là mật độ điều chế) tăng đòi hỏi phải tăng biên độ tín hiệu cần thiết nhận được tại đầu thu để có thể vượt giá trị ngưỡng, bởi lẽ khoảng cách giữa các điểm của chòm sao bị thu hẹp lại. Hậu quả, mức ngưỡng cần thiết đối với tín hiệu ở đầu thu của OFDM không được cải thiện hơn và chỉ tương tự như trong hệ thống một sóng mang.

+ Truyền dữ liệu song song và đa sóng mang:

Với kỹ thuật truyền dữ liệu nối tiếp truyền thống, các symbol được truyền tuần tự, đáp tuyến tần số của mỗi symbol chiếm trọn vẹn cả dải tần của kênh truyền.

Kỹ thuật truyền dữ liệu song song loại trừ được nhiều khiếm khuyết trong kỹ thuật truyền nối tiếp. Trong kỹ thuật truyền song song, nhiều dòng dữ liệu được truyền đồng thời, nhiều dữ liệu được truyền tại cùng một thời điểm. Đáp tuyến tần số của mỗi symbol chỉ chiếm một phần nhỏ toàn bộ dải tần.

Trong công nghệ truyền song song cổ điển, toàn bộ dải tần của kênh truyền được chia cho N kênh con không chồng chéo lẫn nhau. Mỗi kênh con được điều chế bởi những symbol riêng biệt và sau đó N kênh được ghép kênh theo tần số. Có ba phương thức để có thể tách biệt được các kênh con:

- Sử dụng các bộ lọc để tách các kênh con, phương pháp này tương tự như phương pháp FDM truyền thống. Mỗi bộ lọc tương ứng với các kênh con phải có bề rộng dải thông bằng:

$$BW = (1 + \alpha)fm ; \quad (7-17)$$

trong đó: α là hệ số cosin; fm là bề rộng dải phổ Nyquist.

Nhược điểm của phương pháp này là khó có thể chế tạo được các bộ lọc này một cách hoàn hảo khi số lượng sóng mang lớn.

- Sử dụng điều chế QAM để tăng hiệu suất sử dụng dải thông. Đối với phương pháp này, chất lượng các bộ lọc không đòi hỏi quá gắt gao như trường hợp trên.

- Sử dụng phép biến đổi Fourier rời rạc để điều chế và giải điều chế dữ liệu truyền song song. Trong trường hợp này, các dải phổ con có dạng hàm SINC và vô tận.

Ghép kênh theo tần số trong phương pháp OFDM được thực hiện không phải bằng việc sử dụng các bộ lọc dải mà bằng phương thức xử lý tín hiệu gốc.

Tín hiệu trực giao được tách khỏi đầu thu và can nhiễu giữa các symbol của các kênh con lân cận được loại trừ bằng cách lựa chọn một cách cẩn thận khoảng cách giữa các sóng mang, ví dụ cho khoảng cách giữa các sóng mang bằng giá trị đảo ngược của chu kỳ hữu ích của symbol.

OFDM có thể định nghĩa một cách đơn giản là phương thức điều chế đa sóng mang, ở đó khoảng cách giữa các sóng mang được lựa chọn sao cho các sóng mang trực giao lẫn nhau.

+ Điều chế OFDM bằng IDFT/DFT:

Xét chuỗi dữ liệu: $d_0, d_1, d_2, \dots, d_{N-1}$, ở đó mỗi dữ liệu d_n là một số phức:

$$d_n = a_n + jb_n$$

Nếu biến đổi Fourier rời rạc (DFT), kết quả sẽ cho một véc tơ:

$$D = (D_0, D_1, D_2, \dots, D_{N-1})$$

Với N số phức:

$$D_m = \sum_{n=0}^{N-1} d_n e^{-j(2\pi mn/N)} = \sum_{n=0}^{N-1} d_n e^{-j(2\pi ntm)}; \quad (7-18)$$

trong đó: $m = 0, 1, 2, \dots, N-1$; $fn = n/(N\Delta t)$; $fm = m\Delta t$; Δt = giá trị tùy ý của một chu kỳ symbol tương ứng với chuỗi dữ liệu d_n .

Thành phần thực của véc tơ D có thể biểu thị bằng:

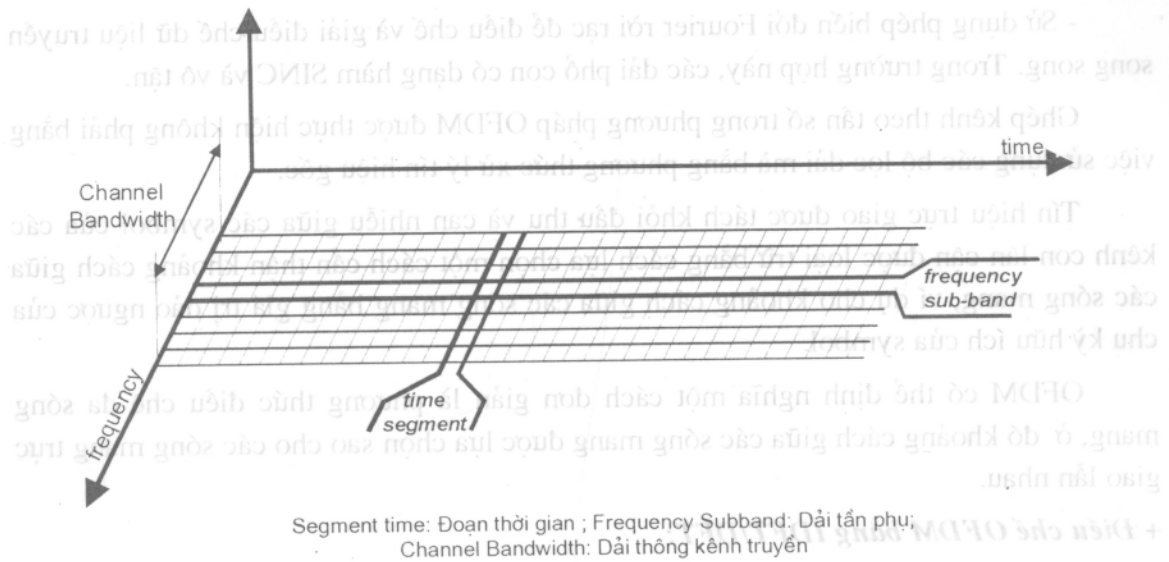
$$Y_m = \sum_{n=0}^{N-1} (a_n \cos 2\pi f_n t_m + b_n \sin 2\pi f_n t_m) \quad (7-19)$$

Nếu thành phần này đưa qua bộ lọc thông thấp tại khoảng thời gian Δt , tín hiệu đạt được sẽ gần như tín hiệu ghép kênh theo tần số.

$$y(t) = \sum_{n=0}^{N-1} (a_n \cos 2\pi f_n t + b_n \sin 2\pi f_n t); \quad 0 \leq t \leq N\Delta t \quad (7-20)$$

+ Tổ chức kênh trong COFDM:

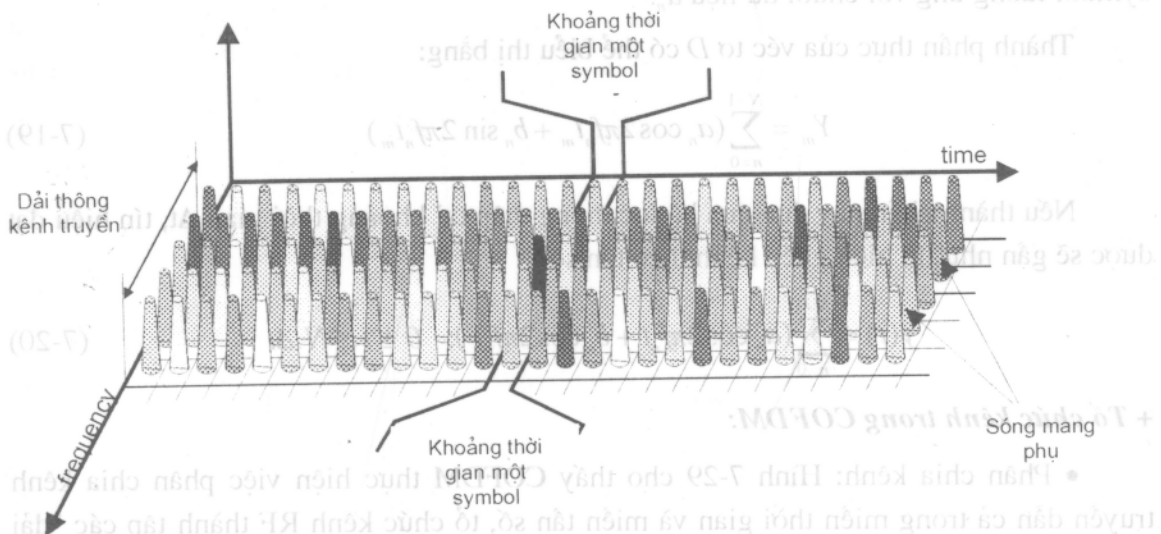
- Phân chia kênh: Hình 7-29 cho thấy COFDM thực hiện việc phân chia kênh truyền dẫn cả trong miền thời gian và miền tần số, tổ chức kênh RF thành tập các "dải tần phụ" hẹp và tập các "đoạn thời gian" liên tiếp nhau.



Hình 7-29. Phân chia kênh trong COFDM.

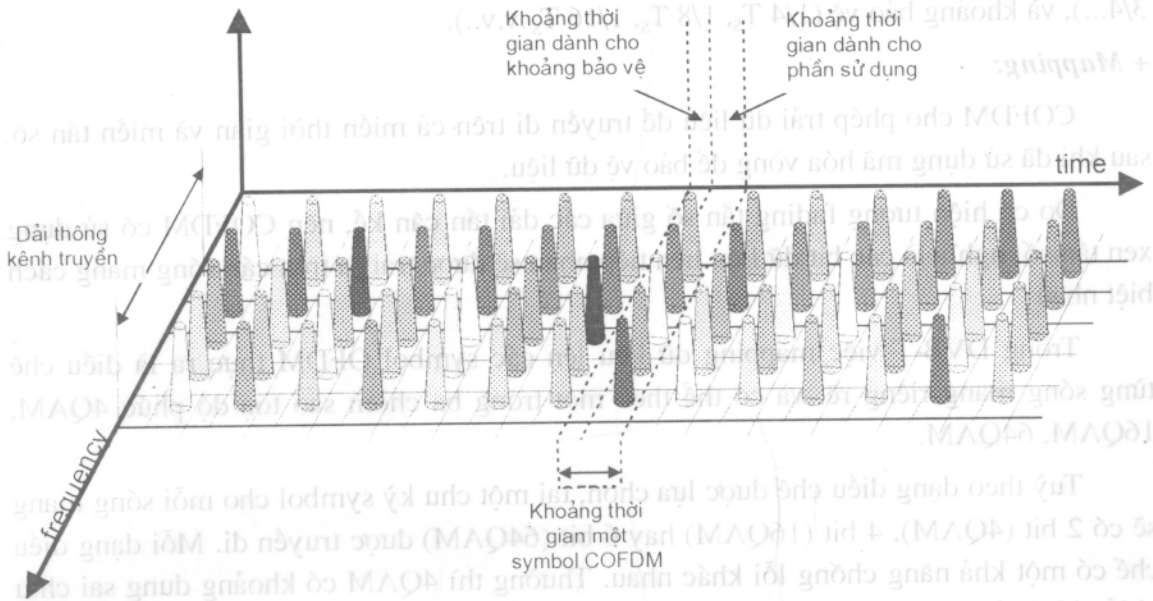
- Chèn các sóng mang phụ: Trong mỗi đoạn thời gian, gọi là mỗi symbol OFDM, mỗi dải tần phụ được trang bị một sóng mang phụ. Để tránh nhiễu giữa các sóng mang, chúng được bố trí vuông góc với nhau, nghĩa là khoảng cách giữa các sóng mang được đặt bằng với nghịch đảo của một chu kỳ symbol, hình 7-30.

- Chèn khoảng bảo vệ: Do các tín hiệu phản xạ được tạo ra bởi các bản sao của tín hiệu gốc khi bị trễ, nên tại phần cuối của mỗi symbol OFDM sẽ có nhiều liên symbol với phần đầu của symbol tiếp theo. Để tránh điều này, một khoảng bảo vệ được chèn vào mỗi symbol như minh họa trên hình 7-31.

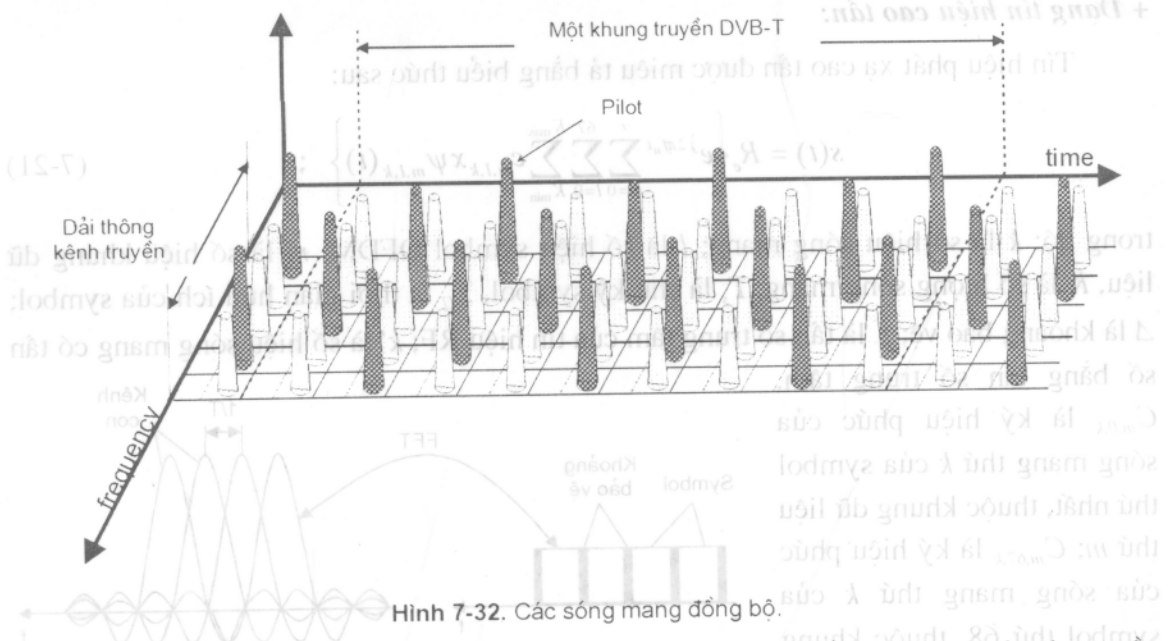


Hình 7-30. Chèn các sóng mang phụ.

• Đồng bộ kênh: Để giải điều chế tín hiệu một cách chính xác, các máy thu phải lấy mẫu chính xác tín hiệu trong suốt khoảng hữu ích của symbol OFDM (bỏ qua khoảng bảo vệ). Do đó, một cửa sổ thời gian sẽ được ấn định chính xác tại khoảng thời gian mỗi chu kỳ symbol diễn ra.



Hình 7-31. Chèn khoảng bảo vệ.



Hình 7-32. Các sóng mang đồng bộ.

Hệ thống DVB-T sử dụng các sóng mang "pilot", trải đều đặn trong kênh truyền dẫn, đóng vai trò làm các điểm đánh dấu đồng bộ, như trên hình 7-32.

Các tính năng khác nhau: phân chia kênh, mã hoá dữ liệu, chèn khoảng bảo vệ và các sóng mang đồng bộ) đã tạo ra các đặc tính cơ sở của phương thức điều chế COFDM. Nhưng tất cả tính năng này lại làm giảm tốc độ hữu ích của tải thông tin. Tuy nhiên, ta có thể lựa chọn cân bằng giữa khả năng chống lỗi với dung lượng kênh. DVB-T đã đưa ra nhiều tham số có thể lựa chọn, như : kích cỡ FFT (2K, 8K), tỉ lệ mã hóa (1/2, 2/3, 3/4...), và khoảng bảo vệ (1/4 T_s , 1/8 T_s , 1/16 T_s .v.v.).

+ Mapping:

COFDM cho phép trải dữ liệu để truyền đi trên cả miền thời gian và miền tần số, sau khi đã sử dụng mã hóa vòng để bảo vệ dữ liệu.

Do có hiện tượng fading tần số giữa các dải tần cận kề, nên COFDM có sử dụng xen tần số, nghĩa là các bit dữ liệu liên tiếp nhau sẽ được trải ra trên các sóng mang cách biệt nhau

Trong DVB-T việc mapping dữ liệu lên các symbol OFDM thực ra là điều chế từng sóng mang riêng rẽ, và có thể theo một trong ba chòm sao tọa độ phức 4QAM, 16QAM, 64QAM.

Tuỳ theo dạng điều chế được lựa chọn, tại một chu kỳ symbol cho mỗi sóng mang sẽ có 2 bit (4QAM), 4 bit (16QAM) hay 6 bit (64QAM) được truyền đi. Mỗi dạng điều chế có một khả năng chống lỗi khác nhau. Thường thì 4QAM có khoảng dung sai chịu nhiễu lớn gấp 4 đến 5 lần so với 64QAM.

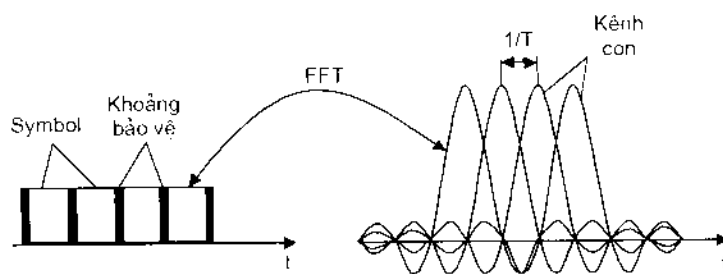
+ Dạng tín hiệu cao tần:

Tín hiệu phát xạ cao tần được miêu tả bằng biểu thức sau:

$$s(t) = R_c \left\{ e^{j 2\pi f_c t} \sum_{m=0}^{67} \sum_{l=0}^{K_{\max}} c_{m,l,k} x \psi_{m,l,k}(t) \right\} ; \quad (7-21)$$

trong đó: k là số hiệu sóng mang; l là số hiệu symbol OFDM, m là số hiệu khung dữ liệu, K là số lượng sóng mang; T_s là chu kỳ symbol, T_c là thời gian hữu ích của symbol; Δ là khoảng bảo vệ; f_c là tần số trung tâm của tín hiệu RF; k' là số hiệu sóng mang có tần số bằng tần số trung tâm.

$C_{m,l,k}$ là ký hiệu phức của sóng mang thứ k của symbol thứ nhất, thuộc khung dữ liệu thứ m ; $C_{m,l,k}$ là ký hiệu phức của sóng mang thứ k của symbol thứ 68, thuộc khung dữ liệu thứ m .



Hình 7-33. Điều chế OFDM (trên trục tần số và thời gian).

Hình 7-33 biểu thị tín hiệu điều chế OFDM trên trục tần số và thời gian. Bằng cách lựa chọn khoảng cách giữa các sóng mang là $1/4$ bước sóng, dải phổ OFDM sẽ tương đối bằng phẳng và tính trực giao giữa các kênh con được đảm bảo.

+ Điều chế phân cấp COFDM:

Trong phương pháp điều chế có phân cấp, dòng dữ liệu gốc được chia làm hai loại: Dòng dữ liệu được ưu tiên nhiều hơn và dòng dữ liệu được ưu tiên ít hơn. Dòng dữ liệu được ưu tiên nhiều được bảo vệ bởi mã cuốn mạnh hơn (ví dụ: tỉ lệ mã $1/2$) và được sử dụng để xác định góc phân tử trên mặt phẳng tín hiệu phức, ở đó từng sóng mang riêng biệt đã điều chế được biểu diễn bởi các giá trị I,Q tương ứng. Dòng dữ liệu được ưu tiên ít, được bảo vệ bởi mã cuốn yếu hơn (ví dụ: tỉ lệ mã $5/6$) và được sử dụng để điều chế các sóng mang còn lại sao cho các sóng mang này tạo thành “đám mây” chòm sao xung quanh vị trí xác định bởi các dữ liệu được ưu tiên nhiều.

Trong điều kiện tỉ số sóng mang trên tạp âm (C/N) đủ lớn, từng điểm trên sơ đồ chòm sao đều được xác định rõ ràng, chính xác, cả hai dòng dữ liệu (ưu tiên nhiều và ưu tiên ít) đều được giải điều chế. Nếu C/N thấp, những điểm thuộc “đám mây” không xác định được chính xác, tuy nhiên vẫn có khả năng nhận biết được điểm đó thuộc góc phân tử nào trên mặt phẳng phức bởi lẽ dòng dữ liệu được ưu hơn vẫn được giải điều chế.

Điều chế có phân cấp sẽ cho phép truyền hình độ phân giải cao (HDTV) truyền đồng thời với tín hiệu có độ phân giải tiêu chuẩn (SDTV). HDTV có thể thu được bằng các máy thu có kích thước lớn với anten cố định. SDTV phù hợp với máy thu xách tay và thu di động.

Trong trường hợp có can nhiễu lớn, máy thu HDTV có thể tạm thời thu chương trình có độ phân giải tiêu chuẩn (SDTV). Điều này cho phép làm giảm hiệu ứng “dừng hình ảnh trên máy thu” nghĩa là thay vì không thu được khi có can nhiễu lớn, máy thu vẫn thu được hình ảnh tuy độ phân giải có thấp hơn.

+ Lựa chọn các thông số OFDM:

Có nhiều thông số cần được lựa chọn cho phương pháp điều chế COFDM, trong đó bao gồm: Số sóng mang trong một chu kỳ symbol, khoảng thời gian bảo vệ T_g , phương pháp điều chế đối với từng sóng mang, phương thức đồng bộ và nhiều thông số khác.

Nếu khoảng bảo vệ $T_g = 200 \mu s$, số sóng mang trong một kênh bằng 6000 và OFDM được thực hiện bằng phép biến đổi Fourier rời rạc ngược IDFT, IDFT sẽ được thực hiện bằng “chíp” có khả năng tính toán tới $2^{13} = 8192 = “8k”$ và là giá trị gần nhất đối với con số 6000 ($2^{12} = 4096$ và $2^{14} = 16384$).

7-6. TRUYỀN HÌNH VỆ TINH

1. Giới thiệu

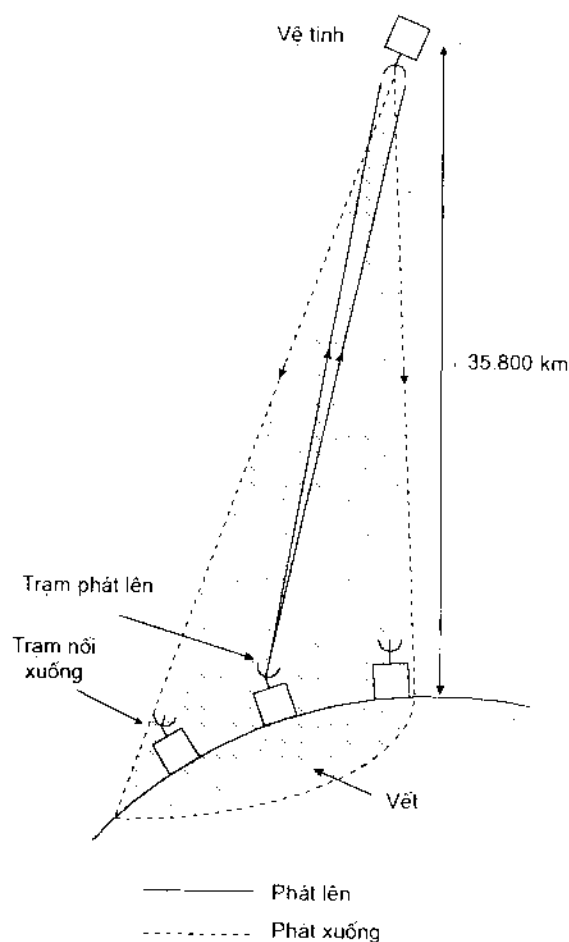
Việc sử dụng vệ tinh cho hệ thống CATV và hệ thống truyền hình quảng bá được bắt đầu từ những năm 70 của thế kỷ, và phát triển với tốc độ nhanh chóng. Vai trò của vệ tinh hiện nay là không thể thiếu được trong cả việc truyền dẫn và phát sóng các chương trình truyền hình. Một hệ thống truyền hình qua vệ tinh có nhiều ưu điểm, trong đó nổi bật là:

- Một đường truyền vệ tinh có thể truyền đi các tín hiệu với khoảng cách rất xa, như vậy có thể đạt hiệu quả cao cho các đường truyền dài cũng như cho dịch vụ điểm-điểm.

- Đường truyền vệ tinh không bị ảnh hưởng bởi điều kiện địa hình, địa vật, vì môi trường truyền dẫn ở rất cao so với bề mặt quả đất. Truyền hình vệ tinh có thể thực hiện qua đại dương, rừng rậm, núi cao cũng như ở các địa cực.

- Việc thiết lập một đường truyền qua vệ tinh được thực hiện trong thời gian ngắn, điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc thu thập tín tức, một công việc đòi hỏi thời gian thiết lập nhanh chóng.

- Vệ tinh cũng được sử dụng cho các hệ thống điểm - đa điểm. Với một vệ tinh, có thể đặt vô số trạm thu trên mặt đất, rất thuận lợi cho hệ thống CATV cũng như cho dịch vụ truyền hình trực tiếp đến tận từng gia đình (Direct-To-Home). Ngoài ra truyền hình vệ tinh còn có khả năng phân phối chương trình với các hệ thống liên kết khác.



Hình 7-34. Hệ thống vệ tinh.

Trong truyền hình vệ tinh, điều quan trọng nhất được chú ý là số kênh vệ tinh được thiết lập dành cho các chương trình truyền hình. Các chương trình này có thể phục vụ cho hệ thống CATV hay truyền hình quảng bá. Trong truyền hình vệ tinh quảng bá, một số kênh vệ tinh được dùng cho các chương trình cố định. Các chương trình này phát liên tục trong ngày. Số kênh còn lại dành cho các dịch vụ như tin tức hay thể thao.v.v.. thực hiện phát chương trình trong một khoảng thời gian nào đó.

Các thành phần của một hệ thống truyền tin vệ tinh được vẽ trên hình 7-34. Một trạm mặt đất thực hiện phát tín hiệu lên vệ tinh (uplink) - gọi là phát lên - bằng anten có búp sóng hẹp. Tín hiệu được thu nhận, khuếch đại và dịch chuyển tần số xuống dải tần số phát xuống qua một bộ chuyển đổi (transponder) - gọi là bộ phát đáp. Tín hiệu được truyền xuống mặt đất bằng bộ nối xuống (downlink). Vùng vệ tinh bao phủ được gọi là vệt vệ tinh. Phạm vi của vệt vệ tinh được xác định bởi giá trị công suất bức xạ hiệu dụng EIRP.

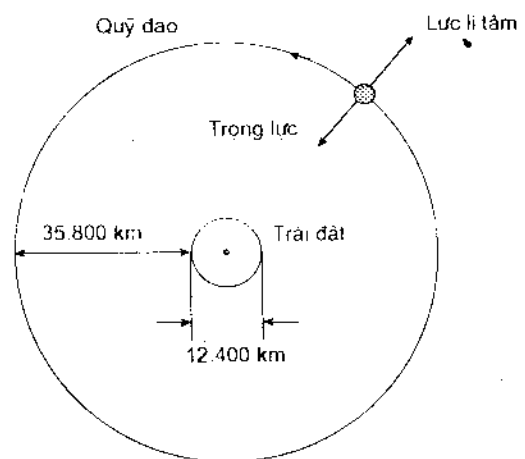
2. Vệ tinh

a) Vị trí quỹ đạo

Vệ tinh chuyển động quanh trái đất theo một quỹ đạo nhất định, hình 7-35. Khi vệ tinh chuyển động trong mặt phẳng quỹ đạo cùng chiều quay của quả đất, với bán kính 35.800 km, ta có vệ tinh địa tĩnh. Khi đó, tại một điểm trên trái đất, vị trí của vệ tinh là không thay đổi. Sở dĩ vệ tinh địa tĩnh luôn ở một vị trí so với mặt đất là do đạt được cân bằng giữa các lực bao gồm trọng lực, lực li tâm.

Vị trí cố định của vệ tinh trên quỹ đạo địa tĩnh gọi là vị trí quỹ đạo. Vị trí này được xác định bằng kinh tuyến chứa vệ tinh. Các vệ tinh của một quốc gia phải được xác lập trên một cung của quỹ đạo theo sự phân chia của chuẩn quốc tế. Vị trí quỹ đạo của từng vệ tinh được xác lập theo quy định của quốc gia.

Việc thực hiện đúng các tiêu chuẩn này nhằm tránh khỏi hiện tượng nhiễu giữa các kênh vệ tinh. Khoảng cách giữa các vị trí quỹ đạo càng bé thì số lượng vệ tinh càng nhiều trên quỹ đạo. Khoảng cách nhỏ nhất của chúng được xác định bằng tính định hướng của anten phát và thu. Ban đầu, đối với băng C khoảng cách giữa các vệ tinh là 4° và đối với băng K_u khoảng cách đó là 3° . Tuy nhiên, hiện nay khoảng cách đó là nhỏ hơn 2° . Băng K_u có



Hình 7-35. Quỹ đạo vệ tinh.

khoảng cách vị trí quỹ đạo nhỏ hơn băng C vì với bước sóng hẹp hơn tính định hướng của anten cũng đạt được cao hơn.

Ngoài vệ tinh địa tĩnh, còn sử dụng các vệ tinh có quỹ đạo hình elip. Nhờ việc kéo dài bán kính ở điểm cách xa trái đất lên cao mà vệ tinh chuyển động tự do thời gian cũng như phạm vi phủ sóng được tăng lên. Vệ tinh với quỹ đạo elip phục vụ cho các vùng ở hai bán cầu và đặc biệt cho các cực trái đất. Đặc điểm của hệ thống này là do chuyển động tương đối của vệ tinh ở xa là rất nhỏ nên có thể thu được tín hiệu liên tục với anten thu cố định; trong khi đó, anten phát trên vệ tinh phải được điều chỉnh theo sự chuyển động của vệ tinh.

b) Góc ngẩng và góc phương vị

Góc ngẩng của vệ tinh là góc nhìn từ một điểm trên mặt đất tới vệ tinh so với đường chân trời. Góc phương vị của nó được tính từ vị trí kinh tuyến so với kinh tuyến không (Greenwich) và được đo bằng độ, lấy giá trị từ 0 đến 360°.

Góc ngẩng và góc phương vị có thể được tính theo chiều dài l và góc β :

Góc ngẩng:

$$\theta = \cos^{-1}(4,22 \cdot 10^4 / l) \sin \beta \quad (7-22)$$

Góc phương vị:

$$\varphi = (180^\circ + \tan^{-1}(\tan \Delta l / \sin l_a)); \quad (7-23)$$

trong đó:

$$\beta = \cos^{-1}(\cos(\Delta l) \cos(l_a)); \quad (7-24)$$

$$l = (18,2 - 5,4 \cos \beta) \cdot 10^4 \text{ km}; \quad (7-25)$$

với Δl là khoảng cách từ trạm mặt đất đến kinh tuyến và l_a là vĩ độ của trạm mặt đất.

Góc ngẩng càng lớn thì càng dễ dàng thực hiện truyền tín hiệu mà không gặp các hiện tượng gây nhiễu do địa hình, do nhiệt độ bề mặt quả đất. Đối với băng C góc ngẩng nhỏ nhất là 5°, và đối với băng K_u, góc ngẩng nhỏ nhất là 10° ÷ 20°.

Tuy nhiên, khi sử dụng hệ thống truyền hình qua vệ tinh cần chú ý đến các trường hợp suy giảm tín hiệu và mất tín hiệu.

Hiện tượng che khuất mặt trời xuất hiện khi trái đất nằm giữa mặt trời và vệ tinh. Lúc này vệ tinh không có khả năng thu năng lượng qua các tấm pin mặt trời mà phải sử dụng phần năng lượng phụ để hoạt động. Thông thường, vệ tinh có chứa các ắc quy cho

phép nạp điện khi có mặt trời. Trong trường hợp mặt trời bị che khuất sẽ sử dụng năng lượng từ ắc quy này nhằm không bị gián đoạn các chương trình truyền hình. Hiện tượng này xảy ra lúc gần nửa đêm, ở vùng kinh tuyến của vệ tinh trong thời gian khoảng 21 ngày của mùa xuân và mùa thu, mỗi lần 8 phút.

Một trường hợp khác xảy ra và làm cho tín hiệu từ vệ tinh khó có thể thu nhận chính xác được đó là khi vệ tinh nằm giữa trạm thu và mặt trời. Khi đó, do anten thu hướng thẳng đến mặt trời nên có rất nhiều bức xạ khác nguồn bức xạ tín hiệu từ anten phát trên vệ tinh. Tín hiệu thu được ở trạm phát có mức nhiễu rất cao. Trong trường hợp này, cần phải hướng anten của trạm thu sang một vệ tinh khác để không bị gián đoạn chương trình. Thời gian xuất hiện hiện tượng này phụ thuộc vào vĩ độ của trạm mặt đất và đường kính anten thu.

3. Băng tần vệ tinh

Theo tiêu chuẩn quốc tế, các vệ tinh viễn thông sử dụng các dải tần số L, S, C, X, K_u, K_a, K, và dải tần có bước sóng milimet. Trong đó, các dải tần C và K_u được sử dụng rộng rãi cho truyền hình với dạng truyền thông cố định (FSS-Fixed Satellite Service). Truyền hình trực tiếp từ vệ tinh (DBS- Direct Broadcast Satellite) cũng sử dụng trong dải tần K, bảng 7-4.

Tính chất của các băng tần và các loại dịch vụ phụ thuộc vào tính chất truyền sóng trong không gian của các dải tần đó. Băng tần C có tần số thấp nên suy hao do mưa và trong không khí nhỏ hơn. Vùng phủ sóng của vệ tinh, làm việc ở băng tần C, theo lý thuyết có thể đạt được 1/3 bề mặt quả đất. Độ rộng băng tần C từ 500 MHz đến 800 MHz, vì vậy, cùng một lúc có thể phát được 20 chương trình khác nhau phục vụ cho yêu cầu của các vùng khác nhau trong khu vực phủ sóng. Tuy nhiên, cũng do tần số thấp nên đường kính anten thu và phát lớn (từ 3 ÷ 3,6 m), nhất là đối với thiết bị trên vệ tinh thì việc vận chuyển rất cồng kềnh và phức tạp và đồng nghĩa với chi phí sẽ tăng lên gấp bội.

Đối với băng tần K, vùng phủ sóng hẹp hơn và suy hao trên đường truyền lớn hơn nhiều so với băng C do tần số cao. Đặc biệt, tín hiệu ở băng tần K chịu suy giảm mạnh do mưa. Cả dải băng tần K thường chia ra nhiều dải tần con, mỗi dải băng con cho phép truyền 3 ÷ 5 chương trình. Anten cho vệ tinh làm việc ở băng tần K_u có bán kính nhỏ (từ 0,4 ÷ 0,6 m), nên thiết bị thu phát nhỏ gọn. Thiết bị thu vệ tinh băng K đơn giản và dễ thao tác hơn so với băng C.

Thông tin vệ tinh được chia làm các loại thông tin toàn cầu, thông tin trong khu vực, thông tin trong phạm vi quốc gia và thông tin địa phương. Trong thông tin vệ tinh viễn thông toàn cầu, để đảm bảo hệ thống thường dùng băng C để truyền với ba 3 vệ tinh trên 37 vị trí khác nhau. Cũng chỉ có băng C mới có thể đáp ứng được yêu cầu phủ sóng

trên diện rộng. Trong phạm vi khu vực lớn cũng sử dụng vệ tinh băng C. Vệ tinh băng K được sử dụng trong phạm quốc gia và cho truyền hình DBS.

Bảng 7-4. Bảng tần vệ tinh

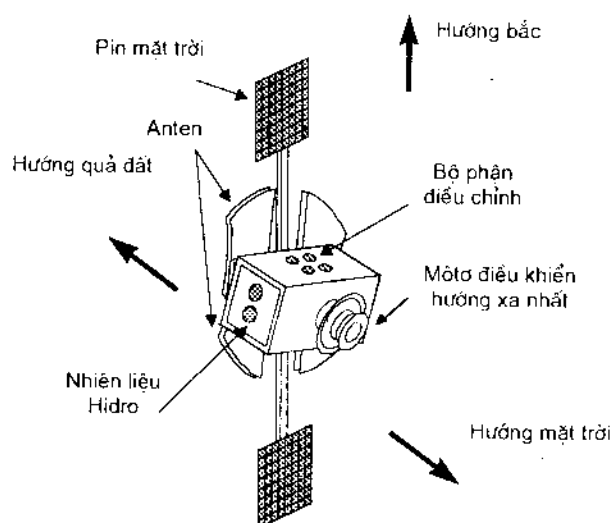
Bảng tần	Phát lên	Phát xuống
Bảng C-FSS	5,925-6,425 GHz	3,700-4,200 GHz
Bảng K _u -FSS	14,0-14,5 GHz	11,7-12,2 GHz
Phát trực tiếp-DBS	17,3-17,8 GHz	12,2-12,7 GHz

4. Hệ thống vệ tinh

Hệ thống thông tin vệ tinh bao gồm hai bộ phận chính: Vệ tinh nhân tạo và hệ thống thông tin. Vệ tinh chứa các hệ thống cung cấp năng lượng cũng như bộ duy trì vệ tinh trên quỹ đạo của nó. Hệ thống thông tin thành phần như anten, bộ thu, bộ chuyển đổi.

a) Cấu trúc vệ tinh

Cấu trúc của vệ tinh được minh họa trên hình 7-36. Cấu trúc của vệ tinh cần phải đảm bảo được độ ổn định theo phương hướng. Năng lượng cung cấp cho vệ tinh bao gồm các tấm pin mặt trời gắn trên các bản phẳng. Mặc dù lực tác động lên vệ tinh là cân bằng song cũng không tránh khỏi hiện tượng dao động do sự bất thường của địa hình. Vì vậy, trên vệ tinh có hệ thống ổn định, luôn được duy trì vệ tinh ở đúng vị trí cần phải có.



Hình 7-36. Cấu trúc vệ tinh.

Chức năng của trạm vệ tinh được vẽ trên hình 7-37. Nó bao gồm anten thu và phát, bộ thu, bộ chuyển đổi. Các kênh truyền hình được cung cấp bằng các tín hiệu phân cực khác nhau, được gọi là nguyên lý sử dụng lại tần số. Theo nguyên lý này có thể nâng số kênh truyền hình vệ tinh lên hai lần bằng cách sử dụng phân cực theo chiều ngang và theo chiều đứng.

Hình 7-38 vẽ các kênh vệ tinh băng C, bao gồm 24 kênh 40 MHz, 12 kênh cho mỗi phân cực. Khoảng cách giữa các kênh đủ lớn để tránh hiện tượng phân cực chéo.

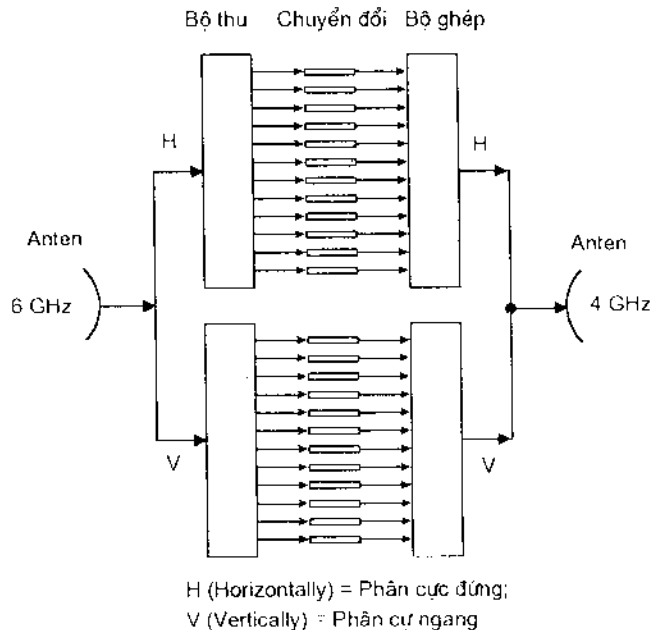
Bộ phát đáp nhận một tín hiệu IF từ máy thu và thực hiện chuyển dịch tần số đến kênh dành cho tín hiệu phát xuống, thực hiện khuếch đại tín hiệu trước khi phát xuống mặt đất. Các thiết bị của bộ phát đáp sử dụng có thể là các đèn sóng chạy và tầng khuếch đại công suất bán dẫn.

b) Trạm mặt đất

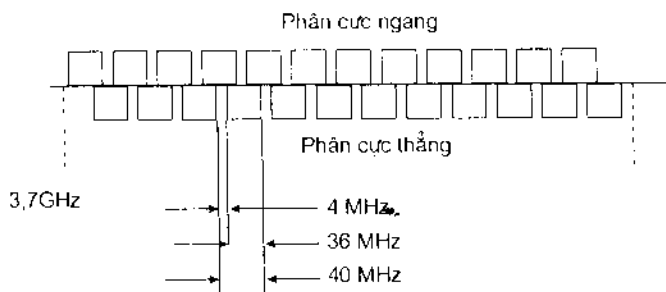
Trạm mặt đất có nhiệm vụ nối tín hiệu xuống và phát tín hiệu lên vệ tinh. Chức năng của trạm phát lên được vẽ trên hình 7-39.

Tín hiệu hình và tín hiệu tiếng đầu tiên được trộn lại với nhau, sau đó qua bộ phối hợp, là bộ phận quan trọng nhất của trạm mặt đất. Tại đây tạo ra sóng mang tần số trung gian, đối với tín hiệu hình thông thường tần số này là 70 MHz, sau đó được thực hiện khuếch đại tiền nhấn (preamphasize) và chuyển lên tần số phát để đưa ra phần khuếch đại công suất. Công suất ra phải được phối hợp với anten và tập trung truyền đến vệ tinh. Thông thường tầng công suất cuối sử dụng đèn sóng chạy, song xu hướng hiện nay là sử dụng các mạch bán dẫn.

Sơ đồ bộ phát xuống được vẽ trên hình 7-40. Tín hiệu từ anten thu qua bộ đổi tần xuống, thực hiện khuếch đại và giải điều chế để thu được tín hiệu ban đầu. Nếu dòng tín hiệu bị khoá mã thì cần phải thực hiện giải mã để tách riêng tín hiệu hình và tín hiệu tiếng.

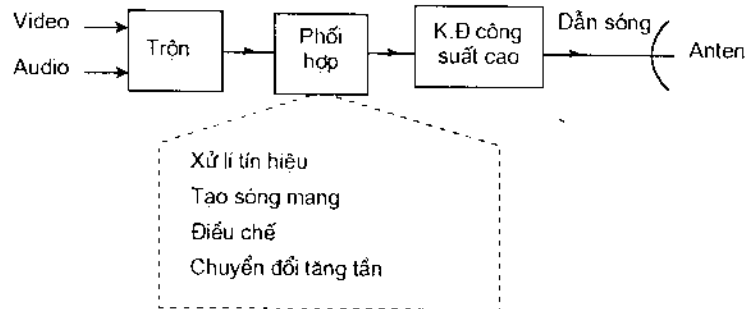


Hình 7-37. Sơ đồ chức năng trạm vệ tinh.



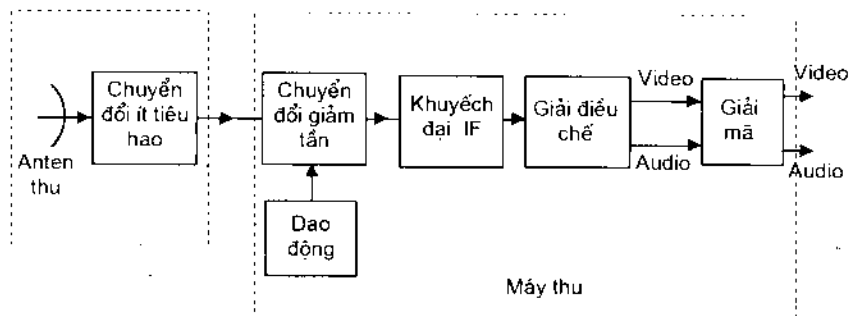
Hình 7-38. Kênh vệ tinh băng C.

Một đại lượng khác dùng để đo mức chỉ tiêu của đường truyền vệ tinh, đó là giá trị G/T (tỉ số giữa hệ số khuếch đại của anten và nhiễu nhiệt tương đương) của hệ thống.



Hình 7-39. Sơ đồ chức năng trạm phát lên.

Đặc điểm chỉ tiêu quan trọng nhất của một đường truyền vệ tinh được xác định bằng tỉ số tín hiệu trên nhiễu, và chủ yếu dựa trên chỉ tiêu của trạm mặt đất. Để đạt được tỉ số tín hiệu trên nhiễu như mong muốn là rất khó thực hiện đối với đường truyền vệ tinh, do khoảng cách quá xa giữa hai đầu đường truyền. Sóng cao tần truyền đi trong không gian phải chịu nhiều ảnh hưởng và theo đó làm suy giảm tín hiệu.



Hình 7-40. Sơ đồ chức năng trạm phát xuống.

Nhiều của hệ thống vệ tinh phần lớn không có tính quy luật, nó có tính chất tương đương như nhiễu nhiệt. Nhiễu nhiệt tương đương thông thường được đo bằng phân bố nhiễu của một thành phần hay của hệ thống, và tính theo biểu thức:

$$T = 290^\circ(F_n - 1); \quad (7-26)$$

trong đó: F_n được biểu thị bởi hệ số bằng thương của tỉ số tín hiệu trên nhiễu tại đầu ra của hệ thống chia cho tỉ số tín hiệu trên nhiễu tại đầu vào tại nhiệt độ tiêu chuẩn. Nhiễu nhiệt của cả hệ thống sẽ bằng tổng nhiễu nhiệt của các thành phần.

Thành phần chủ yếu gây ra nhiễu cho hệ thống vệ tinh là anten thu và tăng vào của máy thu. Nhiễu từ anten do công suất bức xạ của trái đất và anten sẽ thu nhận như nguồn tín hiệu. Các mức nhiễu này phụ thuộc hướng tính và góc ngẩng của vệ tinh. Ngoài ra, nhiễu của hệ thống còn phụ thuộc vào điều kiện thời tiết. Đặc biệt đối với băng K_u, nhiễu của hệ thống tăng lên nhiều khi trời mưa.

c) Định dạng truyền

Dạng truyền cho hệ thống vệ tinh được xác định bằng dạng tín hiệu băng cơ bản. Đối với tín hiệu tương tự thường sử dụng phương pháp điều tần cả cho tín hiệu tổng hợp và tín hiệu thành phần. Phương pháp này có thuận lợi là không chịu ảnh hưởng của nhiễu tương quan, không nhạy cảm với các hệ thống phi tuyến và có thể sử dụng cả dải thông để truyền công suất bằng năng lượng tán xạ đơn biên. So với điều chế biên độ thì dải thông của điều chế tần số lớn hơn.

Đối với tín hiệu số, có nhiều phương pháp điều chế khác nhau được sử dụng. Các phương pháp này có sự khác nhau về công suất truyền, tốc độ truyền, và khả năng chống nhiễu.v.v.. Truyền hình số qua vệ tinh đang được ứng dụng rộng khắp và phát triển với tốc độ nhanh chóng.

5. Truyền tín hiệu truyền hình số qua vệ tinh

Đối với một địa hình phức tạp nhiều đồi núi, rừng rậm và nhiều nơi dân cư thưa thớt. Giải pháp truyền tín hiệu truyền hình số qua vệ tinh thực sự mang tính kinh tế cao. Chính vì vậy đài truyền hình Việt nam đã xây dựng một trạm phát lên vệ tinh cho chương trình VTV3 và tiến tới phát nhiều chương trình trên băng Ku.

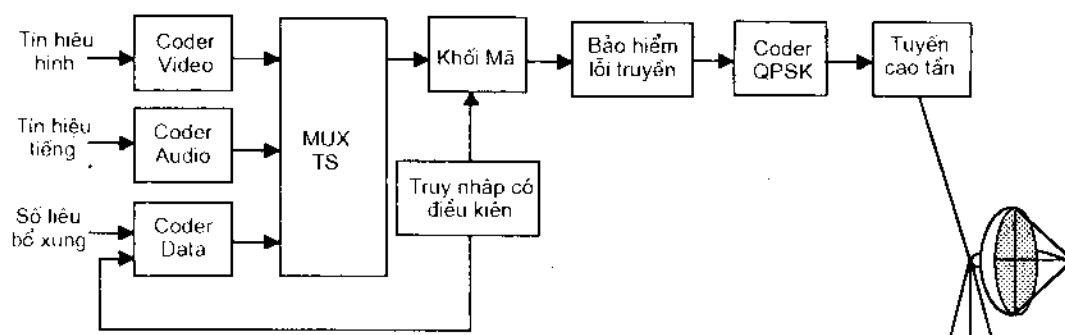
Đối với vệ tinh, hiện nay thường sử dụng hai băng tần là: Băng C sử dụng dải tần từ 4 GHz đến 6 GHz và băng Ku sử dụng dải tần từ 12 GHz đến 14 GHz. Việc lựa chọn băng Ku bởi nó có một lợi thế rất cơ bản, đó là khi thu tần số cao (vệ tinh phát xuống ở tần số 12 GHz) chỉ cần anten có kích thước bé hơn anten thu tần số băng C, từ đó mở ra khả năng tăng nhanh số lượng các trạm thu vệ tinh ở mọi miền đất nước. Điều đó cũng có nghĩa là giá thành các đầu thu sẽ rẻ, mà đây lại là mục tiêu của các nhà thiết kế, đầu thu cho trạm phát.

Để thấy những đặc điểm của truyền tín hiệu truyền hình số qua vệ tinh, ta có sơ đồ khối trạm phát lên vệ tinh hình 7-41.

- Tất cả các tín hiệu hình, tiếng, số liệu của mỗi chương trình trong kênh được nén độc lập. Tín hiệu hình và tiếng được nén theo tiêu chuẩn MPEG-2. Tiếp theo, tất cả các tín hiệu sau khi nén được ghép thành một dòng bit tín hiệu. ở đây sử dụng nguyên tắc "Multiplex thống kê", có nghĩa tốc độ bit của các chương trình khác nhau phụ thuộc vào

nội dung hình ảnh trong các chương trình. Bộ ghép kênh Multiplexer ưu tiên tốc độ bit cao hơn cho các chương trình phức tạp có tốc độ bit lớn hơn (ví dụ các trận đấu bóng đá) và giảm tốc độ bit cho các chương trình khác ít phức tạp hơn tại cùng thời điểm. Dòng dữ liệu bao gồm chuỗi các gói tin có các byte tiêu đề và byte tin tức. Tiêu đề cho phép nhận biết dạng tin được truyền trong gói và chương trình có liên quan đến nó. Các khối này ta đã phân tích trong các phần trước.

- Sau khối MUX (trình bày trong tiêu chuẩn ATSC DTV), tín hiệu chuyển đến khối mã cho người xem trả tiền. Trong khối mã này dòng tín hiệu được ghép và xáo trộn (Scrambling) theo một quy luật mà chỉ người quản lý mới biết. Đồng thời người ta có hình thức khoá mã. Nếu máy thu không nhận được "chìa khoá" của nhà quản lý gửi đi, thì không thể nào sắp xếp lại trật tự dòng tín hiệu được, dòng tín hiệu sẽ rất lộn xộn không ra hình trên TV. Việc khoá mã có thể thực hiện với tất cả các chương trình và có thể chỉ khoá một số chương trình trong các chương trình được phát đi. Điều đặc biệt là nếu các máy thu không hiểu được cách ghép, cách xáo trộn tín hiệu, và không được thiết kế và trang bị mạch điện đặc chủng thoả mãn yêu cầu của hệ quản lý này, thì máy thu đó không thể thu được bất luận một chương trình nào. Cách giải quyết đó tạo thuận lợi cho công tác quản lý việc thu xem chương trình trên bình diện toàn quốc. Khối mã này được điều khiển bằng máy tính.



Hình 7-41. Sơ đồ khối phần phát hệ thống truyền hình vệ tinh.

- Bảo hiểm lỗi truyền: Nhiều sinh ra trong các linh kiện điện tử và các can nhiễu khác luôn phá tín hiệu hữu ích, cần truyền và gây ra sai. Trong kỹ thuật truyền dẫn và xử lý tín hiệu số để chống nhiễu có khái niệm là "mã sửa sai". Người ta cài vào dòng dữ liệu một số loại mã để nếu xảy ra hiện tượng sai, đầu thu có thể phát hiện và sửa được sai.

Việc hạn chế lỗi bằng mã có thể miêu tả khái quát như sau: Đối với mỗi từ mã người ta cho thêm các phần tử dư không mang thông tin mà chỉ có nhiệm vụ kiểm tra. Trong kỹ thuật truyền hình thường dùng mã sửa sai Viterbi hoặc mã Reed-Solomon.

Mã Reed-Solomon (RS) được đưa ra từ năm 1960, nhưng chỉ đến những năm gần đây do công nghệ VLSI phát triển nó mới được ứng dụng rộng rãi và nghiên cứu ngày càng nhiều. Mã RS là bộ mã phi nhị phân và nó có khả năng sửa sai cụm, nguyên tắc lập mã của nó như sau: Muốn sửa được S byte sai thì cần phải có $2S$ byte kiểm tra, như vậy sẽ có $2^m - 1 - 2S$ byte cho số liệu (m là số bit), S byte kiểm tra này được xác định theo các byte số liệu bằng các quan hệ xác định trước. Ở bên thu, từ mã thu được sẽ xác định tổ hợp đặc trưng (syndrome) theo các quan hệ đã dùng bên mã hoá. Nếu syndrome $S = 0$ thì từ mã thu được là đúng, còn syndrome $S \neq 0$ thì từ mã thu được bị sai và ta phải sửa sai. Để sửa sai cần giải quyết được 2 vấn đề là xác định vị trí có sai và xác định giá trị sai.

Mã RS ngày nay được sử dụng rất rộng rãi. Mỗi đoạn tin cùng với tiêu đề (đối với dòng truyền tải mỗi đoạn tin dài 188 bytes) được bảo vệ bởi 16 bytes (mã Reed-Solomon), cho phép sửa được 9 bit sai số trong đoạn. Tất nhiên khi sử dụng nhiều số bit sửa sai sẽ làm cho: Dải thông cần truyền phải tăng lên nếu như ta giữ nguyên số lượng chương trình cần truyền đi. Mà dải thông tăng lên, thì công suất phát cũng phải tăng. Nếu không muốn tăng dải thông để truyền (ví dụ chỉ thuê một bộ phát đáp có dải thông rộng 36 MHz), thì hoặc là ta phải giảm số lượng chương trình, hoặc giảm chất lượng của một hai chương trình nào đó (bằng cách tăng hệ số nén bit của chương trình).

- Tiếp theo, tín hiệu số sẽ được điều chế số QPSK: Dòng tín hiệu phải có sóng cao tần công đi bằng cách điều chế. Chúng ta đã quen biết điều biên AM để mang hình và điều tần FM để mang tiếng trong các máy phát hình tương tự mặt đất. Đối với tín hiệu số có ba phương pháp điều chế cơ bản là điều biên, điều tần, điều pha.

- Nếu ta cần truyền dòng số bằng điều chế biên độ, ta sẽ thấy sóng cao tần có biên độ cao thấp theo dòng tín hiệu xung có, không, thì khi đó ta sẽ chứng kiến có sự dịch chuyển biên độ của sóng cao tần lúc cao lúc thấp theo tín hiệu số cần truyền đi. Người ta đặt tên là OOK (On-Off-Keying = Khoá tắt mở).

- Nếu chúng ta truyền dòng xung có, không bằng phương pháp điều tần, thì lúc này chúng ta sẽ thấy tần số của sóng cao tần lúc cao lúc thấp tùy thuộc vào biên độ có, không của dòng xung. Như vậy tại đây có sự dịch chuyển tần số của sóng cao tần. Người ta đặt tên cho nó là FSK (Frequency Shift Keying = Khoá dịch tần số).

- Tương tự, nếu truyền dòng xung có, không bằng phương pháp điều pha, thì pha của sóng cao tần cũng có sự dịch chuyển. Người ta đặt tên là PSK (Phase Shift Keying = Khoá dịch pha).

Trong trạm phát lên vệ tinh sử dụng điều chế pha và chủ yếu dùng điều chế QPSK. Quá trình điều chế của trạm này được thực hiện ở tần số trung tần 70 MHz. Nghĩa là pha của sóng 70 MHz bị thay đổi theo tín hiệu số đã nén và ghép lại (dòng truyền tải MPEG-

2). Pha biến đổi theo từng nhóm tín hiệu số như [00], [01], [10], [11], nghĩa là pha của tín hiệu trung tần bị dịch chuyển ngẫu nhiên tại bốn vị trí tùy theo sự xuất hiện của bốn nhóm số nêu trên, vì vậy điều chế này có chữ Q (Quaternary hoặc Quadrature). Ở đây không đưa ra sơ đồ mạch điều chế và giải điều chế bởi đã có rất nhiều sách đã in. Ta chỉ giải đáp khả năng truyền được bao nhiêu kênh truyền hình thông thường trên một bộ phát đáp khi điều chế QPSK.

Ta có phổ của tín hiệu đã điều chế QPSK được tính theo công thức sau:

$$S_{QPSK}(f) = 4E_b / (\sin \pi T_b f) / (\pi T_b f)^2; \quad (7-27)$$

trong đó: E_b là năng lượng truyền 1 bit tín hiệu số;

T_b là thời gian của bit: $T_b = 1/f_b$.

Hình dạng phổ của tín hiệu điều chế QPSK được mô tả trong hình 7-42. Nhìn vào hình dạng phổ ta thấy, năng lượng của tín hiệu QPSK:

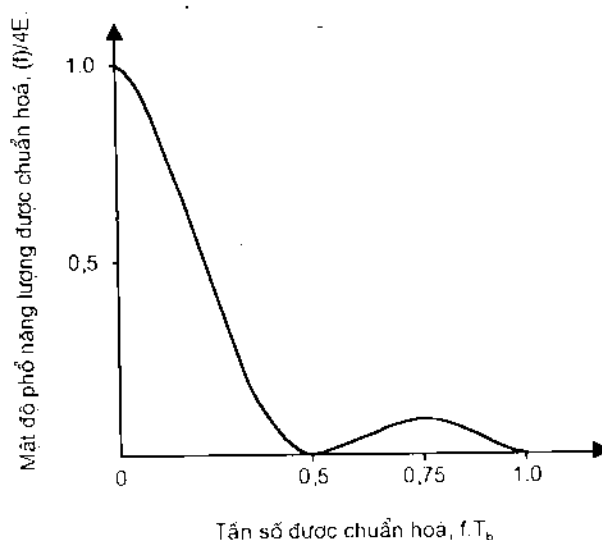
- Đạt giá trị cực đại của sóng mang cao tần.

- Có giá trị gần như bằng không tại giá trị $f.T_b = 0,5; 1$.

- Có điểm cực trị tương đối đáng kể tại 0,75.

- Năng lượng chủ yếu chỉ tập chung trong vùng có dải thông bằng $[0,5f_b]$.

- Ngoài vùng đó các thành phần của tín hiệu QPSK hầu như rất nhỏ, coi như không có.



Hình 7-42. Phổ của tín hiệu đã điều chế QPSK.

Như vậy, với mỗi chương trình sau khi nén MPEG-2 MP@ML có vận

tốc trung bình là 4 Mbit/s, thêm các mã sửa sai và các dữ liệu khác, thì vận tốc của 10 chương trình là 52 Mbit/s. Dải thông của bộ phát đáp để truyền dòng dữ liệu có vận tốc 52 Mbit/s bằng điều chế QPSK là $0,65 \times 52 = 33,8$ MHz. Ta chỉ cần thuê một bộ phát đáp có dải thông 36 MHz là đủ cho phát cả 10 chương trình.

- Sau đó tần số trung tần 70 MHz sẽ được chuyển lên dải tần Ku (14 GHz) bằng phương pháp truyền thông và phát lên vệ tinh.

• Hệ thống khuếch đại công suất: Sóng vô tuyến điện truyền trong không gian đều bị suy giảm, vì vậy phải khuếch đại đến cường độ đủ mạnh. Sóng có tần số càng cao thì suy giảm trong không gian và suy giảm trong mây mưa càng lớn. Vì vậy các trạm phát Ku phải có công suất cực đại tới 2 kW (nếu dùng anten phát có đường kính khoảng 10 m). Trong các máy phát hiện nay thường dùng đèn klystron để khuếch đại công suất. Đèn klystron khuếch đại khá tuyến tính phù hợp cho phát nhiều chương trình số có nén, điều chế QPSK. Công suất thực tế khi phát các chương trình phụ thuộc vào:

- Số lượng chương trình đang phát, nếu nhiều chương trình thì công suất phải lớn, ngược lại phát ít chương trình công suất giảm đi.

- Chất lượng chương trình, nếu tất cả các chương trình đòi hỏi chất lượng cao (có vận tốc bit lớn) thì công suất phát phải tăng. Nếu các chương trình có chất lượng vừa phải (vận tốc bit thấp), thì công suất phát không cần phải tăng cao.

- Nếu trời có mưa, nhất là mưa rào, sóng bị suy giảm mạnh thì công suất phát phải tăng lên để bù cho lượng sóng bị mất trong vùng mưa.

- Nếu thêm các dịch vụ khác (ví dụ cung cấp thêm Internet) qua trạm phát này, công suất cũng phải tăng lên chút ít.

- Nếu anten parabol phát có kích thước bé, độ tăng ích thấp, thì công suất phát phải cao. Vì vậy khi xây dựng trạm phát như thế này thường lắp đặt anten phát có kích thước khá lớn. Tuy nhiên anten lớn lại kéo theo nhiều việc khó khăn về cơ khí, về điều khiển, về chống bão gió. Thường chọn anten Cassegrain đường kính 11 m, phản xạ hai lần và có độ tăng ích lớn tới 62,5 dB sẽ cho kết quả tốt.

• Hệ thống anten và điều khiển anten: Anten phát phải hướng đúng và chính xác tới vệ tinh cần truyền. Vệ tinh treo lơ lửng trong không gian, cách trái đất khoảng 36.000 km, chuyển động xung quanh trái đất bằng vận tốc tự quay quanh trục của trái đất và luôn đi cùng trái đất. Từ trái đất nhìn lên thấy vệ tinh đứng yên, nên gọi là vệ tinh địa tĩnh.

Nhưng thực ra vệ tinh không thật tĩnh, vì nó chịu các lực hấp dẫn hút đẩy của các hành tinh gần xa hệ mặt trời. Có thời điểm vệ tinh bị sai lệch vị trí, việc thu và phát tín hiệu về trái đất của vệ tinh sẽ yếu đi. Trạm phát sóng mặt đất phải dựa vào thông số của tín hiệu thu được, phải tự chỉnh anten phát hướng đúng vào vệ tinh, làm cho vệ tinh thu tốt nhất và phát xuống trái đất với hướng chính xác nhất. Việc điều khiển này hiện nay dùng máy tính PC.

Tất nhiên người quản lý vệ tinh phải xây dựng trạm theo dõi và điều khiển vệ tinh liên tục. Vệ tinh được chỉnh trở lại đúng vị trí nhờ các động cơ phản lực gắn trên vệ tinh. Các động cơ phản lực này được tắt mở và điều chỉnh từ các trạm điều khiển trên mặt đất.

CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

ABU	Asia - Pacific Broadcasting Union
A/D	Analog To Digital Converter
AES	Audio Engineering Society
AGC	Automatic Gain Control
AM	Amplitude Modulation
ANC	Ancillary Data
ANSI	American National Standard Institute
ASK	Amplitude Shift Keying
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATSC	Advanced Television Systems Committee
BER	Bit Error Rate
BPM	Bi-Phase Mark
CAT	Conditional Access Table
CATV	Community Antena Television
CCD	Charge Coupled Devices
CCIR	Comite Consultatif International des Ratio Communication
CCITT	Comite Consultatif International des Telephone et Telegraphic
CD	Compact Disk
CD-ROM	Compact Disk-Read Only Memory
CMTS	Cable Modem Termination System
CMCI	Cable Modem CPE Interface
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
CSIF	Common Source Intermediate Format
CSO	Composite Second Order
CTB	Composite Triple Beat
CRC	Cyclick Redundancy Check
DCT	Discrete Cosine Transform
DOCSIS	Data Over Cable System Interface Specification
DSM	Digital Storage Media
DSM-CC	Digital Storage Media Command And Control
DTS	Decoding Time-Stamp

DTTB	Digital Terrestrial Television Broadcasting
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-C	DVB-Cable
DVB-S	DVB-Satellite
DVB-T	DVB-Terrestrial
DVB-RCC	DVB-Return Channel via Cable
DVCR	Digital Video Cassette Recoder
DWDM	Dense Wave Division Multiplexing
EAV	End of Active Video
EBU	European Broadcast Union
EDTV	Enhanced Definition TeleVision
EFM	Eight to Fourteen Modulation
ES	Elementary Stream
ESCR	Elementary Stream Clock Reference
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDM	Frequency Division Multiplex
FEC	Forward Error Correction
FFT	Fast Fourier Transform
FSK	Frequency Shift Keying
FT	Frame Transfer
GOP	Group Of Pictures
HDTV	High-Definition Television
HFC	Hybrid Fiber Coax
HL	High Level
HP	High Priority bit stream
IDFT	Inverse DFT
IEC	International Electrotechnical
IFFT	Inverse FFT
INA	Interactive Network Adapter
ISDB-T	Intergeted Services Digital Broadcasting - Terrestrial
ISO	International Organization for Stadardization
IT	Interline Transfer
ITU	International Telecommunication Union

ITV	Interactive Television
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JEC	Joint Engineering Committee of EIA and NCTA
LDTV	Limited Definition Television
LPF	Low-Pass Filter
LSB	Least Significant Bit
LSI	Large Scale Integration
MAC	Media Access Control
MB	Macro Block
MP@HL	Main Profile At High Level
MP@ML	Main Profile At Main Level
MPEG	Moving Picture Experts Group
MSB	Most Significant Bit
NSI	Network Side Interface
NTSC	National Television System Committee
PAL	Phase Alternating Line
PAT	Program Association Table
PCR	Program Clock Reference
PES	Packetized Elementary Stream
PID	Packet Identifier
Pixel	Picture Element
PIL	Precision In Line
PMT	Program Map Table
PSI	Program Specific Information
PSK	Phase Shift Keying
PTS	Presentation Time Stamp
PU	Presentation Unit
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
RLC	Run-Length And Level Coding
SCR	System Clock Reference
SDTV	Standard Definition Television

SECAM	Sequential Couleur Avec Mémoire
SFN	Single Frequency Network
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SNR	Signal Noise Ratio
STB	Set - Top - Box
SVGA	Super-VGA
TDM	Time Division Multiplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TS	Transport Stream
UHF	Ultra-High Frequency
VCR	Home Video Recorders
VHF	Very-High Frequency
VLC	Variable Length Coding
VLSI	Very Large Scale Integration
VOD	Video on Demand
VSB	Vestigial Sideband

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Ninh, Hoàng Gia Khánh, Trịnh Duy Thăng, Nguyễn Tiên
Giáo trình truyền hình - Đại học Bách Khoa Hà nội.
2. Hoàng Ninh
Truyền hình màu - Đại học Bách Khoa Hà nội.
3. Nguyễn Tiên - Đại học Bách Khoa Hà nội.
Hệ truyền hình màu NTSC, PAL, SECAM
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 1993.
4. Nguyễn Kim Sách
Truyền hình số & HDTV
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 1995.
5. Đỗ Hoàng Tiến, Vũ Đức Lý
Truyền Hình Số
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 2000.
6. Dr. Ferenczy Pál
Televízió Technika
Budapesti Műszaki Egyetemel.
7. Michael Robin & Michel Poulin
Digital Television Fundamentals
McCraw-Hill Companies, Inc, 1998.
8. Andrew F. Inglis
Video Engineering
McCraw-Hill Companies, Inc, 1993.
9. Jerry C. Whitaker
DTV: The Revolution in Electronic Imaging
McCraw-Hill Companies, Inc, 1993.

Giáo trình

KỸ THUẬT TRUYỀN HÌNH

Tác giả: ĐỖ HOÀNG TIẾN, DƯƠNG THANH PHƯƠNG

Chịu trách nhiệm xuất bản : Pgs, Ts. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập : NGUYỄN ĐĂNG, NGUYỄN NGỌC
Vẽ bìa : TRẦN THẮNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HUNG ĐẠO - HÀ NỘI

In 1000 cuốn khổ 19 x 27 cm, tại Nhà in Đại học Quốc gia Hà Nội.

Giấy phép xuất bản số: 6 - 353 - 05/01/2004

In xong và nộp lưu chiểu tháng 08 năm 2004.

