

BỘ Y TẾ

LÝ THUYẾT THIẾT BỊ HÌNH ẢNH Y TẾ

TẬP 1

(DÙNG CHO ĐÀO TẠO DẠY NGHỀ Y TẾ)

Chủ biên : KS. TRẦN VĂN SON



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

BỘ Y TẾ

LÝ THUYẾT THIẾT BỊ HÌNH ẢNH Y TẾ

TẬP 1

MÁY X QUANG

(DÙNG CHO ĐÀO TẠO DẠY NGHỀ Y TẾ)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

HÀ NỘI – 2008

Chỉ đạo biên soạn:

VỤ KHOA HỌC VÀ ĐÀO TẠO – BỘ Y TẾ

Chủ biên:

KS. TRẦN VĂN SON

Những người biên soạn:

PGS. TS HOÀNG ĐỨC KIẾT

TS. TRỊNH ĐÌNH CHIẾN

KS. ĐOÀN NHẬT ÁNH

KS. TRẦN VĂN SON

KS. NGUYỄN GIA QUÂN

Hiệu đính:

PGS. TS. TRẦN VỆ QUỐC

Tham gia tổ chức bản thảo:

ThS. PHÍ VĂN THÂM

TS. NGUYỄN MẠNH PHA

LỜI GIỚI THIỆU

Thực hiện một số điều của Luật Giáo dục, Bộ Y tế đã ban hành chương trình khung đào tạo trung cấp ngành Y tế. Bộ Y tế tổ chức biên soạn tài liệu dạy – học các môn cơ sở và chuyên môn theo chương trình trên nhằm từng bước xây dựng bộ sách đạt chuẩn chuyên môn trong công tác đào tạo nhân lực y tế.

Sách *Lý thuyết thiết bị hình ảnh y tế* (tập 1) được biên soạn dựa vào chương trình giáo dục nghề của Bộ Y tế và trên cơ sở chương trình khung đã được phê duyệt. Sách được các tác giả KS. Trần Văn Sơn (chủ biên), PGS. TS. Hoàng Đức Kiệt, TS. Trịnh Đình Chiến, KS. Đoàn Nhật Ánh, KS. Nguyễn Gia Quân biên soạn theo phương châm: kiến thức cơ bản, hệ thống; nội dung chính xác, khoa học; cập nhật các tiến bộ khoa học, kỹ thuật hiện đại và thực tiễn Việt Nam. Sách được cấu trúc gồm 7 bài. Tài liệu là tiền đề để các giáo viên và học sinh các trường có thể áp dụng phương pháp dạy – học tích cực.

Sách *Lý thuyết thiết bị hình ảnh y tế* (tập 1) đã được Hội đồng chuyên môn thẩm định sách và tài liệu dạy – học trung cấp và dạy nghề của Bộ Y tế thẩm định vào năm 2007. Bộ Y tế quyết định ban hành tài liệu dạy – học chính thức của ngành Y tế giai đoạn 2006 – 2010. Trong quá trình sử dụng, sách phải được chỉnh lý, bổ sung và cập nhật.

Bộ Y tế chân thành cảm ơn các tác giả và Hội đồng chuyên môn thẩm định đã giúp hoàn thành cuốn sách; Cảm ơn TS. Đỗ Ngọc Thanh, KS. Hà Đắc Biên, PGS.TS. Trần Vệ Quốc đã đọc và phản biện, hiệu đính để cuốn sách sớm hoàn thành kịp thời phục vụ cho công tác đào tạo nhân lực y tế.

Lần đầu xuất bản sách khó tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của đồng nghiệp, các bạn sinh viên và các độc giả để lần xuất bản sau sách được hoàn thiện hơn.

VỤ KHOA HỌC VÀ ĐÀO TẠO – BỘ Y TẾ

LỜI MỞ ĐẦU

Thiết bị chẩn đoán hình ảnh được ứng dụng rất rộng rãi trong các lĩnh vực: thăm dò địa chất, kiểm tra chất lượng sản phẩm, trong ngành hải quan...

Trong y tế nó là công cụ chủ yếu để chẩn đoán, xét nghiệm và điều trị bệnh.

Thiết bị chẩn đoán hình ảnh là loại thiết bị tương đối đắt tiền so với các thiết bị khác trong bệnh viện.

Do vậy, đòi hỏi kỹ thuật viên, bác sĩ sử dụng vận hành phải được trang bị những kiến thức cơ bản, để có khả năng làm chủ được thiết bị. Đối với kỹ thuật viên, kỹ sư sửa chữa lại càng phải có nhu cầu hiểu biết cao hơn về: phân tích mạch, đo đạc, vận hành thành thạo để kiểm tra, hiệu chỉnh và sửa chữa được thiết bị.

Qua gần một thế kỷ, các thiết bị chẩn đoán hình ảnh đã trải qua nhiều thế hệ, chúng ngày càng được cải tiến và hoàn thiện hơn. Nhờ áp dụng tiến bộ kỹ thuật tiên tiến mà các thiết bị chẩn đoán hình ảnh đã thực hiện được nhiều chức năng thăm dò và chẩn đoán phức tạp, nó đã trở thành công cụ đắc lực giúp cho các thầy thuốc trong chẩn đoán và điều trị có hiệu quả.

Thiết bị luôn được cải tiến cả về cấu trúc bên trong và hình dạng bên ngoài, nên trong phạm vi tài liệu có hạn, không thể cùng một lúc đề cập đến tất cả các thiết bị đang được ứng dụng. Tài liệu chỉ trình bày các chức năng nhiệm vụ và giải thích một số mạch điển hình, từ đó người đọc có khái niệm để vận dụng cho các trường hợp khác. Đây là tài liệu chuyên ngành về thiết bị chẩn đoán hình ảnh, không định hướng về một loại máy nào, một hãng nào, các kiến thức trong tài liệu này là những vấn đề cơ bản nhất được ứng dụng cụ thể trong các máy X quang thường quy. Tài liệu dùng giảng dạy cho các hệ đào tạo trình độ cao đẳng chuyên ngành kỹ thuật thiết bị y tế. Giáo trình này cũng có thể được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho kỹ sư và cán bộ kỹ thuật chuyên ngành.

Tài liệu phần nào giúp cho người đọc có thêm một số kiến thức cơ bản phục vụ cho học tập nghiên cứu, sửa chữa thiết bị hình ảnh y tế.

Tài liệu được chia làm ba tập:

- Tập 1: Cơ sở kỹ thuật về máy X quang.
- Tập 2: Máy siêu âm chẩn đoán.
- Tập 3: Phân tích nguyên lý hoạt động một số máy X quang đang sử dụng ở nước ta.

Tài liệu khó tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được sự góp ý chân thành của bạn đọc.

Xin chân thành cảm ơn.

CÁC TÁC GIẢ

MỤC LỤC

Lời giới thiệu	3
Lời mở đầu.....	5
Bài 1. Tính chất vật lý tia Rơnghen	9
1. Vật lý tia Rơnghen và ứng dụng.....	9
1.1. Hiệu ứng bức xạ tia katốt (Cathode Rays)	9
1.2. Bản chất của tia X – tia âm cực	10
1.3. Tia âm cực.....	11
2. Đại cương về tia Rơnghen.....	12
2.1. Bức xạ hãm	13
2.2. Bức xạ đặc trưng.....	15
3. Sự hấp thụ tia Rơnghen.....	16
4. Sự tán xạ của tia Rơnghen	19
5. Sự nhiễu xạ của tia Rơnghen.....	20
6. Bước sóng của tia X.....	25
7. Các phổ của tia X	30
Câu hỏi lượng giá.....	35
Bài 2. Máy X quang tần số thấp	37
1. Khái niệm.....	37
2. Phân loại máy X quang.....	37
2.1. Phân loại theo điện áp nguồn cung cấp	37
2.2. Phân loại theo điện áp chỉnh lưu cung cấp cho anốt bóng phát tia	38
2.3. Phân loại theo công suất	38
2.4. Phân loại theo nhiệm vụ (chuyên khoa)	38
2.5. Phân loại theo cấu tạo	38
2.6. Phân loại theo tần số.....	38
2.7. Phân loại theo vị trí lắp đặt	38
3. Sơ đồ khối tổng quát của máy X quang.....	39
4. Khối nguồn cung cấp chính	40
4.1. Biến thế nguồn điều chỉnh từng nấc.....	40
4.2. Biến thế nguồn điều chỉnh liên tục.....	40
5. Biến thế nguồn.....	42
5.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của biến thế nguồn 1 pha.....	42
5.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của biến thế nguồn 3 pha.....	43
5.3. Biến thế tự ngẫu.....	45

6. Điều chỉnh các tham số kV, mA.s	46
6.1. Điều chỉnh chỉ thị KV	46
6.2. Điều chỉnh chỉ thị mA	48
6.3. Ổn định điện áp cho tốc đèn bóng X quang	50
Câu hỏi lượng giá	54
Bài 3. Khối điều khiển trung gian	55
1. Các role điều khiển trung gian	55
1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của role điện từ	55
1.2. Phân loại role điện từ	57
2. Mạch làm chậm quá trình chụp	57
2.1. Mạch làm chậm dùng role thủy ngân	57
2.2. Mạch làm chậm dùng R-C	58
2.3. Mạch làm chậm dùng transistor	59
2.4. Mạch làm chậm dùng UJT	59
3. Mạch anốt quay	60
3.1. Tác dụng của anốt quay	60
3.2. Cấu tạo của mạch anốt quay	60
3.3. Nguyên lý hoạt động	61
4. Các mạch bảo vệ an toàn	63
4.1. Mạch kiểm soát nhiệt độ katốt	63
4.2. Kiểm soát tốc độ quay anốt	64
4.3. Mạch bảo vệ quá điện áp và quá tải	64
4.4. Mạch cảnh báo bóng quá nóng	65
4.5. Phương pháp thành lập mạch bảo vệ quá tải	66
4.6. Mạch bảo vệ quá tải trong máy X quang Shimadzu ED 150L	69
Câu hỏi lượng giá	72
Bài 4. Mạch cắt thời gian chụp	74
1. Nhiệm vụ và phân loại mạch cắt thời gian	74
1.1. Nhiệm vụ	74
1.2. Phân loại	74
2. Một số loại mạch cắt thời gian thông dụng	75
2.1. Mạch thời gian sử dụng đồng hồ cơ khí	75
2.2. Mạch thời gian sử dụng đồng hồ cơ – điện từ	76
2.3. Mạch thời gian dùng đèn thyatron	77
2.4. Mạch cắt thời gian dùng transistor	79
2.5. Mạch thời gian đóng cắt pha “0”	82
2.6. Mạch thời gian sử dụng các phần tử logic cơ bản	87
Câu hỏi lượng giá	95
Bài 5. Khối tạo cao áp và bóng X quang	96
1. Bóng phát tia X quang	96
1.1. Bóng X quang anốt cố định	96

1.2. Bóng X quang anốt quay	99
1.3. Biến thể đốt tóc đèn bóng X quang	105
2. Khối tạo cao áp.....	106
2.1. Biến thể cao áp	106
2.2. Chỉnh lưu cao áp.....	109
2.3. Mạch chọn bàn, chọn bóng	113
3. Cấp cao áp	116
4. Các diốt chỉnh lưu cao áp.....	118
4.1. Diốt điện tử.....	118
4.2. Diốt bán dẫn	118
5. Dầu cao áp.....	119
Câu hỏi lượng giá.....	120
Bài 6. Kỹ thuật tạo ảnh bằng tia X.....	122
1. Hệ thống tạo ảnh bằng tia X	122
1.1. Máy X quang.....	122
1.2. Hệ thống hiện ảnh.....	122
1.3. Film X quang	123
1.4. Bìa tăng quang	123
2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng ảnh X quang	124
2.1. Tiêu chuẩn chụp	124
2.2. Lọc tia X.....	125
3. Kỹ thuật buồng tối.....	128
4. Bảo vệ khỏi tia X.....	130
4.1. Các tác hại do tia X gây ra	130
4.2. Tác hại trên các bộ phận cơ thể.....	131
4.3. Các biện pháp để giảm liều lượng tia X.....	133
Câu hỏi lượng giá.....	135
Bài 7. Cơ sở kỹ thuật máy X quang cao tần	137
1. Khái niệm chung.....	137
2. Máy X quang cao tần	138
2.1. Cơ sở lý thuyết máy X quang cao tần	138
2.2. Sơ đồ khối máy X quang cao tần	139
3. Nguyên lý tạo tần số cao.....	140
3.1. Cấu tạo sơ đồ khối bộ đổi tần	140
3.2. Mạch tạo cao áp máy X quang cao tần	141
3.3. Xét một số sơ đồ thực tế	143
4. Mạch đốt tóc đèn máy X quang cao tần	149
5. Mạch anốt quay máy X quang cao tần	151
Câu hỏi lượng giá.....	151
Đáp án các câu hỏi lượng giá.....	153
Tài liệu tham khảo.....	155

TÍNH CHẤT VẬT LÝ TIA RÖNGHEN

MỤC TIÊU

- Trình bày được thí nghiệm cơ bản tạo ra tia Röntgen.
- Trình bày được ứng dụng của tia Röntgen trong ngành Y tế.
- Trình bày được các tính chất của tia Röntgen.

1. VẬT LÝ TIA RÖNGHEN VÀ ỨNG DỤNG

1.1. Hiệu ứng bức xạ tia katốt (Cathode Rays)

Năm 1895 nhà bác học Đức Wilhelm Konrat Roentgen đã tìm thấy một bức xạ đi xuyên qua vật chất khi ông làm thí nghiệm, loại tia mới này được ông đặt tên là tia X. Để kỷ niệm nhà bác học đã tìm ra nó người ta thường gọi nó là tia Röntgen.

Năm 1925, Quốc tế đã chấp nhận Röntgen là tên đơn vị đo liều lượng tia X.

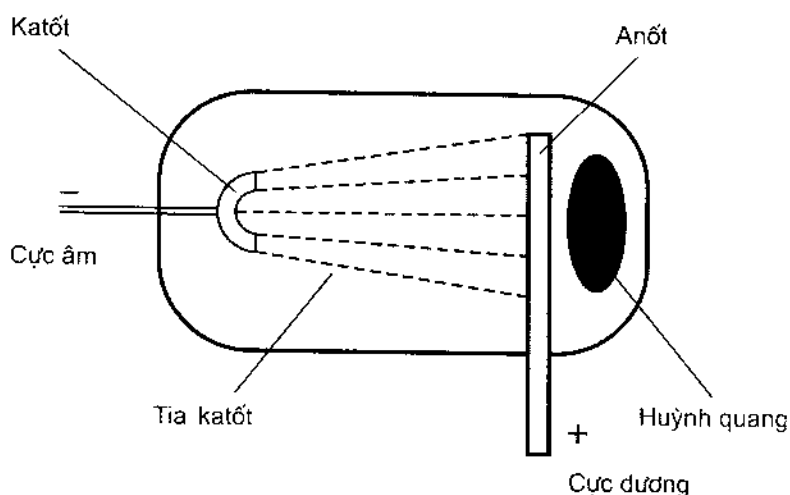
Năm 1901 nhà bác học W.Röntgen đã được tặng giải thưởng Nobel.

Vào năm 1837 Michael Faraday nghiên cứu sự phát quang khi phóng điện qua các chất khí khác nhau. Sau đó M.Faraday nghiên cứu sự phóng điện qua những ống thủy tinh chứa khí ở áp suất thấp.

Năm 1877 Crookes tạo ra ống thủy tinh chứa khí có áp suất rất thấp gọi là ống Crookes (hình 1.1)

Khi nghiên cứu tia katốt, ông đã phát hiện: Tia katốt bị lệch hướng trong từ trường và điện trường. Ông rút ra kết luận tia katốt là một dòng hạt mang điện tích âm, có thể bị lệch bởi một trường điện từ hay được hội tụ bởi điện cực lõi.

Ông cũng nhận thấy rằng những hạt này làm nóng cơ thể ở những nơi chúng rơi tới. (Thực ra Crookes đã phát hiện được tia X nhưng ông không chứng minh được).



Hình 1.1. Ống Crookes

Năm 1892 Heinrich Hertz đã nhận thấy tia katốt có thể đi qua thủy tinh của một ống chân không, do vậy ông đã tin rằng tia katốt là một dạng của sóng điện từ.

Thời gian này Ronghen làm việc ở trường đại học Tổng hợp Wuerzburg ở Đức. Một điều kiện khá may mắn là Ronghen rất chú ý tới việc chụp ảnh. Do vậy ngày 8/11/1895 ông đã nhận thấy một số vật phát quang trong vùng lân cận của một ống Crookes, ống này được ông cung cấp một dòng điện nhờ một cuộn cảm ứng nối với một bộ pin. Khi xem xét những vật thể mà nó phát quang, ông nhận thấy chúng được phủ một lớp hóa chất đặc biệt. Tất nhiên tia katốt trong ống là nguyên nhân của sự phát quang.

Ngày 28/12/1895 Ronghen đã báo cáo lần đầu tiên về phát minh này.

1.2. Bản chất của tia X – tia âm cực

Năm 1895 nhiều nhà bác học đã nghiên cứu về tia âm cực. Và họ đặt các câu hỏi:

Tia âm cực là gì? Nó là một dòng hạt như kết luận của Crookes hay là sóng điện từ như quan niệm của Hertz?

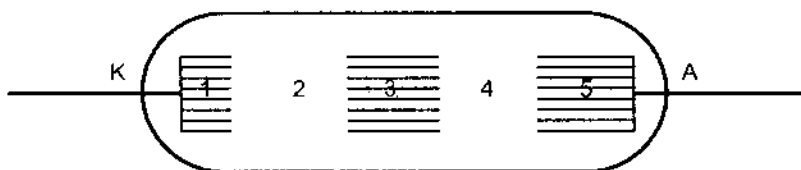
Sự hiểu biết về tia X thời gian này còn rất hạn chế vì điều kiện thí nghiệm không đầy đủ.

Đến năm 1911 bằng thí nghiệm nổi tiếng của mình Milikan mới chứng minh được sự tồn tại của điện tử và công trình này được tặng giải thưởng Nobel năm 1923.

1.3. Tia âm cực

Người ta dùng một ống thủy tinh có hàn hai cực A và K, bên trong chứa khí áp suất thấp khoảng 10^{-3}mmHg (thủy ngân).

Ở hai đầu katốt K và anốt A khi đặt một điện thế một chiều, khoảng vài nghìn volt, sẽ quan sát được hiện tượng phóng điện trong khí kém. Lúc này khí trong ống sẽ phát sáng (hình 1.2).



Hình 1.2. Sự phóng điện qua chất khí.

Khi quan sát kỹ dọc theo ống ta thấy sự phát sáng không đều và có những khoảng sáng tối:

- 1: là khoảng sáng thứ nhất bao quanh âm cực.
- 2: là khoảng tối Crookes.
- 3: là khoảng sáng thứ hai.
- 4: là khoảng tối Faraday.
- 5: là khoảng sáng dương cực.

Nếu hạ thấp áp suất chất khí thì khoảng tối Crookes sẽ nở rộng và có thể chiếm hết cả ống. Tuy nhiên hiện tượng phóng điện vẫn tiếp diễn. Nếu đặt một lá kim loại giữa âm cực và dương cực có thể thấy trên thành ống đối diện với âm cực xuất hiện bóng đen của lá kim loại đó. Như vậy rõ ràng là từ âm cực đã phát ra một loại tia mà người ta gọi là tia âm cực.

Để tìm hiểu bản chất tia âm cực, các nhà khoa học như Cruc (Crookes), Peranh (Perrin), Tômxơn (Thomson) đã làm nhiều thí nghiệm và đã tìm thấy một số tính chất quan trọng của tia âm cực như sau:

– Vận tốc của tia âm cực được Tômxơn đo năm 1894 có giá trị bằng $1,9 \cdot 10^7 \text{cm/s}$. So sánh với vận tốc ánh sáng $C = 3 \cdot 10^{10} \text{cm/s}$ thì vận tốc của tia âm cực nhỏ hơn rất nhiều. Do vậy không thể đồng nhất tia âm cực với ánh sáng được.

– Tia âm cực có khả năng làm quay một chong chóng nhỏ nếu đặt chong chóng đó trên đường đi của tia âm cực. Điều đó chứng tỏ tia âm cực là một chùm hạt, đã truyền động năng của mình cho chong chóng quay.

- Tia âm cực bị lệch hướng dưới tác dụng của điện trường và từ trường.
- Khi đo độ lệch của tia âm cực dưới tác dụng đồng thời của điện trường và từ trường, năm 1897 Tômxơn đã xác định được tỷ số $\frac{e}{m_e}$ của các hạt tạo nên tia âm cực:

$$\frac{e}{m_e} = 0,175.10^{11} \text{ culông/kg}$$

Ta nhớ rằng trước đó khi nghiên cứu về sự dẫn điện của dung dịch và các định luật về điện phân của Faraday và định luật Avôgadrô, người ta đã chứng minh được sự tồn tại của một nguyên tố điện tích, nghĩa là một điện tích (hay điện tích của ion hóa trị một) là e và xác định được giá trị:

$$e = \frac{1F}{1N} \approx 1,6.10^{-19} \text{ culông}$$

Trong đó: 1F: là 1 Faraday = $9,6522.10^4$ culông.

N: Số Avôgadrô = $6,059.10^{23}$ nguyên tử, là số nguyên tử chứa trong một nguyên tử gam của mọi nguyên tố.

Do đó, người ta có thể xác định được khối lượng của các hạt tạo nên trên âm cực. Kết quả cho thấy các hạt tạo nên trên âm cực mang điện tích âm, có khối lượng nhỏ hơn hàng nghìn lần so với khối lượng của nguyên tử. Như vậy không thể nhầm tia âm cực với các ion âm được.

Ta thấy tia âm cực thực chất là một chuỗi hạt mang điện tích âm có khối lượng nhỏ hơn khối lượng nguyên tử hàng nghìn lần.

Để hiểu rõ bản chất tia Ronghen ta sẽ khảo sát chi tiết hơn về chúng. Tia X và tia Ronghen là một, trong giáo trình chúng ta có thể gọi theo cả hai cách đều được.

2. ĐẠI CƯƠNG VỀ TIA RƠNGHEN

Muốn tạo ra được tia X người ta dùng một chùm tia điện tử có vận tốc khá lớn đập vào bề mặt một đối âm cực làm bằng kim loại nặng (như vonfram) thì đối âm cực sẽ tạo ra chùm tia Ronghen.

Tia Ronghen không nhìn thấy bằng mắt thường, nó có đặc tính làm phát quang một số chất, nó cũng có tác dụng lên kính ảnh và gây ra sự ion hóa trong các chất khí.

Tất cả những đặc tính này đã được sử dụng để phát hiện và nghiên cứu về tia Ronghen.

Tia Ronghen có bản chất là sóng điện từ như ánh sáng nhưng có bước sóng nhỏ hơn nhiều so với bước sóng ánh sáng. Ta có thể so sánh bước sóng tia Ronghen trong dải sóng điện từ sau đây:

Bức xạ	Bước sóng λ
Tia Gamma (g)	$< 0,0012\text{nm}$
Tia Ronghen (X)	$0,0012 \div 12\text{nm}$
Tử ngoại	$12 \div 380\text{nm}$
Nhìn thấy	$380 \div 760\text{nm}$
Hồng ngoại	$760 \div 10^6\text{nm}$ ($10^6 \text{ nm} = 1\text{mm}$)
Sóng vô tuyến	$> 1\text{mm}$

Ta nhận thấy mỗi vùng sóng có những đặc tính đặc trưng riêng. Khi tần số tăng (bước sóng giảm) thì những tính chất hạt của bức xạ cũng tăng. Ta cũng chú ý là tuy có cùng bản chất là sóng điện từ nhưng giữa các vùng sóng đó có một sự khác nhau quan trọng.

Sóng vô tuyến được sinh ra nhờ chuyển động tuần hoàn của tập thể các điện tử trong mạch dao động (anten).

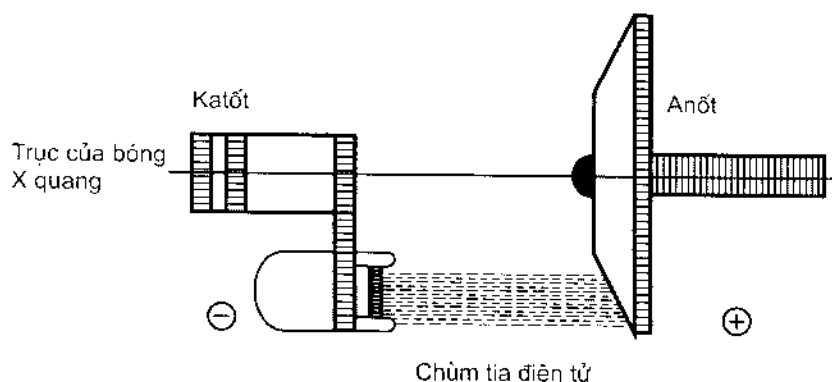
Sóng quang học được phát ra nhờ các chuyển mức năng lượng bên trong các nguyên tử, phân tử riêng biệt trong vật thể.

Còn đối với tia X, nguồn gốc của nó là do các điện tử chuyển dịch giữa các lớp trong cùng của các nguyên tử.

Cũng tương tự như ánh sáng, tia Ronghen cũng có tính chất sóng mà ta có thể phát hiện được điều đó nhờ các thí nghiệm về giao thoa và nhiễu xạ.

Ta biết các tia Ronghen xuất hiện khi các điện tử bị hãm đột ngột, do va chạm với các nguyên tử của chất làm đối âm cực. Khi đó xuất hiện hai loại bức xạ Ronghen là bức xạ hãm và bức xạ đặc trưng.

2.1. Bức xạ hãm



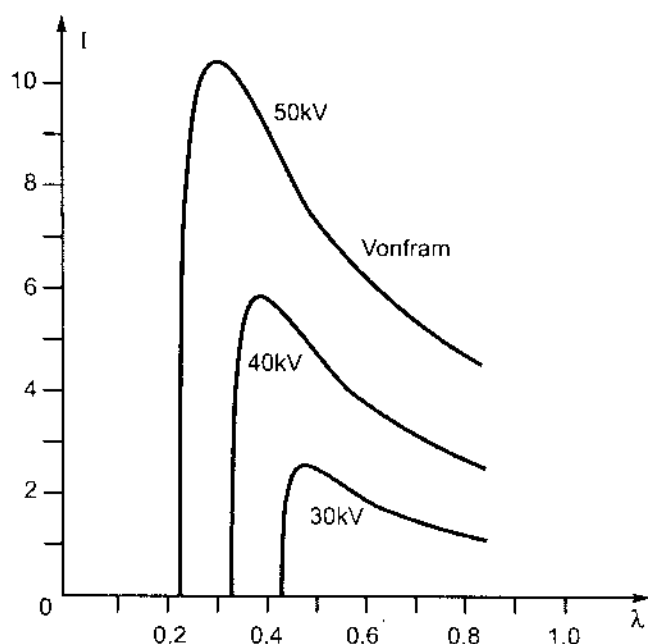
Hình 1.3. Sự tạo thành tia X.

Khi điện tử bị hãm đột ngột có năng lượng nhỏ hơn một giá trị xác định đặc trưng cho chất làm đối âm cực.

Bức xạ hãm có phổ liên tục tương tự như ánh sáng trắng. Do đó bức xạ hãm còn được gọi là bức xạ Rơnghen trắng.

Bản chất của bức xạ hãm có thể dễ dàng được nhận biết theo quan điểm của lý thuyết điện từ.

Khi va chạm các điện tử bị hãm đột ngột và do chuyển động có gia tốc của hạt mang điện dẫn đến sự xuất hiện trường điện từ và do đó bức xạ hãm có phổ liên tục. Sự phân bố năng lượng (hay cường độ) theo bước sóng có cực đại tại một bước sóng xác định nào đó.



Hình1.4. Sự phân bố $I(\lambda)$ với đối âm cực bằng vonfram với các điện áp khác nhau.

Cường độ giảm dần về phía bước sóng lớn và tiệm cận đến giá trị $\lambda \rightarrow \infty$.

Bên phía trái của tiệm cận cực đại, khi bước sóng giảm, thì cường độ của bức xạ hãm giảm mạnh và bị giảm đột ngột, tại một bước sóng nào đó, gọi là bước sóng tối hạn.

Ta chú ý là vị trí của bước sóng (hay tần số) giới hạn cũng như đặc tính của sự phân bố năng lượng bức xạ hãm trong phổ không phụ thuộc vào vật liệu làm đối âm cực (anốt).

Tần số giới hạn f_g chỉ được xác định bởi điện áp U , khi đó:

$$f_g \sim U$$
$$U \uparrow \Rightarrow I \uparrow \Rightarrow f \uparrow$$

Khi điện áp gia tốc tăng, cường độ bức xạ hãm sẽ tăng cực đại, tần số giới hạn của nó sẽ dịch chuyển về phía các tần số lớn.

Dựa vào lý thuyết Photon về ánh sáng, ta có thể tính được bước sóng giới hạn hay tần số giới hạn.

Điện tử sau khi vượt qua được hiệu điện thế U sẽ có năng lượng eU . Khi va chạm với nguyên tử, một phần năng lượng được bức xạ ra dưới dạng photon, một phần năng lượng truyền cho nguyên tử, chủ yếu biến thành nhiệt năng.

$$\text{Như vậy: } eU = hf + \xi \delta T^4 \cdot Q \quad (1.1)$$

Trong đó: hf là năng lượng chuyển hoá tia X; $\xi \delta T^4 \cdot Q$ là nhiệt năng không mong muốn; ξ : Hệ số nhiệt anốt; Q : Diện tích anốt; δ : Hằng số; T : Nhiệt độ anốt.

Tần số cực đại được xác định từ điều kiện cho rằng: Một điện tử đập vào đối âm cực sẽ phát ra một lượng tử, và toàn bộ động năng của điện tử dùng để tạo thành lượng tử.

Lúc đó ta có:

$$hf_g = eU \quad (1.2)$$

$$\lambda_g = \frac{h \cdot C}{eU}$$

Trong đó: h : Hằng số Planck.

C : Tốc độ truyền lan ánh sáng.

Nếu thay các giá trị của những hằng số vào công thức trên ta sẽ thu được:

$$\lambda_g(A^0) = \frac{12345}{U(V)} \quad (1.3)$$

$$1A^0 = 10^{-10}m$$

Ta nhận thấy bước sóng phụ thuộc vào điện áp gia tốc U .

2.2. Bức xạ đặc trưng

Nếu tăng điện áp gia tốc U lên nữa thì đến một điện áp nào đó trên phổ của phổ liên tục sẽ xuất hiện bức xạ có vạch đỉnh nhọn. Tần số của vạch đỉnh nhọn đó chỉ phụ thuộc vào điện áp gia tốc U , nếu nó lớn hơn một điện áp tới hạn U_{th} nào đó cần có sự xuất hiện của vạch nói trên.

Khi đạt đến một điện áp gia tốc đủ lớn nào đó thì trong bức xạ Rơghen có xuất hiện một tập hợp xác định các tần số hay bước sóng (các vạch) hoàn toàn đặc trưng cho chất làm đối âm cực (anốt). Do đó, bức xạ này được gọi là

bức xạ đặc trưng. Lúc đó cũng có nghĩa là năng lượng của điện tử gia tốc bằng hay lớn hơn một giá trị xác định đặc trưng trong chất làm đối âm cực.

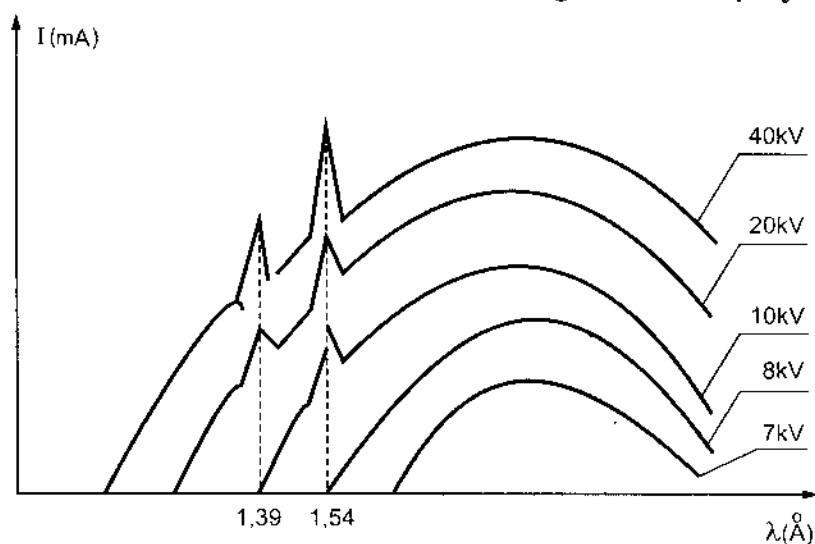
Phổ của bức xạ đặc trưng là phổ vạch (hình 1.5).

Một đặc điểm rất quan trọng và đáng chú ý là phổ bức xạ đặc trưng của tia X của các nguyên tố nặng (nghĩa là các nguyên tố có Z lớn) hoàn toàn giống nhau, trong lúc đó phổ quang học (do những điện tử hoá trị quy định) của chính những nguyên tố này thì lại rất khác nhau.

Chúng ta đã biết sự giống nhau của phổ bức xạ tương ứng với dịch chuyển giữa hai mức, có năng lượng như nhau. Mặt khác ta thấy sự sắp xếp các điện tử ở các lớp (vành) trong cùng các nguyên tố nặng hoàn toàn như nhau. Do vậy ta có cơ sở để cho rằng nguồn gốc của bức xạ đặc trưng của tia X là do các điện tử dịch chuyển giữa các lớp (vành) nằm trong cùng của nguyên tử.

Các vạch phổ của bức xạ đặc trưng tạo thành những dãy có tính quy luật. Dãy có bước sóng ngắn nhất được ký hiệu bằng chữ K, sau đó theo chiều bước sóng tăng ta có các dãy L, M, N. Số các dãy tăng khi tăng số thứ tự các nguyên tố trong bảng tuần hoàn Mendêlêép.

(Nếu cần nghiên cứu kỹ hơn, tham khảo các giáo trình vật lý nguyên tử).



Hình 1.5. Bức xạ đặc trưng khi thay đổi điện áp gia tốc (đối với đối âm cực là đồng).

3. SỰ HẤP THỤ TIA RƠNGHEN

Một trong những đặc tính đáng chú ý nhất của tia Rơnghen là tính hấp thụ đặc biệt của nó. Trước hết là sự hấp thụ của tia Rơnghen bởi vật chất hoàn toàn không phụ thuộc vào tính chất quang học của nó.

Ví dụ: Thủy tinh thì là không màu và trong suốt đối với ánh sáng nhưng lại hấp thụ hoàn toàn tia Rơnghen. Và do vậy nó được sử dụng làm tấm che chắn bảo vệ cho con người làm việc với thiết bị Rơnghen. Ngược lại một lá nhôm mỏng là không trong suốt đối với ánh sáng, nhưng hầu như trong suốt hoàn toàn đối với tia Rơnghen.

Ứng dụng tính chất này trong y học người ta dùng để “chiếu điện”.

Nếu một chùm tia Rơnghen song song đi qua một lớp vật chất thì chùm tia sẽ bị suy yếu dần hay cường độ của nó bị giảm dần. Sự suy yếu này là kết quả của hai quá trình: sự tán xạ và sự hấp thụ. Hai quá trình này có bản chất khác nhau.

* Sự làm yếu tia do tán xạ cũng tương tự như sự tán xạ của ánh sáng khi nó đi qua môi trường “vẩn đục”. Sự khác nhau chỉ là ở chỗ môi trường vẩn đục đối với ánh sáng được gây bởi những hạt được đánh giá là tương đối lớn ở trong đó mà chúng có chiết suất khác nhau với chiết suất của môi trường. Còn một môi trường nào đó trong suốt đối với ánh sáng, nhưng có thể lại là môi trường vẩn đục đối với tia Rơnghen vì bước sóng của tia X rất ngắn. Trong trường hợp này những tâm tán xạ chính là những nguyên tử hay những phân tử của vật chất. Nó tương tự như tán xạ phân tử quan sát được đối với ánh sáng. Nhưng sự tán xạ này là rất nhỏ đối với ánh sáng.

Để so sánh ta có thể đưa ra những con số sau:

Một chùm sáng song song sẽ bị yếu dần ($\approx 2,7$ lần) do sự tán xạ bởi một lớp nước trong sạch độ dày là 1km. Trong khi đó một chùm tia Rơnghen cũng bị suy yếu đi $\approx 2,7$ lần do sự tán xạ qua lớp nước dày 5cm.

* Sự làm yếu tia do hấp thụ là do một phần năng lượng của tia Rơnghen bị hấp thụ thực sự trong vật chất để cuối cùng biến thành nhiệt.

Nếu chùm tia Rơnghen song song đơn sắc (là các tia có cùng bước sóng) thì sự làm yếu do một lớp vô cùng mỏng vật chất có độ dày dx sẽ tuân theo định luật sau:

$$-dJ = \mu J dx \quad (1.4)$$

J : là cường độ của chùm tia tới

μ : là hệ số đặc trưng cho sự làm yếu.

Lấy tích phân phương trình trên ta có sự suy yếu của chùm tia Rơnghen bởi một lớp vật chất có độ dày là d :

$$J = J_0 e^{-\mu d}$$

J_0 : cường độ chùm tia khi $d = 0$.

Ở đây chúng ta không đi sâu vào giải thích định lượng.

Khi khảo sát một cách định tính ta thấy rằng sự hấp thụ tia X trong vật chất phụ thuộc vào một số yếu tố sau:

- Độ dày của vật chất dọc theo hướng tia X.
 - Mật độ hay nồng độ của vật chất.
 - Bản chất của chất hấp thụ hay số nguyên tử của chất hấp thụ.
 - Bản chất của tia hay là bước sóng của tia (độ cứng, mềm của tia).
- * Sự hấp thụ do độ dày của cơ thể.

Sự hấp thụ của tia càng nhiều khi nó đi qua cơ thể với chiều dày càng lớn. Người ta nhận thấy tia X đơn sắc sẽ suy giảm 50% khi đi qua một lớp vật liệu nào đó dày 1cm. Sau đó nó sẽ suy giảm 25% nữa khi đi qua độ dày 1cm thứ hai. Và chỉ còn 12,5% khi đi qua độ dày 3cm. Như vậy chỉ sau khi xuyên qua một lớp vật chất không dày lắm tia X sẽ suy giảm chỉ còn không đầy 1% cường độ ban đầu của nó.

* Sự hấp thụ liên hệ với mật độ vật chất.

Mật độ của vật chất càng cao, số hạt nguyên tử trong một đơn vị thể tích càng lớn thì sự hấp thụ của tia X do sự va chạm với điện tử sẽ càng lớn.

Trong cơ thể, điều đó đã được chứng minh là tia X dễ dàng truyền qua trong những cơ quan mà có chứa không khí (ví dụ như phổi) so với những mô mềm khác, thậm chí cho dù không khí và mô mềm có gần như cùng số nguyên tử.

* Sự hấp thụ liên hệ với số thứ tự nguyên tử.

Số thứ tự của nguyên tử của vật chất càng cao thì số điện tử chứa trong hình cầu nguyên tử càng lớn. Đường kính nguyên tử nói chung không phụ thuộc vào số thứ tự của nguyên tử. Do đó số thứ tự của nguyên tử càng lớn thì khả năng va chạm giữa những điện tử và những photon tia X sẽ càng lớn. Do vậy sự hấp thụ càng lớn. Trạng thái của vật chất (ví dụ rắn, lỏng, khí) là không quan trọng trong mối liên hệ này, cái chính là mật độ phải giống nhau.

Ngay cả trạng thái hóa học cũng không quan trọng. Không giống như ánh sáng dễ dàng bị hấp thụ bởi lưu huỳnh và cacbon nhưng không bị hấp thụ bởi cacbon-disunfit (hợp chất của lưu huỳnh và cacbon), còn tia X lại dễ dàng bị hấp thụ bởi hợp chất và cả những nguyên tố thành phần của chúng. Do vậy, canxi (xương) có số thứ tự là 20 hấp thụ hiệu quả hơn so với những mô mềm (nitơ) số thứ tự là 7.

4. SỰ TÁN XẠ CỦA TIA RƠNGHEN

Sự tán xạ của tia Rơnghen có quy luật khác với sự tán xạ của ánh sáng trong vùng quang phổ học (là vùng ánh sáng nhìn thấy hay tia tử ngoại). Như ta đã biết, trong vùng quang phổ học, ở đó độ dài sóng ánh sáng cỡ 10^{-5}cm , như vậy lớn hơn nhiều kích thước của nguyên tử (cỡ $1 \text{ A}^0 = 10^{-8}\text{cm}$) sự tán xạ tỷ lệ nghịch với lũy thừa bậc 4 của bước sóng.

Trong vùng tia Rơnghen, độ dài bước sóng của nó cùng bậc về giá trị với kích thước của nguyên tử. Như vậy quy luật về tán xạ với tia Rơnghen sẽ phải khác. Cụ thể, về sự tán xạ được khảo sát như kết quả của những dao động cưỡng bức của những điện tử dưới tác dụng của trường điện từ của sóng Rơnghen tới. Tômxơn trước đây đã đưa ra công thức sau cho hệ số tán xạ nguyên tử:

$$\sigma_a = \frac{8\pi}{3} \cdot \frac{e^4}{m^2 C^4} \cdot Z \quad (1.5)$$

Trong đó:

e : điện tích của điện tử (Culông).

m : là khối lượng của điện tử (kg).

c : tốc độ ánh sáng (cm/s).

Z : số thứ tự của nguyên tố bằng số điện tử trong nguyên tử trung hòa.

$$\frac{\sigma_a}{Z} = \frac{8\pi}{3} \cdot \frac{e^4}{m^2 C^4}$$

Có thể khảo sát như tiết diện hiệu dụng của một điện tử đối với sự tán xạ của tia X. Khi đặt vào đó những giá trị đã biết:

$$e = 4,80 \cdot 10^{-10}$$

$$\frac{e}{mC} = 1,760 \cdot 10^7$$

$$C = 2,997 \cdot 10^{10} \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$$

Chúng ta có thể thu được tiết diện hiệu dụng của điện tử:

$$\sigma_a = \frac{8\pi}{3} \cdot \frac{e^4}{m^2 C^4} = 6,57 \cdot 10^{-25} \text{ cm}^2$$

Bán kính của tiết diện hiệu dụng này rất nhỏ:

$$r_0 = 4,57 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$$

Công thức (1.5) đã được Tômxơn sử dụng để xác định số điện tử trong nguyên tử (bằng điện tích hạt nhân Z). Thực nghiệm kiểm tra công thức của Tômxơn rất đúng đối với những nguyên tố nhẹ.

Từ thực nghiệm ta có kết quả:

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\rho} &= 0,20 \\ \sigma_a &= \frac{\sigma}{\rho} \cdot \frac{A}{N} \begin{cases} N: \text{là số Avôgadrô} \\ A: \text{là trọng lượng nguyên tử gam} \end{cases} \\ \frac{\sigma}{\rho} &= 0,40 \frac{Z}{A} \rightarrow 0,20 = 0,40 \frac{Z}{A} \\ \frac{Z}{A} &= \frac{1}{2}\end{aligned}\tag{1.6}$$

Như vậy có nghĩa rằng ở những nguyên tố nhẹ (trừ nguyên tố hydro) thì số thứ tự của nguyên tử bằng nửa trọng lượng nguyên tử của chúng.

Ví dụ: He ($Z = 2$; $A = 4$)

Li ($Z = 3$; $A = 6$)

C ($Z = 6$; $A = 12$)

Biểu thức (1.6) liên quan tới bản chất của lực hạt nhân. Chúng ta không đi sâu vào lĩnh vực này.

5. SỰ NHIỄU XẠ CỦA TIA RƠNGHEN

Tia Rơnghen có tính chất nhiễu xạ nhưng do bước sóng của chúng nhỏ so với miền của ánh sáng thấy được nên để quan sát được nó cần phải có cách tử có hằng số bằng vài Å. Do đó để quan sát hiện tượng nhiễu xạ của các tia Rơnghen người ta dùng cách tử tinh thể.

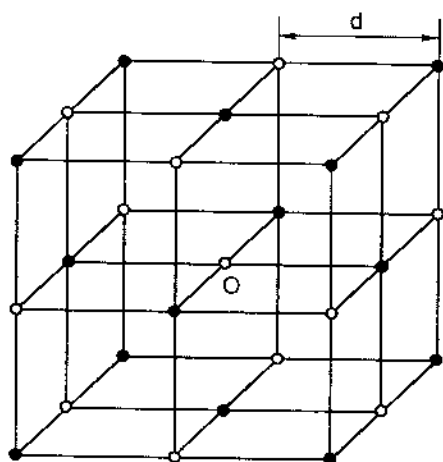
Như ta đã biết tinh thể là một tập hợp những nguyên tử hay ion phân bố trong một không gian theo một quy luật nhất định.

Để đơn giản ta xét tinh thể NaCl. Tinh thể này gồm những ion Na^+ và Cl^- phân bố trên đỉnh của các hình hộp tạo thành mạng tinh thể (hình 1.6). Khoảng cách giữa các ion kế tiếp gọi là hằng số d của mạng.

• ion Na^+

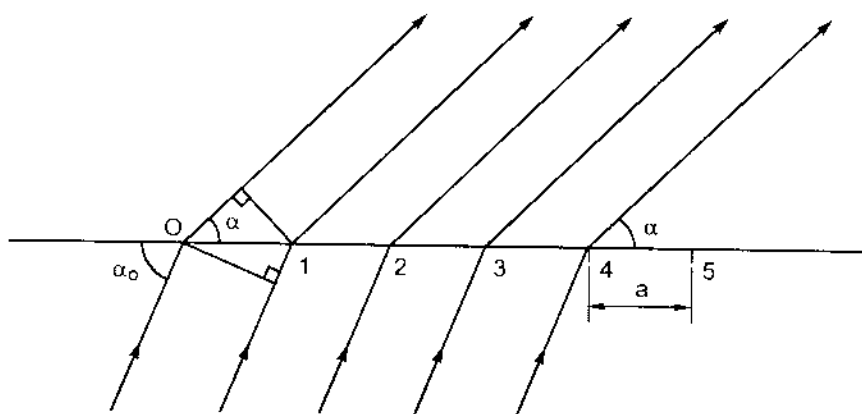
○ ion Cl^-

Ta xét sự phản xạ của một chùm tia X song song đập trên tinh thể. Do bản chất của tia X là sóng điện từ nên khi tia X gặp phải những nguyên tử nằm trên các mặt mạng tinh thể tạo thành những chướng ngại thì chùm tia X sẽ bị nhiễu xạ. Hiện tượng này gần giống với hiện tượng khi một sóng ánh sáng đến đập trên mặt cách tử nhiễu xạ. Do đó tinh thể dùng để nghiên cứu hiện tượng nhiễu xạ của tia X được gọi là cách tử tinh thể.



Hình 1.6. Mạng tinh thể của NaCl.

Trước tiên ta hãy khảo sát cách tử thẳng hay cách tử một chiều. Giả sử ta có cách tử thẳng (hình 1.7).



Hình 1.7. Cách tử phản xạ.

Với những tâm tán xạ 0, 1, 2, 3, 4, 5 (là những nguyên tử) được sắp xếp trên một đường thẳng như hình vẽ. Giả sử sóng phẳng tới cách tử thẳng này dưới góc α_0 . Như vậy mỗi tâm tán xạ 0; 1; 2; 3... là một nguồn sáng cầu mới

và những sóng cầu kết hợp này được truyền theo tất cả các phương. Ta khảo sát một phương tùy ý nào đó tạo với cách tử góc α .

Như vậy hiệu quang đường của 2 tia đi qua mỗi cặp nguyên tử sát cạnh nhau, ví dụ: cặp 0-1; cặp 1-2... như trên hình vẽ ta sẽ thấy bằng:

$$a(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

Ở đây a là khoảng cách giữa các nguyên tử.

Do đó, đối với phương α sẽ thu được cực đại nhiều xạ khi thực hiện điều kiện sau:

$$a(\cos \alpha - \cos \alpha_0) = h\lambda \quad (1.7)$$

Ở đây h là số nguyên.

Từ công thức (1.7) ta suy ra:

$$\cos \alpha = \cos \alpha_0 + h \frac{\lambda}{a} \quad (1.8)$$

Điều đó chứng tỏ rằng cách tử thẳng tác dụng như một máy quang phổ, bởi vì đối với mỗi bước sóng λ sẽ thu được giá trị góc α tương ứng với nó.

Khi $h = 1$ sẽ xuất hiện phổ bậc 1 còn khi $h = 2$ sẽ xuất hiện phổ bậc 2,... Người ta còn gọi là cực đại nhiễu xạ hay cực đại giao thoa bậc 1, 2...

Trong không gian phương cực đại được xác định bởi các mặt Cô-níc có các góc ở đỉnh là α .

Điều kiện giao thoa cực đại trên cách tử ba chiều thu được bằng cách ứng dụng liên tiếp các điều kiện đối với cách tử thẳng. Như vậy đối với cách tử không gian hình lập phương ta có thể biết:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha &= \cos \alpha_0 + h_1 \frac{\lambda}{a} \\ \cos \beta &= \cos \beta_0 + h_2 \frac{\lambda}{a} \\ \cos \gamma &= \cos \gamma_0 + h_3 \frac{\lambda}{a} \end{aligned} \right\} \quad (1.9)$$

Trong trường hợp này ta thấy bậc giao thoa được xác định bởi 3 số (h_1, h_2, h_3). Người ta nhận thấy rằng bên cạnh điều kiện (1.9) đối với một hướng bất kỳ trong không gian cần phải thoả mãn cả điều kiện:

$$\left. \begin{aligned} \cos^2 \alpha_0 + \cos^2 \beta_0 + \cos^2 \gamma_0 &= 1 \\ \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (1.10)$$

Như vậy không phải đối với mọi bước sóng bất kỳ có thể thoả mãn được các phương trình trên mà chỉ có bước sóng xác định mới thoả mãn các điều kiện đó.

Từ (1.9) và (1.10) ta có:

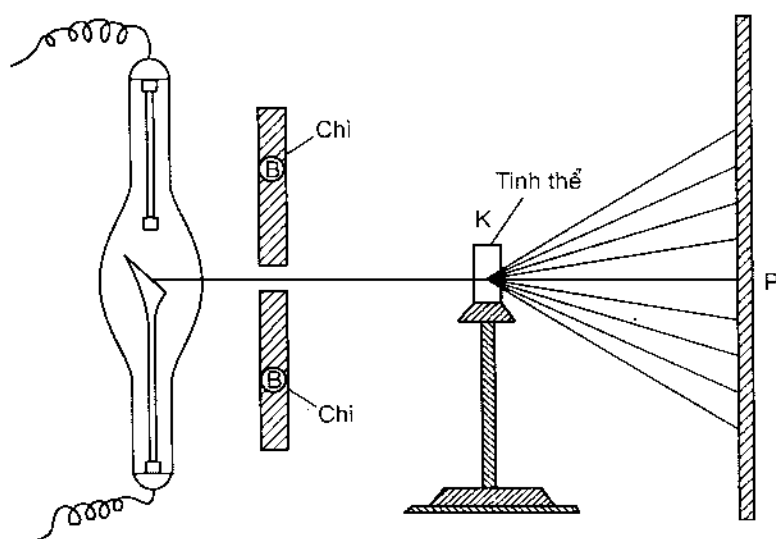
$$1 = 1 + \frac{\lambda^2}{a^2} (h_1^2 + h_2^2 + h_3^2) + 2 \frac{\lambda}{a} (h_1 \cos \alpha_0 + h_2 \cos \beta_0 + h_3 \cos \gamma_0) \quad (1.11)$$

Do đó:

$$\lambda = -2a \frac{h_1 \cos \alpha_0 + h_2 \cos \beta_0 + h_3 \cos \gamma_0}{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2}$$

Vậy chỉ đối với bước sóng thoả mãn đẳng thức (1.11) và đối với hướng cho trước của sóng phẳng tới (có giá trị $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$) mới thu được cực đại giao thoa bậc xác định h_1, h_2, h_3 .

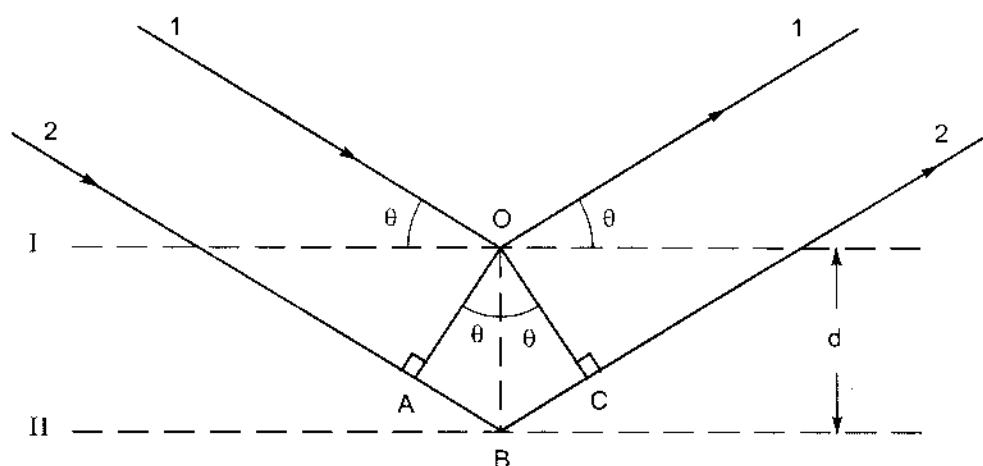
Phương pháp thực nghiệm thông thường về sự nhiễu xạ của tia X là phương pháp Laue. Trong phương pháp này người ta hướng phổ tia X trắng (phổ liên tục) lên đơn tinh thể. Do đó đối với các bước sóng xác định, các điều kiện (1.8 và 1.9) đều được thoả mãn và trên kính ảnh có các vết nhiễu xạ được tạo thành. Sơ đồ thực nghiệm được bố trí như hình 1.8.



Hình 1.8. Sơ đồ thu nhiễu xạ tia X theo Laue.

Chùm tia X liên tục được tạo ra, sau khi đi qua một lỗ tròn trên tấm chì B sẽ đi qua tinh thể K. Chùm tia nhiễu xạ xuất hiện sẽ tạo thành các vết trên kính ảnh P được đặt vuông góc với chùm tia.

Các nhà vật lý Anh W.H.Bragg, W.A.Bragg và nhà vật lý tinh thể Nga Iu.V.Vulfo đã đưa ra một phương pháp khác để tính toán và giải thích ảnh chụp bằng tia X thu được theo phương pháp Laue. Một cách ngắn gọn ta có thể nói rằng: theo phương pháp này mỗi vết sáng của ảnh chụp bằng tia X được coi như cực đại giao thoa thu được do phản xạ từ các họ mặt phẳng nguyên tử tương ứng ở cách nhau những khoảng cách d như hình 1.9.



Hình 1.9. Hình ảnh thu được phản xạ tia X.

Ta thấy tia phản xạ gương một phần trên các mặt phẳng nguyên tử song song, sau khi phản xạ cho ta cực đại giao thoa. Nếu hiệu quang trình bằng một số nguyên lần bước sóng.

Trên hình vẽ ta thấy tia 1 và 2 phản xạ từ các mặt phẳng nguyên tử I và II sẽ có hiệu quang trình là $(AB + BC)$ hay là $2d\sin\theta$. Ở đây θ là góc trượt, tức là góc phụ với góc tới bằng 90° . Như vậy điều kiện cực đại là:

$$2d\sin\theta = m\lambda \quad \text{với } m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Công thức này gọi là công thức Brêcg (Bragg). Công thức này là cơ sở của quang phổ học tia X và phép nhiễu xạ điện tử, nó được dùng để nghiên cứu cấu tạo của các tinh thể.

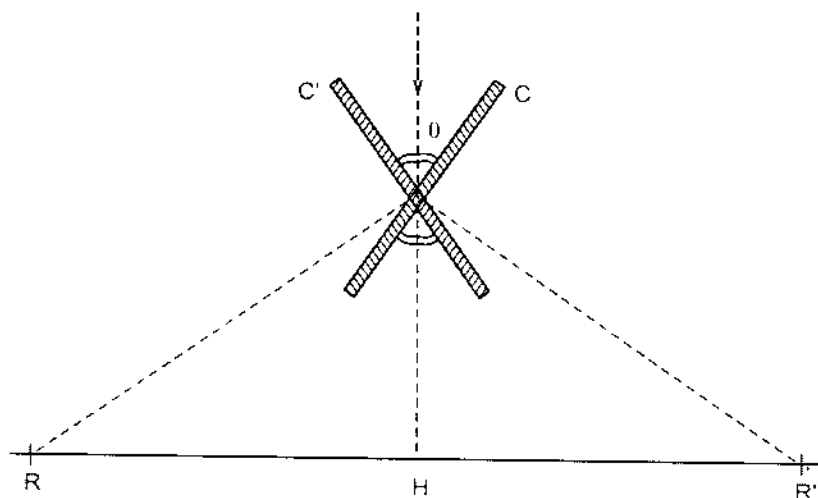
Cần chú ý đến sự khác biệt giữa hiện tượng phản xạ của tia X và của ánh sáng thông thường, ánh sáng thông thường có bước sóng lớn đối với khoảng cách giữa các nguyên tử trong tinh thể cho nên đối với nó tinh thể có tính chất như một môi trường liên tục và hiện tượng phản xạ ánh sáng luôn luôn xảy ra trên mặt của tinh thể. Trái lại tia X có bước sóng vào cỡ khoảng cách giữa các nguyên tử trong tinh thể nên nó có khả năng đi sâu vào các lớp của tinh thể. Do đó ta chỉ quan sát được tia phản xạ khi nào các sóng nhiễu xạ trong lòng tinh thể không bị triệt tiêu do giao thoa với các sóng

nhiều xạ trên mặt của tinh thể. Do đó đối với ánh sáng thông thường góc phản xạ cũng như góc tới có thể lấy bất kỳ giá trị nào.

Đối với tia X không phải như vậy, ứng với một cách tử tinh thể xác định góc phản xạ chỉ lấy những giá trị xác định bởi hệ thức Brêcg.

6. BƯỚC SÓNG CỦA TIA X

Chúng ta đã biết rằng tia X có tác dụng lên kính ảnh nên có thể dùng kính ảnh để đánh dấu phương của tia X phản xạ trên cách tử tinh thể thường là một tinh thể thạch anh. Tinh thể này có thể quay những góc khác nhau đối với phương của tia X (hình 1.10).



Hình 1.10. Cách xác định bước sóng của tia X quang.

Khi góc tới θ thoả mãn hệ thức Brêcg thì tại R trên kính ảnh chúng ta có vết của chùm tia phản xạ.

Hệ thức Brêcg phát biểu:

$$2d \sin \theta = m \cdot \lambda$$

$$m = 0, 1, 2, 3 \dots$$

d: khoảng cách giữa 2 mặt phẳng nguyên tử.

θ : là góc trượt, tức là góc phụ với góc tới bằng 90° .

Nếu như kính ảnh đủ lớn ta có thể ghi kết quả ở vị trí R' đối xứng với R qua H. Khi tinh thể nằm ở vị trí C'. Đo khoảng cách RR' có thể suy ra góc 2θ . Nếu chùm tia X tới không đơn sắc mà gồm một số bước sóng $\lambda_1, \lambda_2 \dots$ thì với mỗi bước sóng chúng ta có một số vết ứng với các góc $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$

Trên kính ảnh chúng ta sẽ thu được một số vạch ứng với các bước sóng khác nhau:

Tập hợp các vạch ấy tạo thành một phổ tia X. Tỷ số các bước sóng λ_1 và λ_2 của 2 vạch tia X có thể suy từ các giá trị của góc θ_1 và θ_2 theo hệ thức Brêcg ta có:

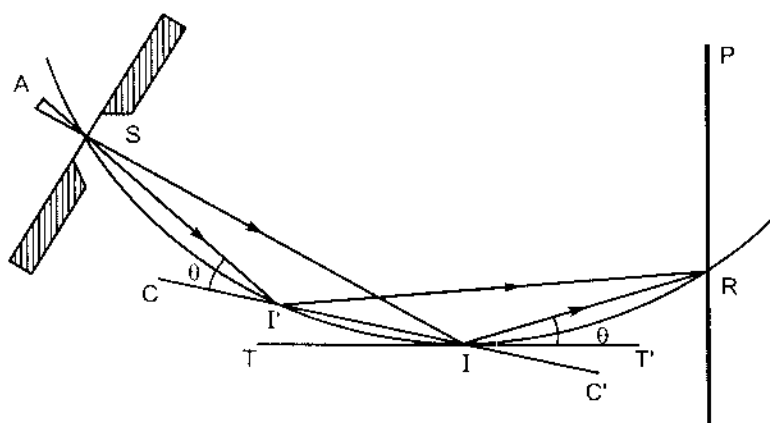
$$2d \sin \theta_1 = m \lambda_1$$

$$2d \sin \theta_2 = m \lambda_2$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

Muốn phép đo bước sóng của tia X được chính xác phải bố trí làm sao để thu được các vạch trên kính ảnh không bị nhoè mà phải thật thanh và rõ nét.

Trong thực nghiệm người ta làm thí nghiệm như hình 1.11.



Hình 1.11. Nguyên lý máy quang phổ tia X.

Một chùm tia X phát ra từ một đối âm cực A đi qua một khe hẹp S đục trên một lá chì, chùm tia ra khỏi lá chì tới đập trên một tinh thể. Tinh thể này có thể quay quanh trục I. Khi ở vị trí CC', ta có tia tới SI' gặp và tạo với mặt phẳng tinh thể góc θ thoả mãn hệ thức Brêcg.

$$2d \sin \theta = m \lambda$$

Vì d và λ cố định nên góc θ là không đổi. Do góc SI'I là góc bù của góc θ cho nên $SI'I = \text{const}$, do đó quỹ tích các điểm I' phải là vòng tròn đi qua các điểm S và I. Gọi R là điểm mà đường tròn đó gặp tia phản xạ, khi tinh thể quay xung quanh trục I và nằm ở vị trí TT' tiếp tuyến với đường tròn

thì điểm tới là điểm I, tia tới là tia SI và tia phản xạ là IR cũng vẫn đi qua R.

Do đó khi đặt tại R một kính ảnh P thì mặc dù các tia tới có những phương khác nhau, các tia phản xạ cũng được tập trung tại R. ứng với mỗi điểm của khe trong mặt phẳng của tờ giấy, ta có một điểm R. Như vậy nếu khe S thẳng góc với mặt phẳng của tờ giấy thì ta cũng thu được 1 vạch cũng thẳng góc với tờ giấy. Trong trường hợp chùm tia tới gồm nhiều bước sóng khác nhau thì trên kính ảnh ta sẽ thu được các vạch ở những vị trí khác nhau. Đó là nguyên tắc các máy quang phổ tia X.

Ta chú ý rằng máy quang phổ tia X cho phép xác định các góc θ ứng với các bước sóng khác nhau và do đó xác định tỷ số hai góc θ .

Tuy nhiên không biết hằng số d của mạng tinh thể nên không thể đo trực tiếp bước sóng tia X. Như vậy, muốn đo bước sóng tia X chúng ta cần biết hằng số d của mạng tinh thể có thể tính bằng phương pháp sau:

Ví dụ: Với tinh thể hình lập phương như tinh thể NaCl (hình 1.6), một phân tử gam NaCl có khối lượng $M = 58,488$ g ($\text{Cl} = 35,457$; $\text{Na} = 22,991$) và chứa N phân tử NaCl, với N là số Avôgađrô. Như vậy, số ion Na^+ và Cl^- trong một phân tử gam phải bằng $2N$. Nhìn vào cấu trúc NaCl chúng ta thấy trên 8 đỉnh của hình lập phương có 8 ion. Tuy nhiên mỗi đỉnh là chung cho 8 hình lập phương cho nên thực tế mỗi hình lập phương chỉ có một ion. Thể tích của hình lập phương bằng d^3 nên thể tích V của một phân tử gam gồm $2N$ ion sẽ bằng $2Nd^3$. Nếu gọi ρ là khối lượng riêng của tinh thể thì thể tích V của phân tử gam có thể tính theo công thức:

$$V = \frac{M}{\rho} = 2Nd^3$$

Từ đó suy ra:
$$d = \sqrt[3]{\frac{1}{2} \frac{M}{\rho N}} \quad (1.12)$$

Trong trường hợp tinh thể NaCl ta sẽ tìm được giá trị của d :

$$D = 2,8140 \text{ \AA}$$

Cần chú ý rằng độ chính xác khi xác định hằng số d trong công thức (1.12) lại phụ thuộc vào độ chính xác của hằng số Avôgađrô. Do đó, độ chính xác khi xác định bước sóng tia X cũng sẽ phụ thuộc vào độ chính xác của hằng số này.

Với giá trị của d xác định ở trên thì đối với vạch $K\alpha_1$ của đồng ta thu được:

$$\lambda = (1,537302 \pm 0,000031) \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\text{hay } \lambda = (1,537302 \pm 0,000031) \cdot \text{Å}^0$$

$$1\text{Å}^0 = 10^{-8} \text{ cm}$$

Trong phần lớn các trường hợp đo quang phổ tia X người ta sử dụng đơn vị đo khác gọi là đơn vị 'X'

$$1\text{X} = 10^{-3}\text{Å}^0 = 10^{-11} \text{ cm}$$

Để tránh sự phụ thuộc vào việc xác định bước sóng tia X qua các đại lượng trung gian, người ta tìm cách xác định giá trị tuyệt đối của bước sóng tia X mà không cần qua một trung gian nào cả.

– Xác định giá trị tuyệt đối bước sóng tia X:

Cơ sở của phương pháp xác định giá trị tuyệt đối bước sóng tia X là dựa vào thí nghiệm của Compton. Năm 1923 Compton đã chứng minh rằng tia X cũng bị phản xạ toàn phần khi đi từ môi trường không khí sang tinh thể. Điều đó có nghĩa rằng tia X cũng bị khúc xạ khi đi qua giới hạn phân chia giữa hai môi trường.

Ngoài ra căn cứ vào sự tương quan giữa góc tới và góc khúc xạ có thể thấy chiết suất của tia X khi đi từ môi trường không khí vào môi trường tinh thể nhỏ hơn một.

Ví dụ: Chiết suất của tia X đối với thủy tinh (Crao), tỷ trọng 5,52 ứng với bước sóng $1,279 \text{ Å}^0$ là $n = 0,9999$, góc tới hạn để có hiện tượng phản xạ toàn phần là $11'$. Sự phát minh hiện tượng phản xạ toàn phần của tia X chứng tỏ khả năng dùng cách tử nhiễu xạ quang học thông thường để thu được phổ tia X thay cho cách tử tinh thể, nếu đặt cách tử sao cho chùm tia X phản xạ toàn phần trên cách tử. Góc tới hạn để có phản xạ toàn phần đối với các bước sóng khác nhau thay đổi từ $11'$ đến 3^0 . Điều đó cho phép dùng những cách tử quang học thông thường không cần có nhiều vạch trong 1mm.

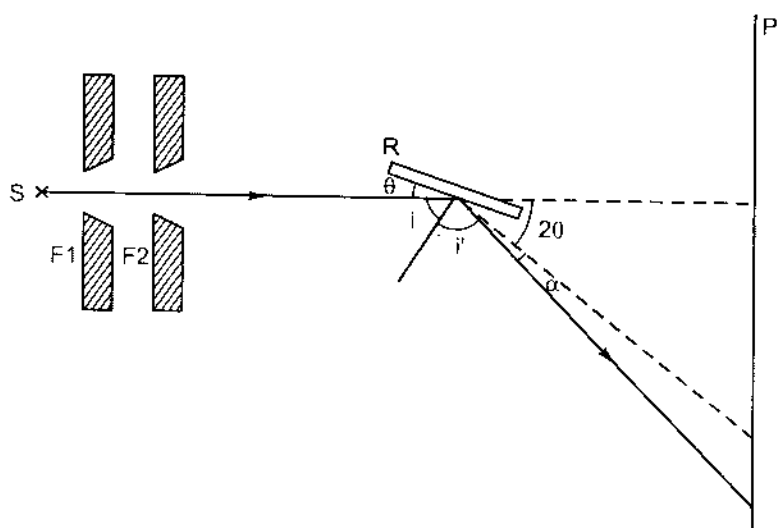
Kết quả này mới nhìn tưởng như có mâu thuẫn nhưng thực ra góc θ rất nhỏ nên cách tử có hằng số d tác dụng như cách tử có hằng số $d \sin \theta$ khi rơi vuông góc với mặt của cách tử.

Ví dụ: Như với cách tử chỉ có 50 vạch trên 1mm trong trường hợp dùng góc $\theta = 11'$ ứng với $\sin \theta = 3 \cdot 10^{-3}$ thì sẽ tương đương với cách tử có số vạch trên 1mm là:

$$\frac{1}{d \sin \theta} = 17.000 \text{ vạch}$$

Chúng ta biết cách tử quang học hiện tại chỉ có 1.200 vạch trên 1mm.

Sơ đồ thí nghiệm để đo giá trị tuyệt đối bước sóng tia X bằng cách tử quang học như trên hình 1.12.



Hình 1.12. Sơ đồ thí nghiệm đo giá trị tuyệt đối của bước sóng tia X bằng cách tử quang học.

Trong sơ đồ thí nghiệm trên hình 1.12 chúng ta thấy S là nguồn phát tia X, còn F1 và F2 là hai khe để giới hạn một chùm tia hẹp. Độ rộng của mỗi khe là 0,01mm, còn khoảng cách giữa chúng là 42 cm, R là cách tử nhiễu xạ còn P là kính ảnh. Do chùm tia tới đập trên cách tử không vuông góc với mặt cách tử nên vị trí của các cực đại chính được xác định bởi công thức:

$$d(\sin i - \sin i') = m\lambda$$

Trong đó: i : góc tới;

i' : góc nhiễu xạ;

d : hằng số của cách tử.

Khi thay giá trị của các góc i và i' bằng các góc: $\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)$ và $\frac{\pi}{2} - (\theta + \alpha)$ ta có:

$$d \left\{ \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) - \sin \left[\frac{\pi}{2} - (\theta + \alpha) \right] \right\} = m\lambda \quad (1.13)$$

Công thức (1.13) cho phép xác định giá trị tuyệt đối của bước sóng tia X mà không cần qua một phép đo trung gian nào cả.

Thật vậy, hằng số d của cách tử cũng như các góc θ và λ có thể đo trực tiếp bằng thực nghiệm khá chính xác. Biết được d , θ , α chúng ta có thể tính được λ .

Độ chính xác khi đo trực tiếp bước sóng của tia X bằng phương pháp vừa nêu ở trên có độ chính xác khoảng 0,002% đến 0,004%.

– Sự phân cực của tia X:

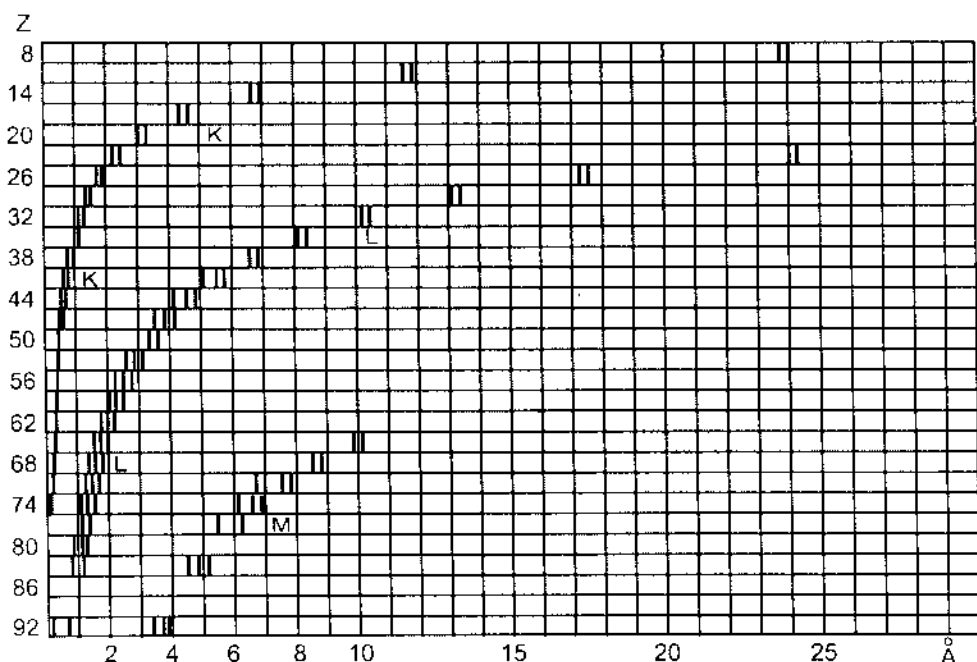
Với tia X người ta cũng tiến hành các thí nghiệm về sự phân cực. Các thí nghiệm này đã chứng tỏ tính ngang của quá trình dao động có liên quan đến chuyển động của các photon tia X cũng tương tự như tính ngang của dao động sóng ánh sáng. Trong các thí nghiệm về sự phân cực, cường độ của tia X cũng tuân theo định luật Malus như trong quang học.

7. CÁC PHỔ CỦA TIA X

Như chúng ta đã biết, khi cho một chùm tia điện tử có vận tốc lớn đập trên đối âm cực thì chùm điện tử bị hãm lại và đối âm cực sẽ bức xạ ra các tia X có bước sóng khác nhau tạo thành phổ tia X. Phổ của tia X rất đặc trưng cho nguyên liệu làm đối âm cực. Ta nhận thấy rằng khi chùm tia điện tử bị hãm lại, chúng sẽ truyền năng lượng của mình cho các nguyên tử làm đối âm cực và đưa các nguyên tử này lên trạng thái kích thích.

Giả sử năng lượng của trạng thái kích thích là W_2 . Năng lượng của trạng thái ban đầu là W_1 . Khi chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái ban đầu nguyên tử của đối âm cực sẽ bức xạ tia X có tần số là:

$$f = \frac{W_2 - W_1}{h}$$



Hình 1.13. Sơ đồ phổ tia X của các nguyên tố từ oxy đến uran.

Khi có nhiều nguyên tử bức xạ ta sẽ thu được chùm tia X có các tần số khác nhau.

Để cho năng lượng của tia X lớn trong thực tế người ta thường dùng kim loại nặng để làm đối âm cực.

– Cơ chế xuất hiện của phổ tia X:

Ta biết rằng khi chùm tia điện tử bị hãm lại chúng sẽ truyền năng lượng của nó cho các nguyên tử làm đối âm cực và đưa các nguyên tử này lên trạng thái kích thích. Giả sử năng lượng của trạng thái kích thích là W_2 , năng lượng của trạng thái ban đầu là W_1 thì khi chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái ban đầu, nguyên tử của đối âm cực sẽ bức xạ tia X có tần số là:

$$f = \frac{W_2 - W_1}{h}$$

Như ta đã biết, trong trường hợp nguyên tử có nhiều điện tử, năng lượng của trạng thái dừng không những phụ thuộc vào số lượng tử chính n mà còn phụ thuộc vào số lượng tử quỹ đạo L như công thức Ritbe sau:

$$W_{n,L} = - \frac{R.h.C.Z^2}{(n + \alpha)^2}$$

Trong đó α là số hiệu chính, phụ thuộc vào số lượng tử L . Số hiệu chính này âm và có trị tuyệt đối càng lớn khi L càng bé.

$$|\alpha(L+1)| < |\alpha(1)|$$

Ta cũng có thể viết lại công thức Ritbe dưới dạng khác có ý nghĩa vật lý hơn bằng cách giữ nguyên số lượng tử chính n và chỉ thay thế số điện tích Z bằng số điện tích hiệu dụng Z_{hd} như sau:

$$Z_{hd}.e = (Z - a).e$$

Trong đó a là số hiệu chính mới.

Sở dĩ ta có thể viết như vậy là vì trong các nguyên tử có nhiều điện tử, các điện tử hoá trị không những chuyển động trong trường của hạt nhân mà còn trong trường của các điện tử còn lại. Kết quả là điện tích của hạt nhân hình như giảm đi một lượng là a . Như vậy điện tích của hạt nhân tác dụng lên điện tử hoá trị không còn là Ze mà là $(Z - a)e$.

Do đó, công thức Ritbe có thể viết lại:

$$W = - \frac{R.h.C(Z-a)^2}{n^2}$$

Dùng công thức này để viết cụ thể giá trị của năng lượng W_2 và W_1 , trong đó n_2 là số lượng tử ứng với W_2 và n_1 là số lượng tử ứng với W_1 ta có:

$$f = RC(Z-a)^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (1.14)$$

Tia X có tần số rất lớn (vì có bước sóng rất ngắn). Bước sóng tia X nằm trong khoảng từ $0,1$ đến $2A^0$. Trong lúc đó, ánh sáng vàng của nguyên tố Na có bước sóng $5896A^0$ cho nên từ công thức (1.14) ta có thể thấy rằng: Muốn có tia X thì đối âm cực phải chế tạo bằng các nguyên tố nặng để cho $(Z - a)$ lớn và hằng số Ritbe là R tương ứng với nguyên tố ấy cũng lớn vì:

$$R = \frac{R_{\infty}}{1 + \frac{me}{M}}$$

Khi M càng lớn thì R càng lớn.

Một đặc điểm rất quan trọng và đáng chú ý là cấu trúc phổ tia X của các nguyên tố nặng (nghĩa là nguyên tố có Z lớn) hoàn toàn giống nhau, trong lúc đó phổ quang học (do những điện tử hoá trị quy định) của chính những nguyên tố này thì rất khác nhau. Chúng ta đã biết sự giống nhau của phổ bức xạ tương ứng với dịch chuyển giữa hai mức có năng lượng như nhau. Mặt khác sự sắp xếp các điện tử ở các lớp trong cùng của các nguyên tố nặng là hoàn toàn như nhau.

Như vậy, có cơ sở để cho rằng nguồn gốc tia X là do các điện tử chuyển dịch giữa các lớp (hay các vành) nằm trong cùng của nguyên tử. Ta chú ý các lớp trong cùng của các nguyên tố nặng đều chứa đầy điện tử cho nên không thể kích thích để đưa điện tử từ lớp có số lượng tử $n = 1$ chẳng hạn lên lớp có số lượng tử $n = 2$ vì lớp $n = 2$ đã chứa đầy điện tử. Do đó điện tử chỉ có thể kích thích lên các lớp nằm ở ngoài cùng hoặc tách ra khỏi nguyên tử. Trường hợp sau cùng này là trường hợp hay xảy ra nhất. Như vậy ion sẽ có được một chỗ trống ở lớp nằm bên trong. Do đó các điện tử nằm ở lớp ngoài lúc bấy giờ có thể chuyển mức để chiếm chỗ trống ấy mà bức xạ ra tia X.

Nếu điện tử bị bắn ra ngoài trước kia nằm ở lớp ứng với số lượng tử $n = 1$ và điện tử đến thay thế nằm ở lớp ứng với số lượng tử $n = 2$ thì nguyên tử sẽ bức xạ ra tia X có số sóng:

$$\tilde{f} = \frac{R(Z-a)^2}{1^2} - \frac{R(Z-a)^2}{2^2}$$

Vạch tương ứng với số sóng đó gọi là vạch K_{α} .

Nếu điện tử đến thay thế nằm ở các lớp ứng với số lượng tử $n = 3$; $n = 4$; $n = 5$ thì tương ứng chúng ta sẽ có được các vạch K_{β} , K_{γ} , K_{δ} ...

Số sóng của vạch K_{β} tính theo công thức:

$$\tilde{f}_\beta = \frac{R(Z-a)^2}{1^2} - \frac{R(Z-a)^2}{3^2}$$

Còn vạch của K_γ là:

$$\tilde{f}_\gamma = \frac{R(Z-a)^2}{1^2} - \frac{R(Z-a)^2}{4^2} \quad (1.15)$$

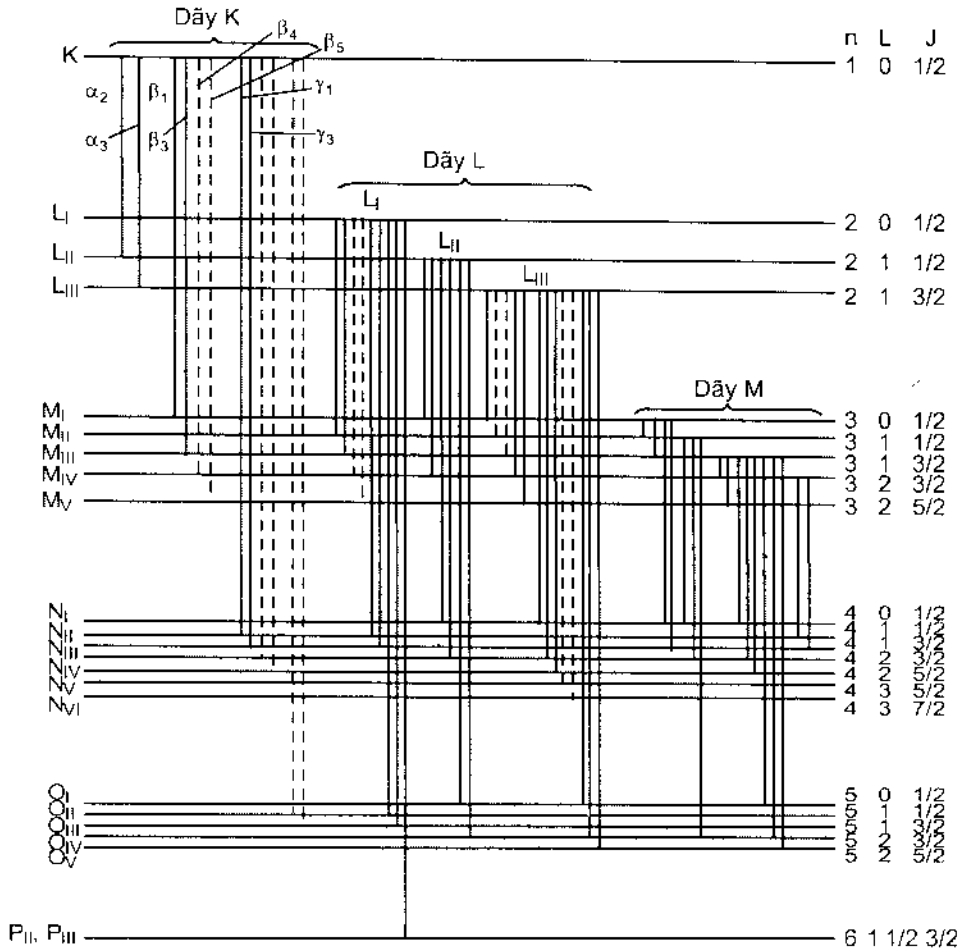
Ví dụ: Vạch K_α của lớp có bước sóng $\lambda = 0,17982\text{Å}^0$

Vạch K_β của lớp có bước sóng $\lambda = 0,15865\text{Å}^0$

Nếu điện tử bắn ra ngoài trước kia nằm ở lớp ứng với số $n = 2$ và điện tử đến thay thế nằm ở lớp ứng với số lượng tử $n = 3, n = 4, n = 5 \dots$ thì cũng tương tự như trên chúng ta có được các vạch $L_\alpha, L_\beta, L_\gamma \dots$

Cũng tương tự như vậy với $n = 3$ chúng ta sẽ có được các vạch $M_\alpha, M_\beta, M_\gamma \dots$

Trên hình 1.14 có vẽ sơ đồ tạo thành các dãy K, L, M. Đường chấm chấm ký hiệu các vạch yếu xuất hiện khi $\Delta_j = 2$.



Hình 1.14. Sơ đồ tạo thành các dãy K, L, M.

– Định luật Môđolây (Moseley)

Đối với các nguyên tố nặng, các lớp điện tử ở trong có cấu tạo như nhau và các điện tử ở bên ngoài ít ảnh hưởng đến chúng nên số hiệu chỉnh a giữ không đổi với mọi nguyên tố nặng, nghĩa là không tùy thuộc vào số thứ tự Z . Do đó công thức (1.15) viết lại dưới dạng số sóng ta có:

$$\tilde{f}_{21} = \frac{R(Z-a)^2}{n_1^2} - \frac{R(Z-a)^2}{n_2^2} = \frac{R(Z-a)^2(n_2^2 - n_1^2)}{n_1^2 \cdot n_2^2}$$

Từ đó:

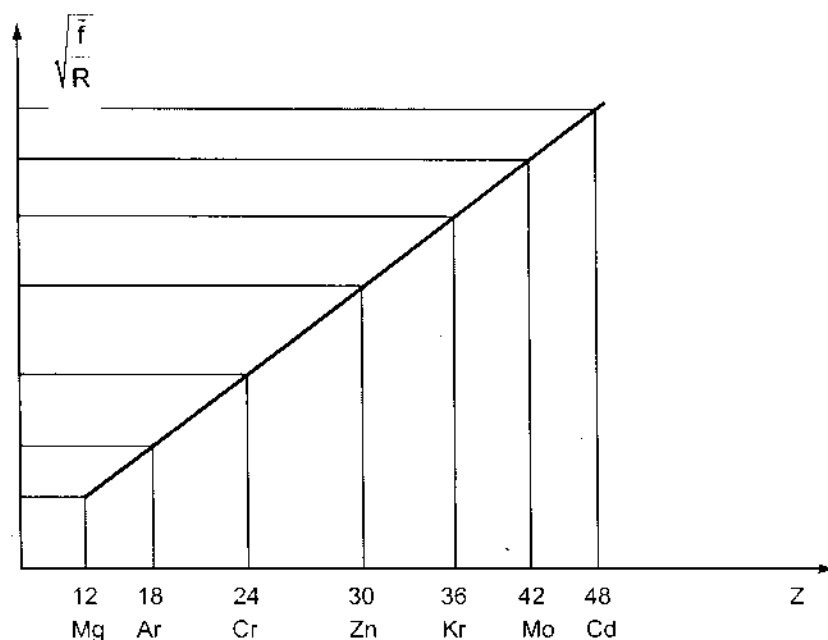
$$\sqrt{\frac{\tilde{f}_{21}}{R}} = \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}{n_1 n_2} (Z - a) \quad (1.16)$$

Công thức (1.16) đúng cho mọi nguyên tố và là nội dung của định luật Môđolây.

Như vậy đối với phổ tia X, định luật Môđolây vẫn được áp dụng như đối với phổ quang học. Thực ra, về phương diện lịch sử thì định luật Môđolây được phát hiện ra đối với phổ tia X sớm hơn là đối với phổ quang học.

Điều này cũng dễ hiểu bởi vì phổ tia X có cấu trúc đơn giản hơn nhiều so với phổ quang học.

Trên hình 1.15 là đồ thị Môđolây đối với vạch K_α của các nguyên tố $Z = 12$ đến $Z = 48$.



Hình 1.15. Đồ thị Môđolây đối với các vạch K_α ứng với các nguyên tố khác nhau.

Nhìn vào đồ thị ta thấy căn bậc hai của số sóng tia X tỷ lệ bậc nhất với số thứ tự Z. Như vậy nếu đo bước sóng tia X và dùng định luật Môđôlây chúng ta có thể xác định số thứ tự Z của nguyên tố đó.

Chính nhờ phương pháp này mà người ta đã giải thích được những chỗ bất thường khi sắp xếp các nguyên tố trong bảng tuần hoàn Mendêlêép. Ta biết rằng lúc đầu bảng tuần hoàn được sắp xếp theo thứ tự lớn dần của trọng lượng nguyên tử và theo tính chất hoá học. Nếu như vậy thì nguyên tố Co chẳng hạn, có trọng lượng nguyên tử là 58,94 phải đứng sau nguyên tố Ni có trọng lượng nguyên tử là 58,69. Tuy nhiên nhờ dựa vào việc đo bước sóng tia X và dùng định luật Môđôlây chúng ta đã xác định được nguyên tố Co có số thứ tự $Z = 27$, còn nguyên tố Ni có số thứ tự là $Z = 28$ cho nên Co phải đứng trước Ni.

Cũng tương tự như vậy chúng ta sẽ gặp khó khăn rất lớn khi sắp xếp các nguyên tố đất hiếm từ nguyên tố có $Z = 58$ đến nguyên tố có $Z = 71$ nếu chúng ta không dùng bước sóng tia X và định luật Môđôlây. Bởi vì các nguyên tố đất hiếm có tính chất hoá học rất giống nhau nên việc xác định trọng lượng nguyên tử của chúng bằng phương pháp hoá học rất khó chính xác. Do đó để sắp xếp thứ tự các nguyên tố đất hiếm trong bảng tuần hoàn phải dựa vào đồ thị Môđôlây.

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

- | | |
|---|-------------|
| 1. Vận tốc của tia âm cực được Tômxơn đo năm 1894 lớn hơn vận tốc ánh sáng. | Đúng – Sai. |
| 2. Tia âm cực là chùm hạt không mang điện. | Đúng – Sai. |
| 3. Tia âm cực bị lệch hướng trong điện trường – từ trường. | Đúng – Sai. |
| 4. Tia âm cực do các ion âm tạo thành. | Đúng – Sai. |
| 5. Tia X có khả năng làm phát quang một số chất. | Đúng – Sai. |
| 6. Tia X không có tác dụng lên kính ảnh. | Đúng – Sai. |

Chọn câu trả lời đúng nhất:

7. Bản chất của tia X là:
- a) Sóng điện từ.
 - b) Bức xạ ion.
 - c) Sóng ánh sáng.

8. Tia X có tính chất:

- a) Giao thoa.
- b) Nhiễu xạ.
- c) Khúc xạ.
- d) Cả ba tính chất trên.

9. Sự hấp thụ tia X trong vật chất phụ thuộc vào các yếu tố:

- a) Độ dày của vật chất dọc theo đường truyền của tia X
- b) Mật độ hay nồng độ vật chất.
- c) Bản chất hấp thụ hay số nguyên tử của chất hấp thụ.
- d) Cường độ của tia X hay bước sóng của tia X.
- e) Cả bốn yếu tố trên.

Câu hỏi tự lượng giá:

10. Trình bày phương pháp tạo ra tia X?

11. Trình bày các tính chất cơ bản của tia X?

12. Các ứng dụng của tia X trong ngành Y tế?

Bài 2

MÁY X QUANG TẦN SỐ THẤP

MỤC TIÊU

- Vẽ được sơ đồ khối của máy X quang thông dụng.
- Trình bày được nhiệm vụ chính của các khối.
- Trình bày được cấu tạo biến thế nguồn chính
- Trình bày được phương pháp điều chỉnh các tham số kVmA

1. KHÁI NIỆM

Từ khi phát minh ra tia X năm 1895 ngành Y tế đã nhanh chóng được hưởng thành quả này trong công tác chẩn đoán và điều trị.

Các máy X quang sử dụng trong y tế thuộc hai lĩnh vực:

- Máy X quang chẩn đoán.
- Máy X quang điều trị.

Trong tài liệu này chúng ta chỉ đề cập đến máy X quang sử dụng trong lĩnh vực chẩn đoán. Còn máy X quang sử dụng trong lĩnh vực điều trị không phổ biến, nhà trường không đưa vào nội dung đào tạo, bạn đọc muốn nghiên cứu sẽ tìm trong các tài liệu khác.

2. PHÂN LOẠI MÁY X QUANG

Để phân loại các máy X quang chúng ta có nhiều cách phân loại khác nhau, ngay cùng một máy cũng có nhiều tên gọi khác nhau. Phần này chưa có tài liệu nào viết cụ thể.

Qua kinh nghiệm nhiều năm tiếp xúc với các bác sĩ, kỹ thuật viên làm nghề X quang, ta có thể phân loại theo một số cách sau đây:

2.1. Phân loại theo điện áp nguồn cung cấp

- Máy X quang 1 pha.

- Máy X quang 2 pha.
- Máy X quang 3 pha.

2.2. Phân loại theo điện áp chỉnh lưu cung cấp cho anốt bóng phát tia

- Máy X quang 1/2 sóng (nửa chu kỳ).
- Máy X quang cả sóng (cả chu kỳ).

2.3. Phân loại theo công suất

- Máy X quang công suất nhỏ (dòng < 100mA).
- Máy X quang công suất trung bình (dòng < 300mA).
- Máy X quang công suất lớn (dòng < 1000mA).

2.4. Phân loại theo nhiệm vụ (chuyên khoa)

- Máy X quang răng.
- Máy X quang tim mạch.
- Máy X quang phẫu thuật.
- Máy X quang vú.

2.5. Phân loại theo cấu tạo

- Máy X quang thường quy (thông dụng).
- Máy X quang tăng sáng truyền hình.
- Máy X quang cắt lớp (CT SCANNER).

2.6. Phân loại theo tần số

- Máy X quang tần số thấp (sử dụng tần số: 50 – 60 Hz).
- Máy X quang tần số cao (cao tần) (sử dụng tần số: 30 – 100 kHz).

2.7. Phân loại theo vị trí lắp đặt

- Máy X quang cố định.
- Máy X quang di động.

Trên đây là một số cách phân loại mà các bác sĩ, kỹ thuật viên X quang hay gọi cho thiết bị của mình.

Như đã nói ở trên, cách gọi này cũng chỉ là khái niệm chung chung, không thật cụ thể. Trong thực tế, các máy X quang đều có những khối tương tự nhau mặc dù tên gọi của chúng là khác nhau. Trừ một số máy chuyên

khoa như: X quang tim mạch, X quang phẫu thuật, X quang vú, X quang tăng sáng truyền hình ngoài những khối chung chúng còn có những khối riêng phục vụ cho những chuyên khoa sâu của từng chuyên ngành.

Trong tài liệu này chúng ta chỉ đề cập đến những khối chung nhất của một máy X quang thông dụng. Những máy có thêm những khối đặc biệt sẽ được đề cập đến trong (Tập III) giới thiệu về máy cụ thể.

3. SƠ ĐỒ KHỐI TỔNG QUÁT CỦA MÁY X QUANG

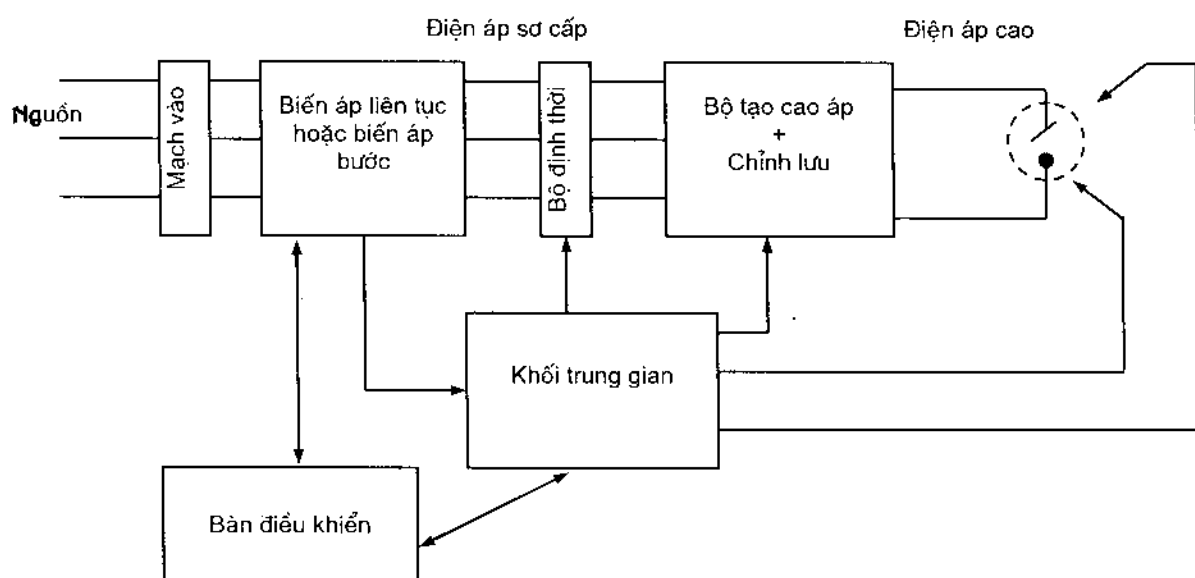
Một máy X quang thường quy (tần số thấp) gồm các khối chính sau:

- Khối nguồn cung cấp chính:
 - * Biến thế tự ngẫu đầu vào.
 - * Điều khiển kV.
 - * Điều khiển dòng qua bóng (mA).
 - * Đo điện áp vào.
 - * Điều chỉnh điện áp vào.
- Khối điều khiển trung gian:
 - * Các role điều khiển trung gian.
 - * Mạch định thời gian chụp.
 - * Mạch anốt quay.
 - * Mạch làm chậm.
 - * Các mạch bảo vệ.
 - * Mạch điều khiển chụp...
- Khối cao áp và bóng X quang.
 - * Biến thế cao áp.
 - * Biến thế tốc đèn.
 - * Bóng X quang.
 - * Mạch chọn bóng.
 - * Cấp cao áp.

Sơ đồ khối tổng quát máy X quang được vẽ ở hình 2.1

Để đảm bảo cho máy hoạt động được khi lắp đặt chúng còn có thêm một số bộ phận phụ trợ như: bàn, cột, giá chụp phổi...

Chúng ta sẽ xét cấu tạo và nguyên lý làm việc của các khối.



Hình 2.1. Sơ đồ khối máy X quang tần số thấp.

4. KHỐI NGUỒN CUNG CẤP CHÍNH

Trong tất cả các máy X quang thông dụng, biến thế nguồn thường là biến thế tự ngẫu, nó chỉ có một cuộn dây cho cả điện áp đường vào và ra. Biến thế tự ngẫu có ưu điểm là công suất lớn, chịu được quá tải, tiết kiệm được dây quấn.

Điện áp vào 220/380V, số pha là 1 pha hay 3 pha tùy theo công suất của từng máy.

Công suất của biến thế nguồn khoảng từ 5kVA ÷ 40kVA.

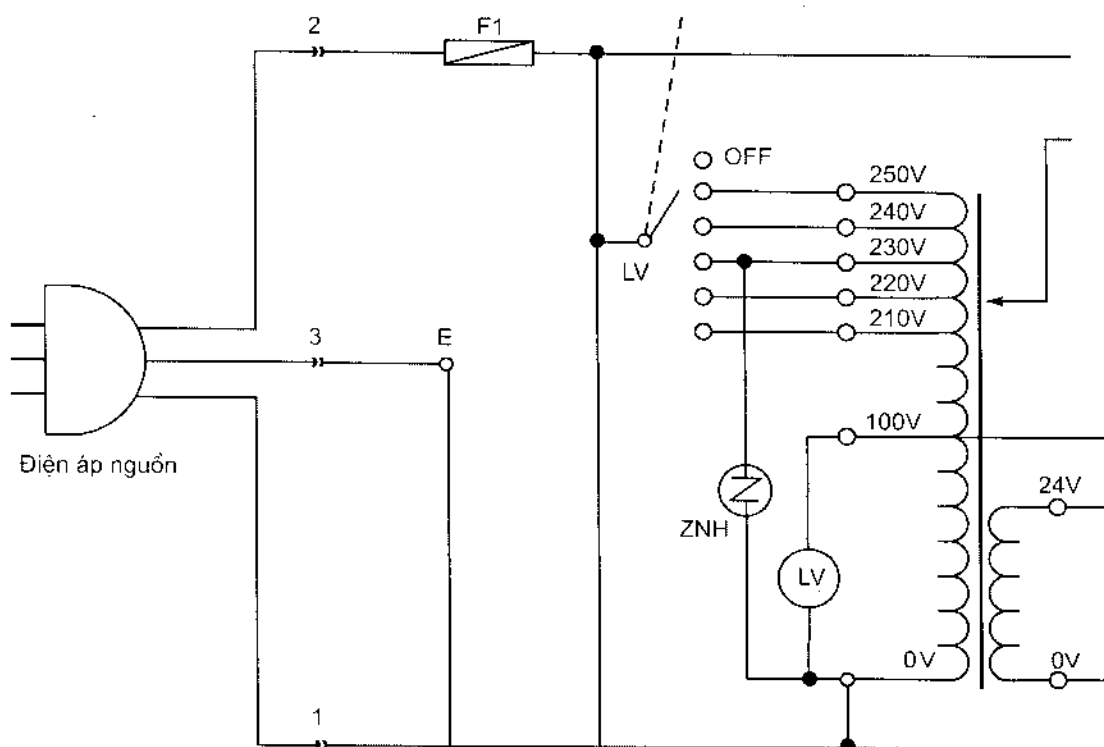
Để thay đổi điện áp cung cấp cho toàn máy, biến thế nguồn có hai loại đang được dùng phổ biến: điều chỉnh từng nấc và điều chỉnh liên tục.

4.1. Biến thế nguồn điều chỉnh từng nấc

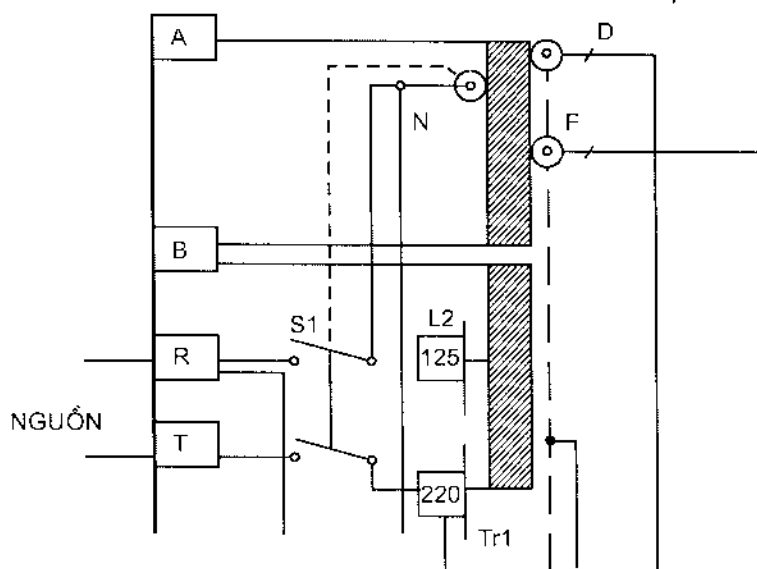
Nhìn trên hình 2.2 ta thấy muốn thay đổi điện áp cung cấp ta điều chỉnh chuyển mạch LV. Đồng hồ LV đo điện áp cung cấp cho toàn máy.

4.2. Biến thế nguồn điều chỉnh liên tục

Sơ đồ một bộ nguồn máy X quang điều chỉnh điện áp cung cấp theo phương pháp liên tục được mô tả trên hình 2.3.



Hình 2.2. Biến thế nguồn điều chỉnh từng nấc.



Hình 2.3. Biến thế nguồn điều chỉnh liên tục.

Trên hình 2.3 chúng ta thấy lưới điện một pha được đưa vào hai đầu R và T qua công tắc S1. Trên thanh đấu L2 có hai nấc điện áp là 125V và 220V cho phép chúng ta thay đổi phù hợp với điện áp lưới điện. Chổi than N có nhiệm vụ thay đổi điện áp cung cấp cho máy. Biến thế Tr1 có cấu tạo phức

tạp hơn so với biến thế nguồn điều chỉnh từng nấc. Cuộn sơ cấp được chia làm hai cuộn mắc nối tiếp nhau, cuộn ngoài dây dẹt quấn nghiêng có rãnh phẳng cho chổi than N di chuyển. Khi đóng công tắc S1 điện áp lưới điện được cung cấp cho Tr1 pha R $\rightarrow$ N, pha T $\rightarrow$ 220V chổi than N liên kết với S1 qua hệ thống dây ròng rọc khi quay S1 chổi than N sẽ di chuyển làm cho điện áp cung cấp cho máy thay đổi.

5. BIẾN THẾ NGUỒN

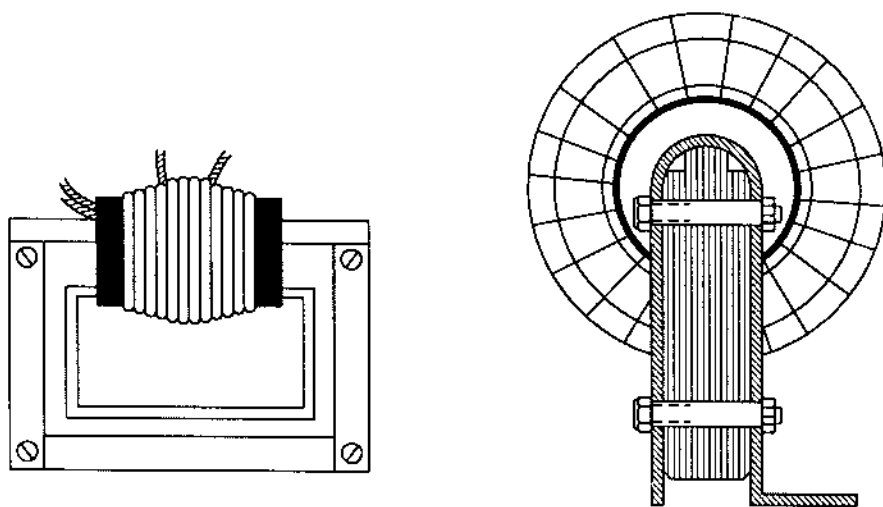
5.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của biến thế nguồn 1 pha

Biến thế là một thiết bị điện từ tĩnh, chúng ta đã có dịp nghiên cứu trong chương trình kỹ thuật điện. Trong các máy X quang, biến thế nguồn thường dùng là biến thế tự ngẫu. Ở đây chúng ta chỉ hệ thống lại một số thông số cơ bản. Hình 2.4 vẽ cấu tạo của biến thế nguồn một pha.

– Cấu tạo:

* Gồm lõi thép để dẫn từ chính, thường được chế tạo là các lá thép kỹ thuật có thành phần silíc. Để giảm dòng điện xoáy trong lõi thép, người ta dùng các lá thép kỹ thuật có độ dày $0,35\text{mm} \div 0,5\text{mm}$ hai mặt có sơn cách điện ghép lại với nhau.

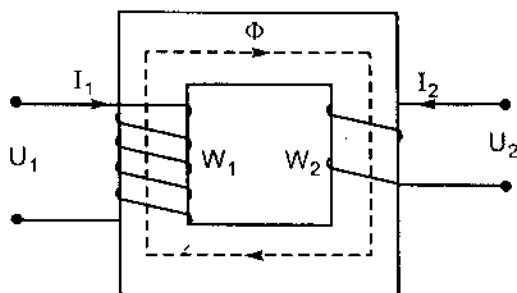
* Dây quấn: Dây quấn của biến thế thường được chế tạo từ đồng hoặc nhôm, có tiết diện tròn hoặc chữ nhật, bên ngoài được phủ một lớp cách điện. Tùy theo điện áp mà số vòng có thể nhiều hoặc ít. Đường kính của dây quấn phụ thuộc vào công suất của biến thế.



Hình 2.4. Cấu tạo của biến thế nguồn 1 pha (tự ngẫu).

– Nguyên lý làm việc:

Khi nối dây quấn sơ cấp W_1 vào nguồn điện xoay chiều U_1 sẽ có dòng điện sơ cấp i_1 chạy trong dây quấn sơ cấp W_1 . Dòng i_1 sẽ sinh ra từ thông biến thiên chạy trong lõi thép, từ thông này móc vòng (xuyên qua) đồng thời cả hai dây quấn sơ cấp W_1 và thứ cấp W_2 được gọi là từ thông chính. Sơ đồ nguyên lý máy biến thế được mô tả trên hình 2.5.



Hình 2.5. Sơ đồ nguyên lý máy biến thế.

Theo định luật cảm ứng điện từ:

$$e_1 = -W_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

$$e_2 = -W_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

Trong đó W_1, W_2 là số vòng dây cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp.

Qua một vài phép tính ta có:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Với K là hệ số biến thế.

(Phân tích toán xem giáo trình điện kỹ thuật)

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra ngoài không khí, có thể có gần đúng: $U_1 = E_1; U_2 = E_2$.

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

* Đối với máy biến thế tăng áp : $U_2 > U_1; W_1 > W_2$

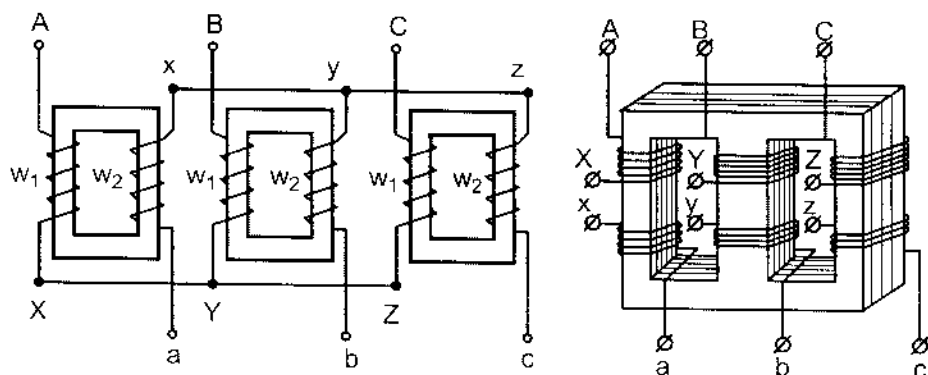
* Đối với máy biến thế hạ áp : $U_2 < U_1; W_1 < W_2$.

5.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của biến thế nguồn 3 pha

– Cấu tạo:

Gần giống như 3 biến thế 1 pha ghép lại với nhau hoặc làm chung một

lõi thép có 3 trụ để quấn 3 cuộn dây 3 pha. Lõi thép cũng làm từ lá thép mỏng cách điện ghép lại với nhau.



Hình 2.6. Biến thế 3 pha.

Dây quấn sơ cấp được ký hiệu bằng chữ in hoa. Pha A: ký hiệu AX; pha B: ký hiệu BY; pha C: ký hiệu CZ. Dây quấn sơ cấp ký hiệu chữ thường tương ứng với các pha ax, by, cz.

– **Nguyên lý:**

Gọi số vòng dây pha của cuộn sơ cấp là W_1 , số vòng dây pha của cuộn thứ cấp là W_2 , tỷ số điện áp pha giữa sơ cấp và thứ cấp sẽ là:

$$\frac{U_{P_1}}{U_{P_2}} = \frac{W_1}{W_2}$$

Tỷ số điện áp này không những chỉ phụ thuộc vào tỷ số vòng dây mà còn phụ thuộc vào cách nối hình sao hay tam giác.

* Khi nối Δ/Y (sơ cấp nối tam giác, thứ cấp nối sao):

$$U_{d_2} = \sqrt{3}U_{P_2}$$

$$\frac{U_{d_1}}{U_{d_2}} = \frac{U_{P_1}}{\sqrt{3}U_{P_2}} = \frac{W_1}{\sqrt{3}W_2}$$

* Khi nối Δ/Δ (sơ cấp nối tam giác, thứ cấp nối tam giác):

$$U_{d_1} = U_{P_1} \quad \text{và} \quad U_{d_2} = U_{P_2}$$

$$\frac{U_{d_1}}{U_{d_2}} = \frac{U_{P_1}}{U_{P_2}} = \frac{W_1}{W_2}$$

* Khi nối Y/Y (sơ cấp nối sao, thứ cấp nối sao):

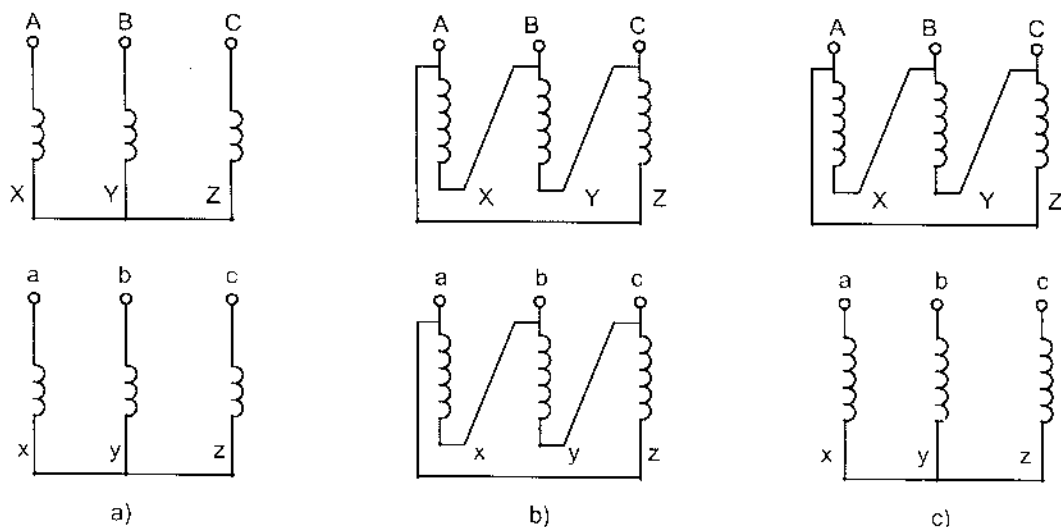
$$\frac{U_{d_1}}{U_{d_2}} = \frac{\sqrt{3}U_{P_1}}{\sqrt{3}U_{P_2}} = \frac{W_1}{W_2}$$

* Khi nối Y/ Δ (sơ cấp nối hình sao, thứ cấp nối hình tam giác):

$$U_{d_1} = \sqrt{3}U_{p_1} \quad \text{và} \quad U_{d_2} = U_{p_2}$$

$$\frac{U_{d_1}}{U_{d_2}} = \frac{\sqrt{3}U_{p_1}}{U_{p_2}} = \sqrt{3} \frac{W_1}{W_2}$$

Trong các biểu thức trên: U_d là điện áp dây; U_p là điện áp pha.

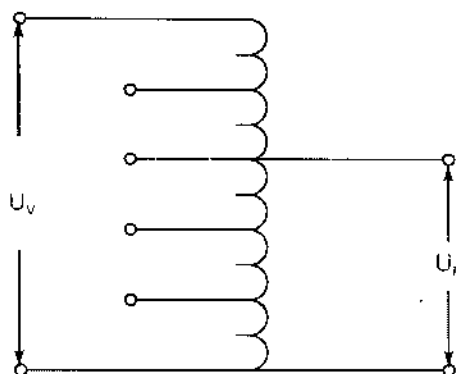


Hình 2.7. Sơ đồ đấu dây.

a) Sơ đồ nối Y/Y; b) Sơ đồ nối Δ/Δ ; c) Sơ đồ nối Δ/Y .

5.3. Biến thế tự ngẫu

Máy biến thế tự ngẫu là loại biến thế mà cuộn sơ cấp và thứ cấp liên hệ trực tiếp với nhau về điện. Cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp đều chung một cuộn dây.

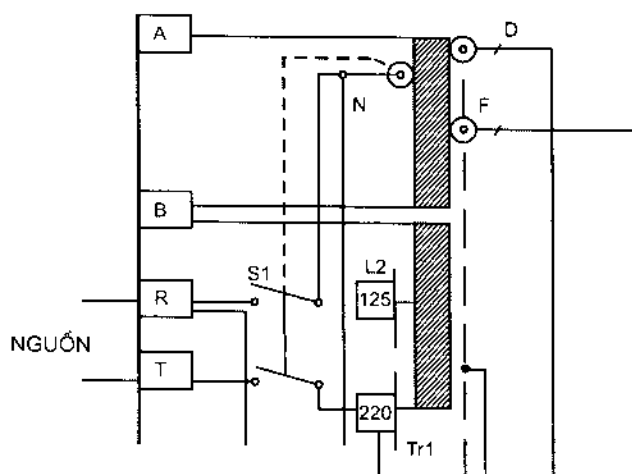


Hình 2.8. Biến thế tự ngẫu.

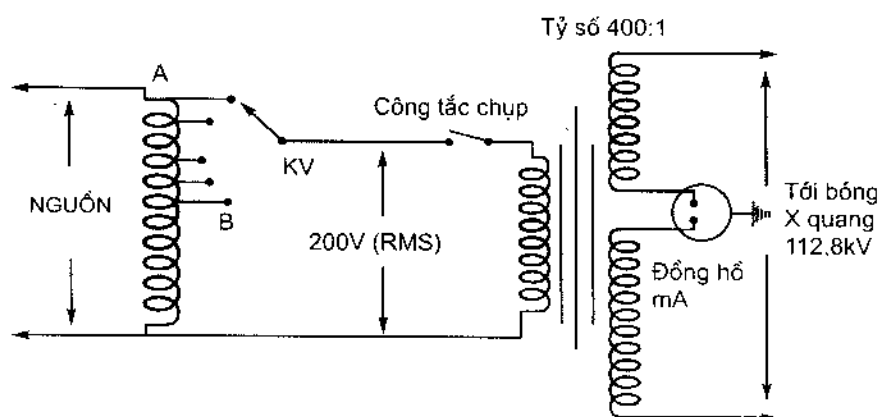
6. ĐIỀU CHỈNH CÁC THAM SỐ kV.mA.s

6.1. Điều chỉnh chỉ thị kV

Điện áp đặt vào anốt bóng X quang quyết định độ cứng của tia X (độ đâm xuyên). Giá trị kV được thay đổi từ $40\text{kV} \div 120\text{kV}$ tùy theo yêu cầu sử dụng. Để thay đổi điện áp đặt lên anốt bóng X quang thường người ta thực hiện ở sơ cấp biến thế cao thế, có thể liên tục hoặc từng nấc. Như sơ đồ hình 2.9 (a, b)



Hình 2.9a. Điều chỉnh liên tục.

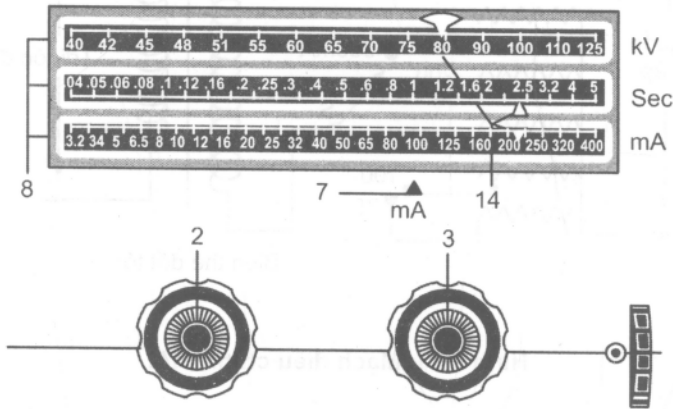
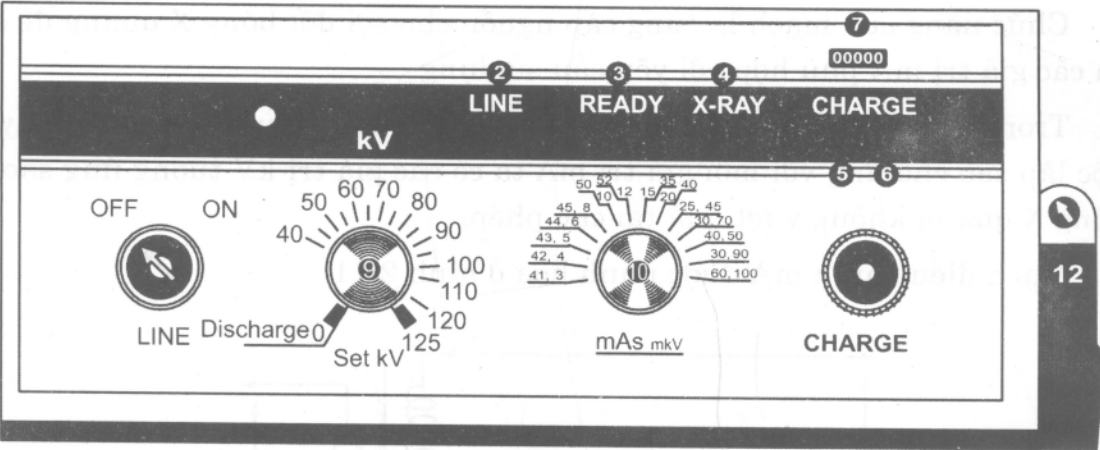


Hình 2.9b. Điều chỉnh từng nấc.

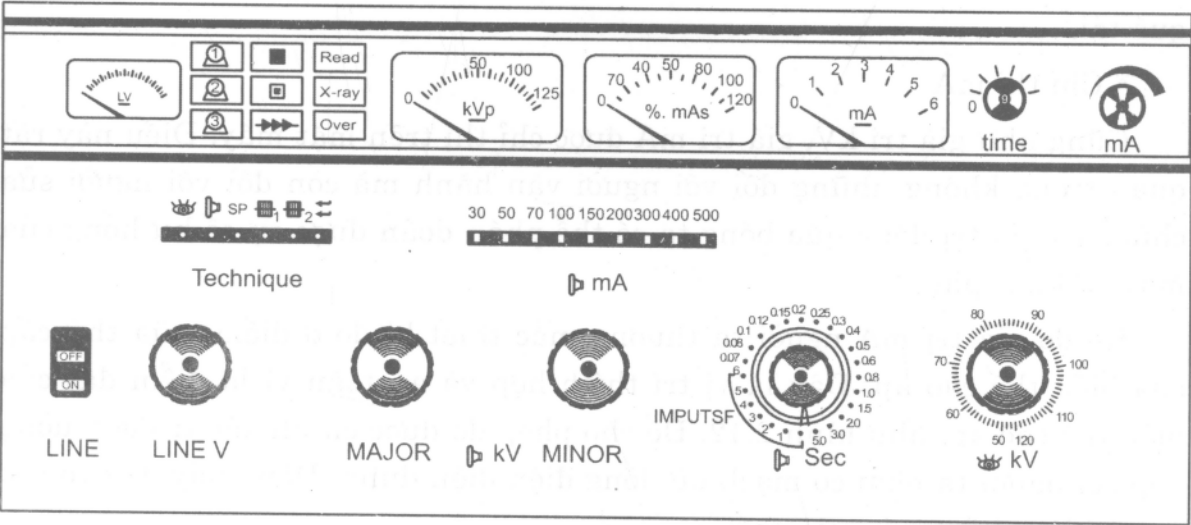
Trước khi tiến hành bất kỳ một ca chụp nào, kỹ thuật viên cần phải lấy các thông số theo yêu cầu. Trong đó giá trị kV là thông số rất quan trọng. Để chỉ thị giá trị kV trong máy X quang người ta thường dùng đồng hồ chỉ thị kim, hoặc khắc độ ngay trên núm điều chỉnh kV. Hiện nay trong các máy X quang hiện đại người ta dùng mạch số để chỉ thị. Việc chỉ thị ở đây thường được đo ở sơ cấp biến thế theo phương pháp tỷ lệ.

Khắc độ trực tiếp ra giá trị kV.

Hình 2.10 cho ta hai cách chỉ thị kV dùng trong các máy X quang



Hình 2.10a. Khắc độ trực tiếp giá trị kV trên núm điều chỉnh.



Hình 2.10b. Dùng đồng hồ chỉ thị kim.

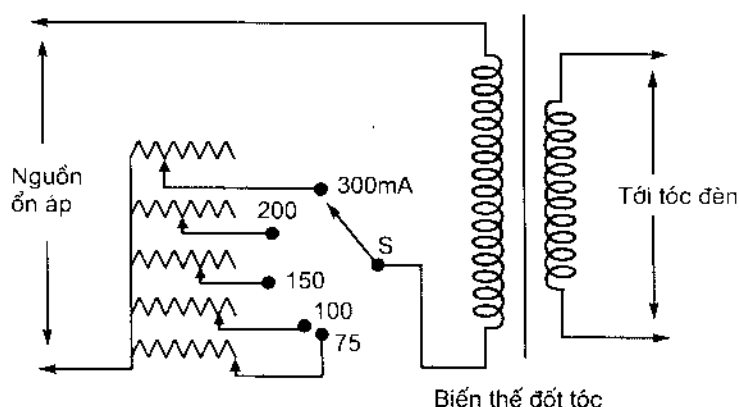
6.2. Điều chỉnh chỉ thị mA

* Mạch điều chỉnh mA

Chức năng của mạch là cung cấp nguồn cho sợi đốt bóng X quang để sinh ra các giá trị mA phù hợp với yêu cầu sử dụng.

Trong các máy X quang công suất bé. Mạch điều chỉnh mA được thay đổi độc lập sao cho ứng với mỗi giá trị mA ta có các giá trị kV tương ứng sao cho bóng X quang không vượt quá tải cho phép.

Mạch điều chỉnh mA được minh họa ở hình 2.11.



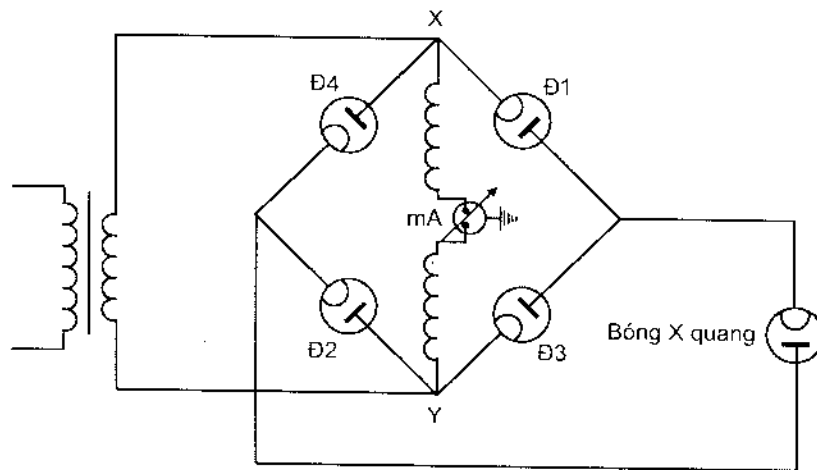
Hình 2.11. Mạch điều chỉnh mA.

Trong các máy X quang công suất lớn việc thay đổi giá trị mA thường được đồng chỉnh với thời gian phát tia S, chúng ta sẽ xét sau ở phần bảo vệ quá tải.

* Chỉ thị mA

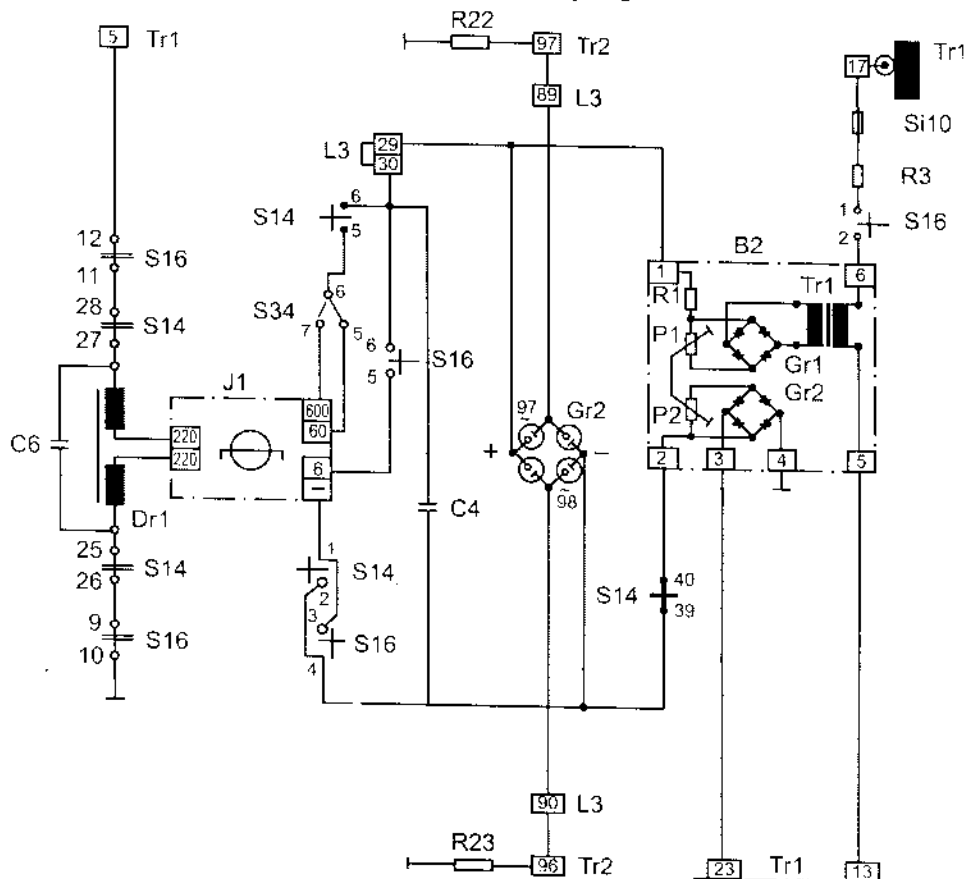
Cũng như giá trị kV, giá trị mA được chỉ thị trên mặt máy. Điều này rất quan trọng không những đối với người vận hành mà còn đối với người sửa chữa. Từ giá trị dòng qua bóng ta có thể phán đoán được sự cố hư hỏng của máy và khắc phục.

Để đo giá trị mA người ta thường mắc thiết bị đo ở điểm giữa thứ cấp của biến thế cao áp. Đây là vị trí thích hợp và an toàn vì là điểm đất của biến thế cao áp, như hình 2.12. Để cho phép đo được chính xác trong trường hợp soi người ta phải có mạch bù dòng điện điện dung. Dòng này do cáp cao áp và biến thế cao áp gây ra.



Hình 2.12. Mạch đo dòng qua bóng.

Hình 2.13 chỉ ra mạch đo có bù dòng điện điện dung B_2 là bộ bù tạo ra dòng điện điện dung có độ lớn bằng dòng điện điện dung do cáp và biến thế cao áp gây ra nhưng có chiều ngược nhau, kết quả là chúng triệt tiêu nhau. Do vậy không gây nên sai số cho phép đo. Dòng điện điện dung có độ lớn từ $1 \div 2\text{mA}$, khi máy có tuổi thọ cao dòng điện điện dung có thể thay đổi để hiệu chỉnh dòng bù ta điều chỉnh chiết áp P_1, P_2 để có sai số là nhỏ nhất.



Hình 2.13. Mạch đo mA có bù dòng điện điện dung.

Để chỉ thị giá trị mA người ta có thể dùng đồng hồ điện từ chỉ thị kim, có thể khắc độ trực tiếp trên núm điều chỉnh mA. Trong các máy X quang hiện đại người ta dùng các mạch chỉ thị số.

6.3. Ổn định điện áp cho tóc đèn bóng X quang

Trị số thứ 2 được chọn trước là dòng qua bóng X quang. Mà chúng ta thường gọi là mA. Để thay đổi giá trị dòng qua bóng người ta thường thay đổi điện áp đốt hoặc dòng đốt.

Nguồn điện áp sợi đốt phải đảm bảo các yêu cầu sau :

- * Ổn định

- * Thay đổi phù hợp với giá trị kV khác nhau.

Biến thế đốt tóc cho bóng X quang thường là biến thế hạ thế, điện áp thứ cấp của nó thường $6 \div 20V$ phụ thuộc vào từng loại tiêu điểm của sợi đốt, dòng điện khoảng $4 \div 6A$. Cuộn thứ cấp được nối trực tiếp với sợi nung của bóng X quang nên nó cũng phải chịu một điện áp lớn gần bằng anốt. Do vậy yêu cầu phải cách điện thật tốt và đặt trong dầu cách điện. Nếu bóng X quang có 2 tóc đốt thì cần có 2 biến thế sợi đốt riêng biệt, mỗi cái cấp nguồn cho 1 sợi đốt.

Như chúng ta đã biết, điện áp nguồn cung cấp thường không ổn định, đặc biệt là những vùng chưa có điện công nghiệp, phải sử dụng máy phát. Dòng qua bóng phụ thuộc rất nhiều vào điện áp đốt, tức là phụ thuộc khá nhiều vào điện áp nguồn.

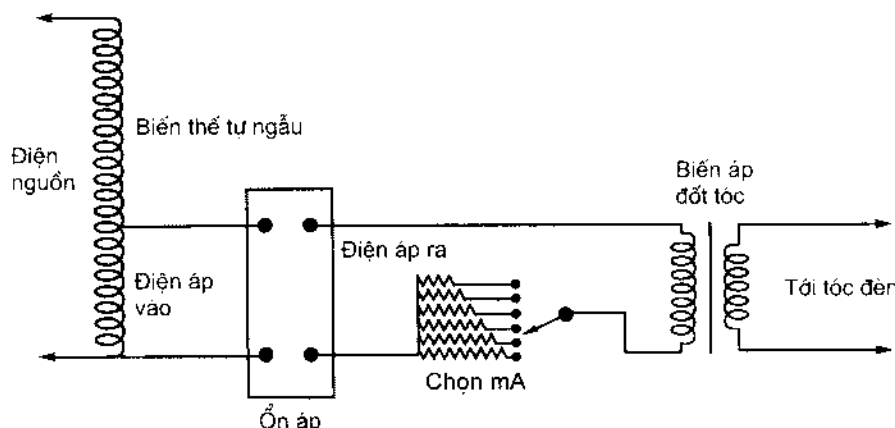
Khi dòng đốt thay đổi từ $4,7 \div 4,9A$ (khoảng 5%) thì dòng qua bóng thay đổi $200 \div 275 mA$ (khoảng 27%). Do vậy cần phải ổn định điện áp sợi đốt.

Điện áp cung cấp cho sơ cấp biến thế đốt phải qua mạch ổn định. Thông thường trong các máy X quang người ta dùng 2 loại mạch ổn áp:

- * Ổn áp sắt từ.

- * Ổn áp điện tử.

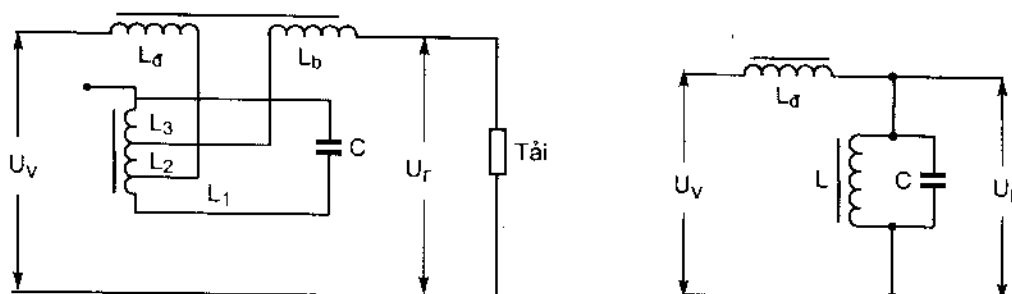
Điện áp cung cấp cho biến thế đốt tóc như hình 2.14.



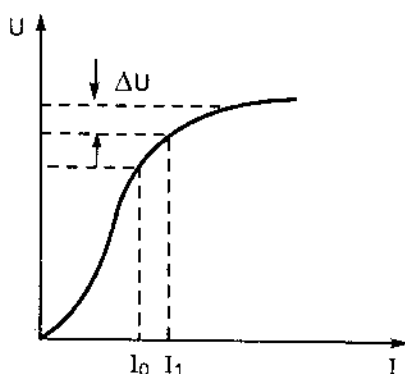
Hình 2.14. Mạch cung cấp điện áp cho biến thế đốt tóc.

*** Mạch ổn áp sắt từ**

Là mạch ổn áp phi tuyến, người ta sử dụng một mạch cộng hưởng // LC trong đó L là cuộn cảm bão hòa từ hình 2.15a. Đặc tuyến $U = f(I)$ như hình 2.15b.



Hình 2.15a. Mạch ổn áp sắt từ.



Hình 2.15b. Đặc tuyến voi-ampe.

Ta nhận thấy khi dòng điện $I > I_1$ thì điện áp ở đầu ra thay đổi ít (ΔU). Cuộn L_d là cuộn cảm không bão hòa từ, đặc tuyến $U = f(I)$ của nó theo quan hệ tuyến tính, nó đóng vai trò một trở kháng hạn chế dòng. Khi U_v vào thay đổi, $\Delta U (L_d)$ thay đổi theo, kết quả là U_r không thay đổi. Mạch thực tế hình 2.15a (bên trái) còn phức tạp hơn nhiều, ngoài cuộn L_d còn có một cuộn bù L_b , điện áp trên nó ngược pha với điện áp trên L_d và cũng ngược pha với điện áp trên các cuộn L_1, L_2, L_3 của lõi sắt bão hòa từ. Như vậy các cuộn dây của lõi sắt bão hòa từ tạo ra một biến thể tự ngẫu L_1 là cuộn vào, $(L_2 + L_1)$ là cuộn ra. Cuộn L_3 dùng để giảm bớt trị số điện dung của tụ C. Kết quả:

$$U_r = U_{L1} + U_{L2} - U_{Lb}$$

Khi U_v tăng, ΔU_{L1} tăng đồng thời U_{Lb} cũng tăng theo, nhờ vậy U_r bị kéo về trạng thái ban đầu. Khi U_v giảm ta cũng có kết quả tương tự.

Loại ổn áp sắt từ nói trên là loại đơn giản nhất, nó đơn giản, dễ chế tạo,

giá thành thấp, hiệu quả ổn áp cũng khá cao, có thể đạt $\pm 1\%$ khi điện áp vào thay đổi $\pm 10\%$.

Nhược điểm: – Hiệu suất thấp, chỉ đạt $50 \div 70\%$.

– Phụ thuộc vào tần số của nguồn điện.

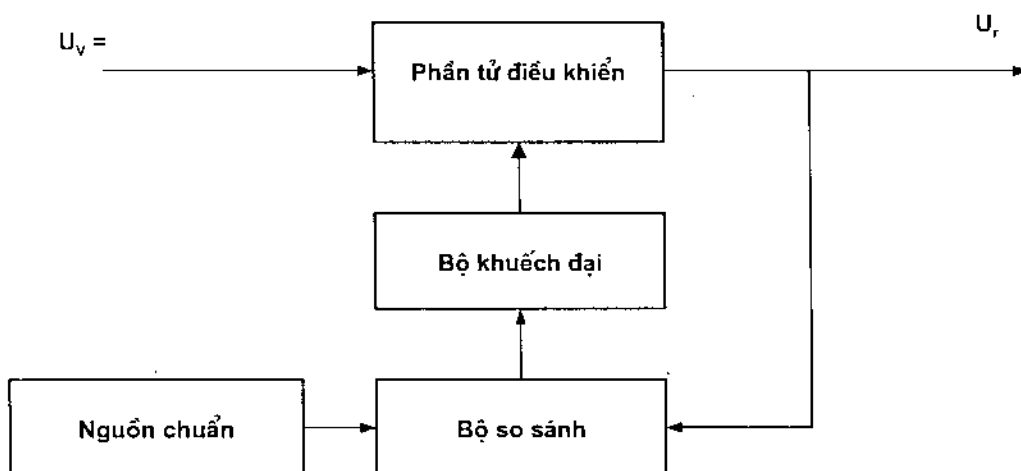
$$Z_L = \omega L = 2 \pi f L$$

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

Ổn áp điện tử.

Nguồn ổn áp loại này có cấu tạo phức tạp hơn nhiều so với ổn áp sắt từ. Tuy nhiên nó khắc phục được các nhược điểm mà ổn áp sắt từ gây ra.

Độ ổn định cao hơn, giá thành cũng cao hơn. Đa số các mạch ổn áp điện tử thực hiện theo nguyên tắc hồi tiếp.

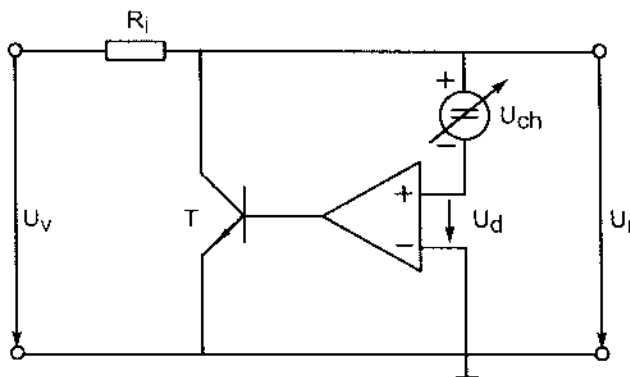


Hình 2.16. Sơ đồ khối mạch ổn áp hồi tiếp.

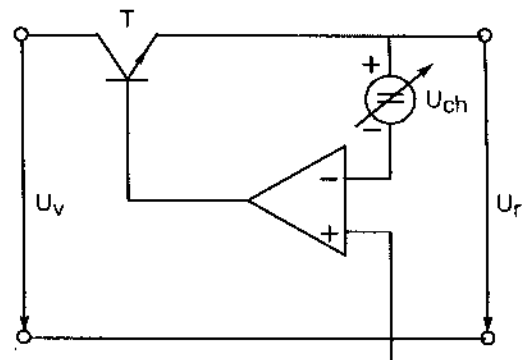
Trong mạch này một phần điện áp (dòng điện) ra được đưa về so sánh với một giá trị chuẩn. Kết quả so sánh được khuếch đại và đưa về phần tử điều khiển.

Phần tử điều khiển thay đổi tham số làm cho điện áp (dòng điện) ra trên nó thay đổi theo xu hướng tiệm cận dần đến giá trị chuẩn.

Các sơ đồ ổn định có hồi tiếp được chia thành hai loại cơ bản: ổn định song song và ổn định nối tiếp.



Hình 2.17a. Mạch ổn định song song.

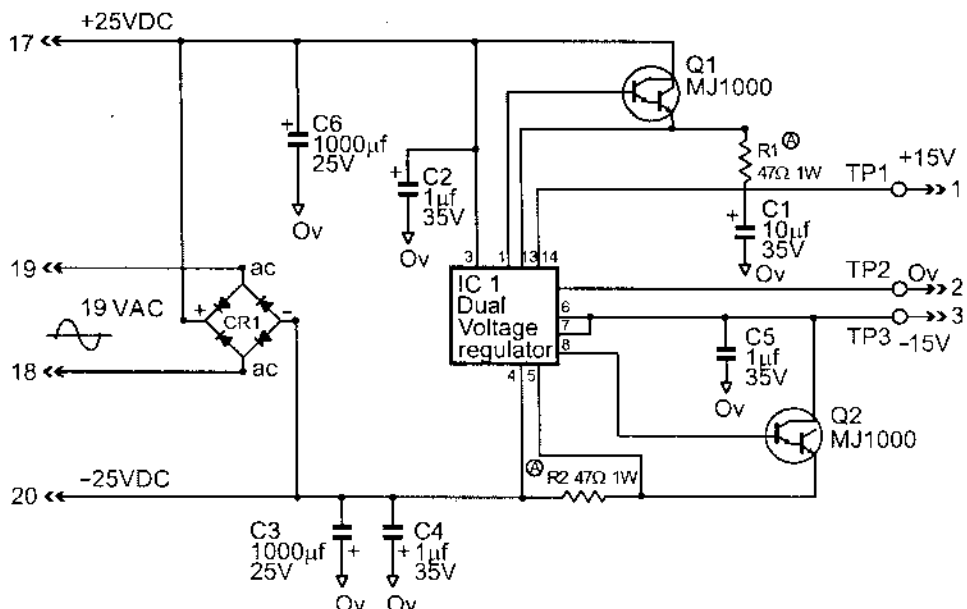


Hình 2.17b. Mạch ổn định nối tiếp.

Trong sơ đồ mạch ổn định song song, khi điện áp ra giảm thì điện áp bazơ – emitter của transistor giảm nhanh hơn. Do đó dòng collector giảm hạ áp trên R_i giảm làm cho điện áp ra tăng. Nhờ khâu hồi tiếp âm nên điện áp ra U_r luôn luôn có trị số bằng điện áp chuẩn U_{ch} .

Trong sơ đồ ổn áp nối tiếp, transistor điều khiển T được mắc nối tiếp với nguồn chỉnh lưu U_V , transistor T được mắc theo kiểu mạch lặp lại emitter. Điện áp vào của bộ khuếch đại thuật toán luôn luôn bằng không do đó điện áp ra $U_r = U_{ch}$. Khi điện áp ra giảm thì điện áp bazơ tăng nhanh hơn làm cho điện áp ra tăng trở lại.

Ví dụ mạch ổn áp thực tế sử dụng trong máy PICKER – BGX 625 R/F.



Hình 2.18. Mạch nguồn ổn áp máy X quang PICKER – BGX 625 R/F.

IC1:LM325 làm nhiệm vụ so sánh và tự động điều chỉnh điện áp đầu ra. Đây là IC (Dual Voltage Regulator). Nó có khả năng điều chỉnh điện áp đối xứng cả âm và dương, điện áp ổn định đầu ra là +15V. Để nâng cao công suất ở đầu ra người ta sử dụng hai transistor kép Q1; Q2. Đây là mạch ổn áp rất đơn giản, nhưng tìm được IC1:LM325 không đơn giản chút nào.

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

- | | |
|--|-------------|
| 1. Máy X quang 1/2 sóng là máy sử dụng điện áp 1 pha. | Đúng – Sai. |
| 2. Thông số mA là dòng chạy qua bóng X quang. | Đúng – sai. |
| 3. Thông số kV là giá trị điện áp hiệu dụng đặt lên anốt bóng X quang. | Đúng – Sai. |
| 4. Thông số mA là đại lượng đo cường độ của chùm tia X. | Đúng – Sai. |
| 5. Biểu thức kVmA là công suất bức xạ ra tia X. | Đúng – Sai |

Chọn câu trả lời đúng nhất:

6. Muốn thay đổi giá trị kV trong các máy X quang thông dụng người ta thường thay đổi:
- a) Điện áp đưa vào sơ cấp biến thế cao áp.
 - b) Dòng điện cung cấp cho sơ cấp biến thế cao áp.
 - c) Số vòng dây của cuộn sơ cấp biến thế cao áp.
7. Muốn thay đổi dòng qua bóng X quang (mA) trong các máy X quang thông dụng người ta thường thay đổi:
- a) Điện áp đặt vào anốt bóng X quang (kV).
 - b) Điện áp cung cấp cho sơ cấp biến thế đốt tóc bóng X quang.
 - c) Dòng sơ cấp biến thế đốt tóc bóng X quang.
8. Biến thế nguồn trong các máy X quang thông dụng thường được dùng là biến thế:
- a) Biến thế 1 pha, 2 pha, 3 pha cảm ứng.
 - b) Biến thế 1 pha, 2 pha, 3 pha tự ngẫu.

Câu hỏi tự lượng giá:

- 9. Vẽ sơ đồ khối tổng quát một máy X quang thông dụng?
- 10. Trình bày nhiệm vụ chính của các khối trong máy X quang thông dụng?
- 11. Vẽ và trình bày được một phương pháp điều chỉnh thông số kV trong máy X quang thông dụng?

KHỐI ĐIỀU KHIỂN TRUNG GIAN

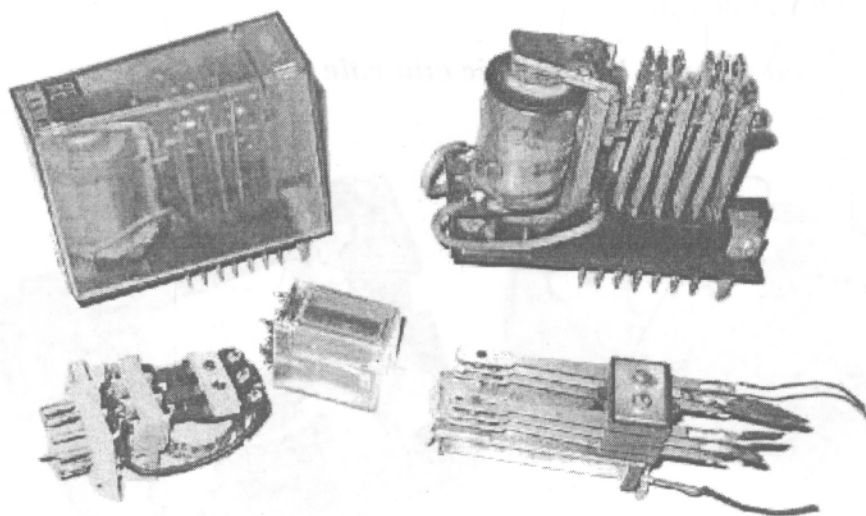
MỤC TIÊU

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của rơ le 1 chiều, rơ le xoay chiều.
- Trình bày được tác dụng, nguyên lý làm việc của mạch làm chậm.
- Giải thích được sự liên kết giữa mạch làm chậm và mạch anốt quay.
- Trình bày được tác dụng, nguyên lý làm việc mạch bảo vệ quá tải.

1. CÁC RƠ LE ĐIỀU KHIỂN TRUNG GIAN

1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của rơ le điện từ

Để điều khiển các quá trình làm việc trong hầu hết các máy X quang người ta đã sử dụng các rơ le điện từ, tùy theo nhiệm vụ trong mạch điện mà chúng có hình dạng và kích thước khác nhau.



Hình 3.1. Các loại rơ le điện từ.

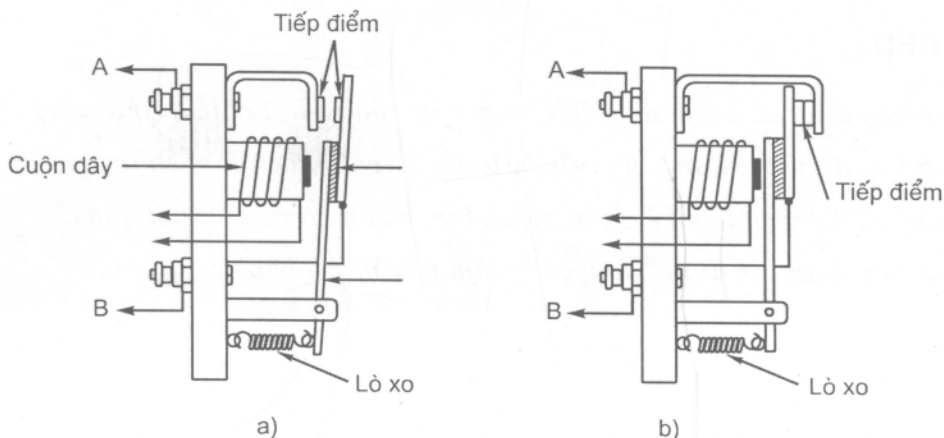
1.1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của rơ le một chiều

Rơ le điện từ là loại rơ le điện cơ làm việc theo nguyên lý điện từ.

– Cấu tạo:

* Phần tĩnh: Gồm có 1 cuộn dây điện từ, số vòng và đường kính dây phụ thuộc vào điện áp và dòng điện sử dụng. Bên trong ống dây là lõi sắt từ.

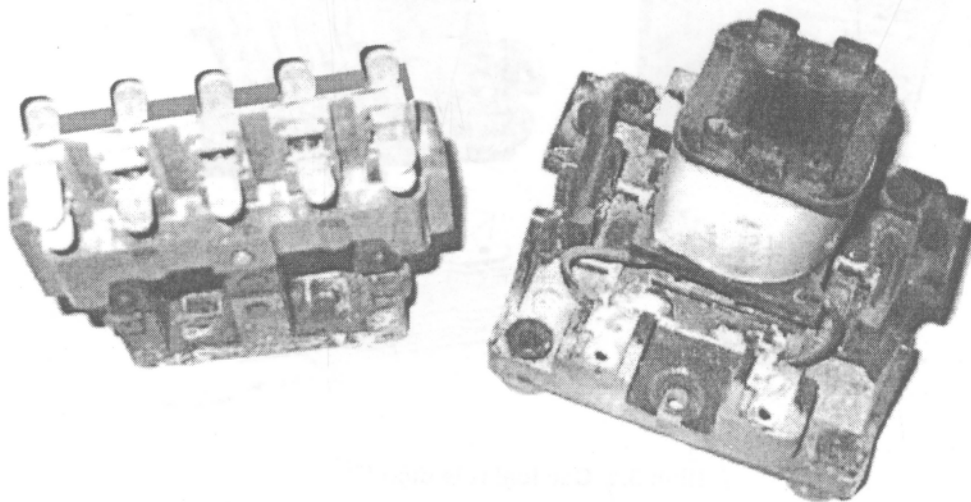
* Phần động: Gồm thanh sắt từ liên kết các tiếp điểm và hệ thống lò xo đàn hồi. Số tiếp điểm tùy thuộc vào nhiệm vụ của từng loại role.



Hình 3.2. Cấu tạo role điện từ 1 chiều.

– Nguyên lý: Khi cho dòng điện chạy vào cuộn dây, do tác dụng của dòng điện, lõi sắt trong lòng ống dây sẽ tạo ra từ trường. Từ trường trong lõi sắt sẽ hút phần động làm cho các tiếp điểm hoán đổi vị trí, tiếp điểm thường đóng sẽ mở và ngược lại.

1.1.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của role xoay chiều



Hình 3.3. Cấu tạo role xoay chiều.

Cấu tạo và nguyên lý làm việc của role xoay chiều tương tự như role một chiều. Có điểm khác là: Vì cung cấp bằng dòng xoay chiều nên có từ thông

biến thiên dẫn đến lực hút F cũng thay đổi theo tần số dòng điện. Muốn cho lực F không thay đổi, người ta chế tạo thêm vòng ngắn mạch. Đây là điểm khác nhau cơ bản giữa role một chiều và role xoay chiều. Các role xoay chiều thường có công suất lớn hơn role một chiều. Điện áp của các role thông thường là: 12V; 24V; 110V; 220V.

1.2. Phân loại role điện từ

Để phân loại role điện từ người ta thường phân loại theo điện áp cung cấp. Chúng ta có role một chiều, role xoay chiều.

Phân loại theo số pha của nguồn điện cung cấp: role 1 pha, role 3 pha.

2. MẠCH LÀM CHẬM QUÁ TRÌNH CHỤP

Trong hầu hết các máy X quang công suất lớn và trung bình, người ta đều thiết kế các mạch làm chậm chụp. Nhiệm vụ của mạch là kéo dài thời gian chuẩn bị chụp để các mạch trong máy làm việc ổn định trước khi chụp. Đây là thời gian cần thiết để:

- Katốt bóng X quang được nung nóng đến nhiệt độ đủ để phát xạ điện tử.
- Anốt bóng X quang quay đạt tốc độ cực đại.
- Là mạch ngăn cách giữa hai quá trình soi và chụp.

Thời gian làm chậm trong các máy X quang hiện nay là từ 0,8s đến 1,2s. Để thiết kế lắp ráp mạch làm chậm chúng ta có nhiều phương pháp. Sau đây chúng ta xét một vài loại mạch làm chậm điển hình.

2.1. Mạch làm chậm dùng role thủy ngân

- Cấu tạo: gồm ống dây và bầu thủy ngân.

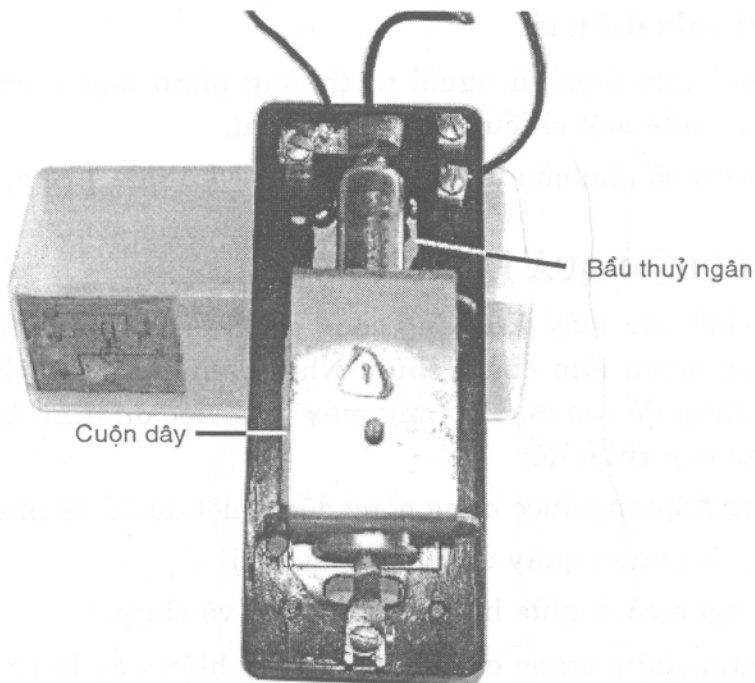
* Ống dây: Khung ống dây làm bằng nhựa hoặc bìa cách điện, bên trong có lỗ tròn để cho bầu thủy ngân vào trong. Dây quấn là dây điện từ được phủ lớp cách điện, đường kính của dây quấn từ 0,08mm đến 0,12mm.

* Bầu thủy ngân: Là ống thủy tinh, đường kính khoảng 10mm, dài 50mm. Bên trong ống thủy tinh có chứa 2 điện cực A và B, lõi sắt từ hình lục lăng có đường kính bằng đường kính trong của ống thủy tinh, ngoài ra còn cho vào ống lượng thủy ngân vừa đủ. Bầu thủy ngân được đưa vào trong lòng ống dây.

- Nguyên lý làm việc

Bình thường 2 cực A và B không tiếp xúc với nhau. Cực A chạy trong lòng lõi sắt từ, lõi sắt nổi trên thủy ngân. Khi cung cấp điện áp vào ống dây,

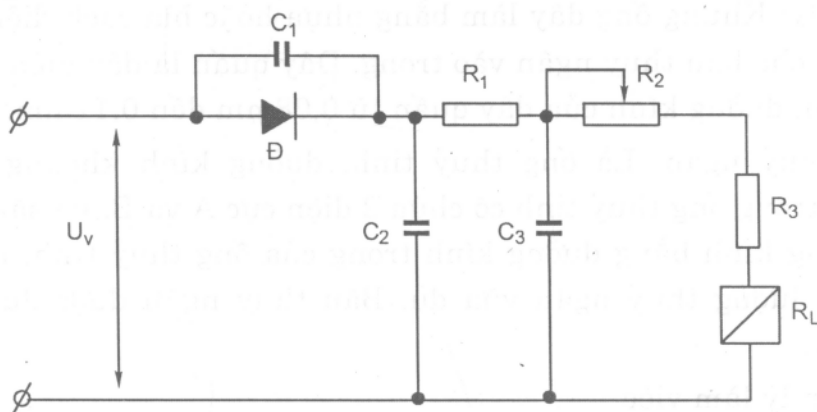
từ trường sinh ra trong ống dây hút lõi sắt từ xuống phía dưới làm cho thủy ngân dâng lên đóng mạch 2 cực A và B. Thời gian từ lúc cung cấp điện vào ống dây đến khi 2 cực A và B nối với nhau là thời gian làm chậm của mạch. Muốn thay đổi thời gian làm chậm ta có thể cho bầu thủy ngân sâu vào lòng ống dây hoặc ra xa ống dây.



Hình 3.4. Cấu tạo của rơle thủy ngân.

2.2. Mạch làm chậm dùng R-C

– Cấu tạo: Mạch điện gồm diốt Đ, tụ C_1 , C_2 , C_3 . Điện trở R_1 , R_2 , R_3 , rơle làm chậm R_L .



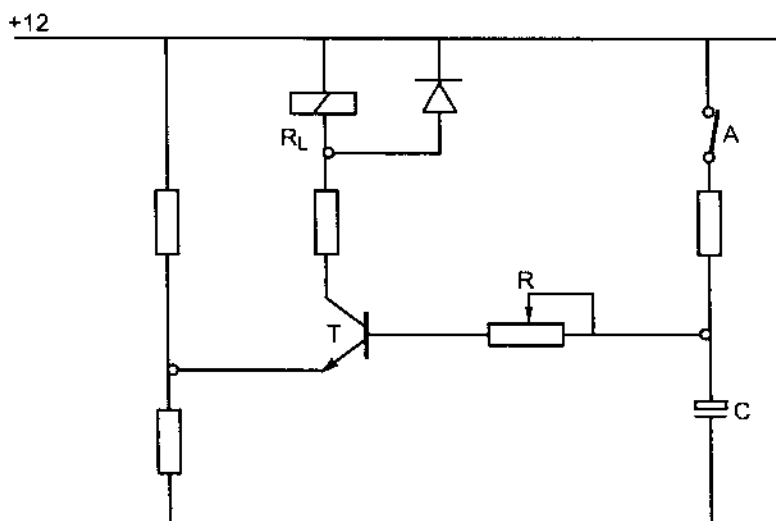
Hình 3.5. Mạch làm chậm R-C.

– Nguyên lý làm việc

Khi đóng điện vào máy, tụ C_3 nạp điện, lúc này rơle R_L chưa làm việc, khi C_3 nạp đầy nó sẽ phóng điện qua cuộn dây R_L , rơ le R_L làm việc đóng mạch duy trì điện áp cho anốt quay làm việc. Đây là điện áp quay lâu dài, điện áp này nhỏ hơn điện áp khởi động. Muốn thay đổi thời gian làm chậm ta điều chỉnh chiết áp R_2 .

2.3. Mạch làm chậm dùng transistor

Khi rơle A đóng tiếp điểm lại, tụ C bắt đầu được nạp điện từ nguồn 12V, lúc này transistor T vẫn tắt, khi tụ C nạp đến giá trị điện áp dương nào đó transistor T thông rơle R_L làm việc đóng mạch cho phép chụp. Muốn thay đổi thời gian làm chậm, ta điều chỉnh chiết áp R.



Hình 3.6. Mạch làm chậm dùng transistor.

2.4. Mạch làm chậm dùng UJT

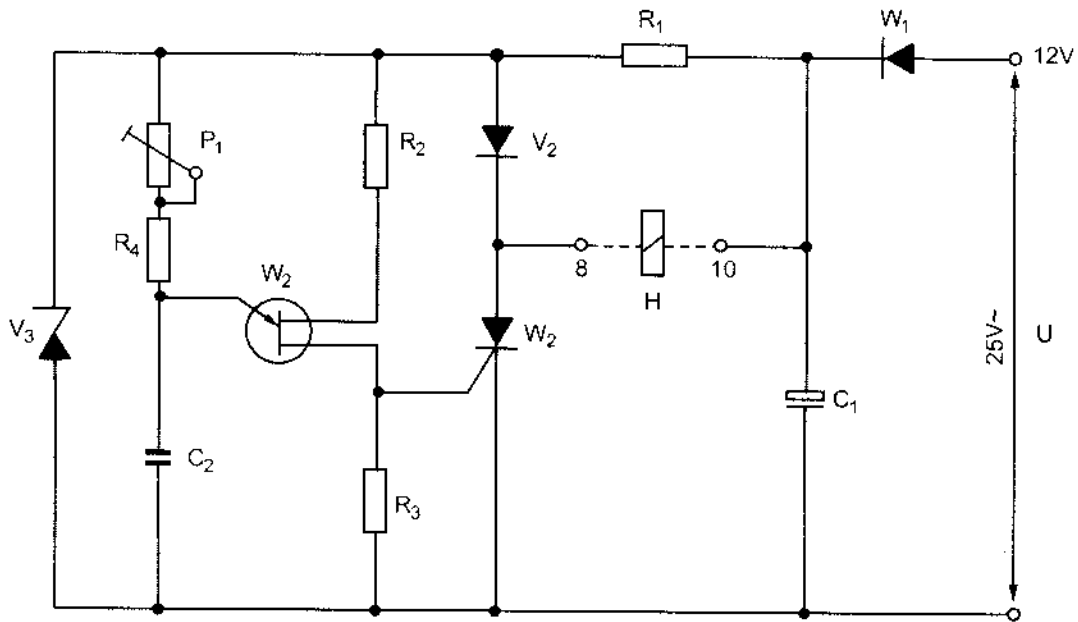
– Cấu tạo: Mạch điện gồm UJT W_2 , thyristor W_1 , các điốt V_1 , V_2 , ổn áp V_3 , các điện trở định thiên áp R_2 , R_3 , R_4 , chiết áp P_1 , cuộn dây rơle làm chậm H.

– Nguyên lý làm việc:

Khi cung cấp điện áp cho mạch, rơle H chưa làm việc, UJT W_2 chưa thông. Lúc này tụ C_2 nạp điện. Khi tụ C_2 nạp đến một giá trị điện áp dương nào đó UJT W_2 thông, trên cực B_2 xuất hiện xung nhọn, xung này sẽ kích vào thyristor W_1 làm cho nó thông, rơle H hoạt động, thời gian từ lúc đóng điện cho đến khi rơle H hoạt động phụ thuộc vào thời gian nạp cho C_2 .

$$\tau = (P_1 + R_4) \cdot C_2$$

Muốn thay đổi thời gian này ta điều chỉnh chiết áp P_1 .



Hình 3.7. Mạch làm chậm dùng UJT.

3. MẠCH ANỐT QUAY

3.1. Tác dụng của anốt quay

Trong các máy X quang công suất lớn, để tăng công suất của bóng người ta đã chế tạo ra bóng X quang có anốt quay. Trong quá trình quay, anốt sẽ tự làm mát. Mặt khác, trong khi quay điểm bức xạ ra tia X quang luôn luôn thay đổi làm cho anốt mòn đều, dẫn đến tuổi thọ của bóng sẽ tăng.

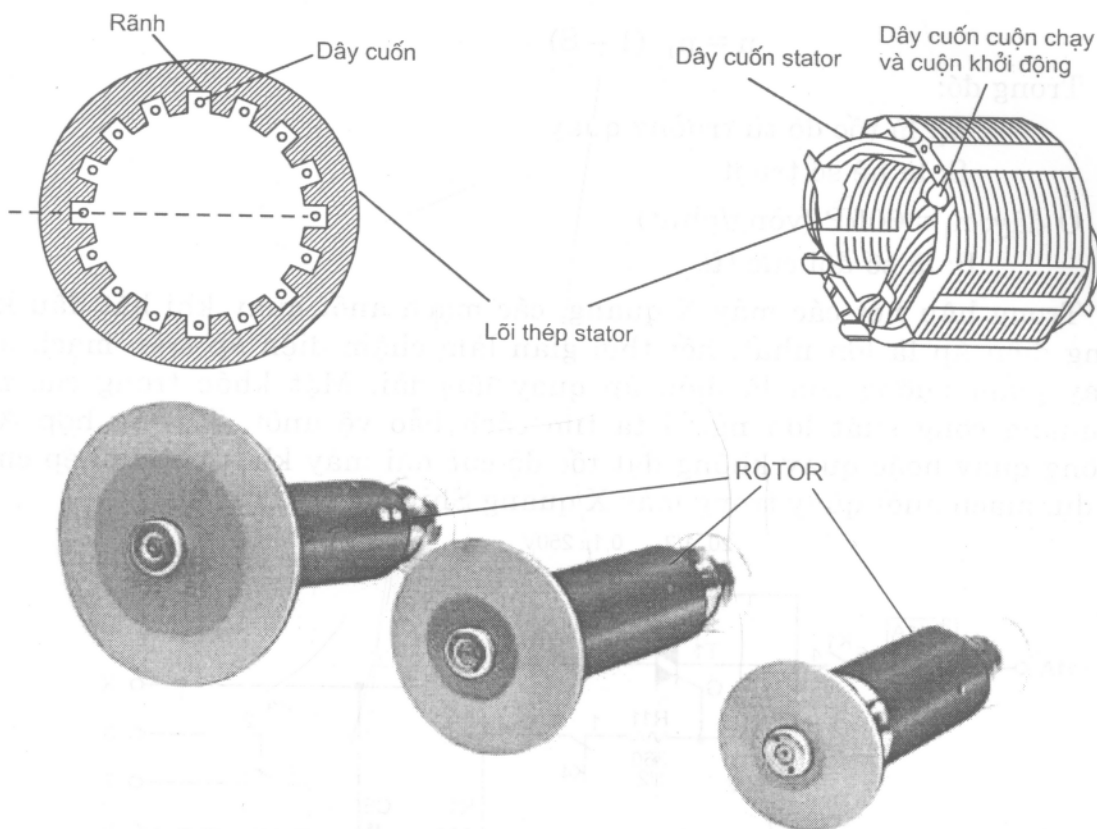
Để anốt quay được, trong bóng X quang có một mạch điện tạo ra từ trường quay gọi là mạch anốt quay.

3.2. Cấu tạo của mạch anốt quay

Gồm 2 phần: Phần động và phần tĩnh.

– Phần tĩnh: là lõi sắt cấu tạo từ những lá sắt từ ghép lại với nhau, tương tự như phần tĩnh của động cơ. Trên phần tĩnh có các rãnh để quấn dây điện từ. Số lượng dây quấn phụ thuộc vào điện áp khởi động của mạch.

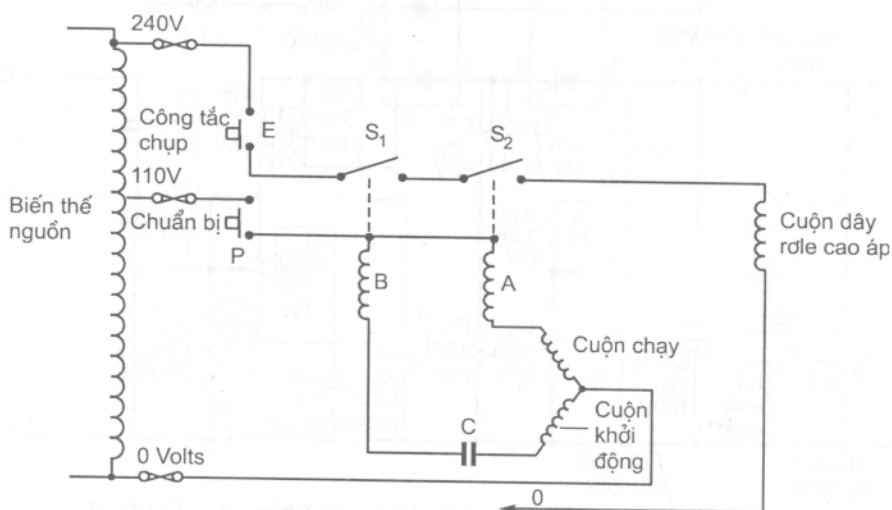
– Phần động: chính là đĩa anốt, có trục là các vòng bi gắn vào cơ cấu quay. Tất cả được đặt bên trong của bóng thủy tinh. (Chúng ta sẽ nghiên cứu cấu tạo của bóng X quang phần sau).



Hình 3.8. Cấu tạo của rotor và stator.

3.3. Nguyên lý hoạt động

Để tạo ra từ trường quay cho anốt, người ta lắp mạch điện như sơ đồ nguyên lý (hình 3.9). Cuộn stator 1 là cuộn chạy, cuộn stator 2 là cuộn khởi động, tụ C là tụ khởi động. Nguyên lý làm việc tương tự như động cơ điện không đồng bộ 1 pha. Với giá trị tụ C là cố định thì tốc độ quay của anốt phụ thuộc tần số nguồn điện và số đối cực từ.



Hình 3.9. Sơ đồ nguyên lý mạch anốt quay.

$$n = n_1 \cdot (1 - S)$$

Trong đó:

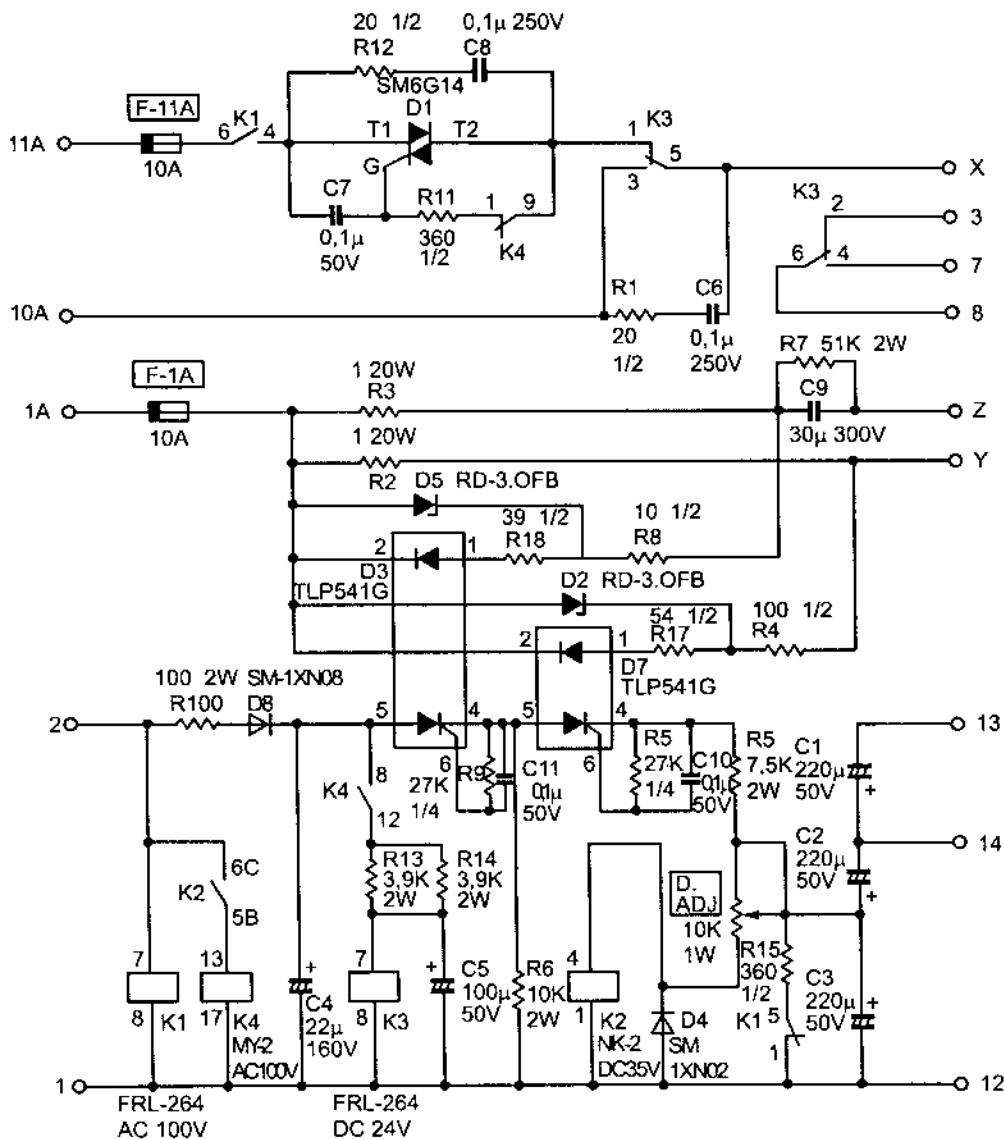
n_1 : là tốc độ từ trường quay

S: là hệ số trượt

Ở đây: $n_1 = 60f/P$ (vòng/phút).

P: là số đôi cực từ.

Trong hầu hết các máy X quang, các mạch anốt quay khi bắt đầu khởi động điện áp là lớn nhất, hết thời gian làm chậm điện áp trên mạch anốt quay giảm xuống còn là điện áp quay lâu dài. Mặt khác trong các máy X quang công suất lớn người ta tìm cách bảo vệ anốt. Trường hợp Anốt không quay hoặc quay không đạt tốc độ cực đại máy không cho phép chụp. Ví dụ: mạch anốt quay trong máy X quang Shimadzu ED 150L.



Hình 3.10. Mạch anốt quay máy X quang Shimadzu ED 150L.

Trong mạch, người ta đã sử dụng 2 Opto thyristor nối tiếp với 2 cuộn chạy và cuộn đề. Dòng qua 2 Opto được chọn phù hợp với dòng của 2 cuộn đề và cuộn chạy của mỗi loại máy. Nếu đủ dòng cho 2 Opto làm việc có nghĩa là cũng đủ dòng cho 2 cuộn anốt quay, rơle K_2 làm việc máy mới cho phép đóng chụp. Trường hợp anốt quay không đạt tốc độ quy định có nghĩa là không đủ dòng cho rơle K_2 làm việc máy sẽ không cho phép đóng chụp.

4. CÁC MẠCH BẢO VỆ AN TOÀN

Những biện pháp đảm bảo an toàn cho máy X quang là vấn đề hết sức quan trọng trong khi thiết kế máy X quang.

Vì vậy trong hầu hết các máy X quang, người ta đã áp dụng hàng loạt các biện pháp, kiểm soát và đảm bảo an toàn, do các mạch điện khác nhau đảm nhiệm.

Thông thường phải kiểm soát được những vấn đề sau:

- Ngăn cấm 2 bóng đồng thời cùng làm việc.
- Sợi đốt đèn đủ nóng.
- Anốt quay đủ tốc độ.
- Bảo vệ bóng quá công suất.
- Bóng quá nóng.

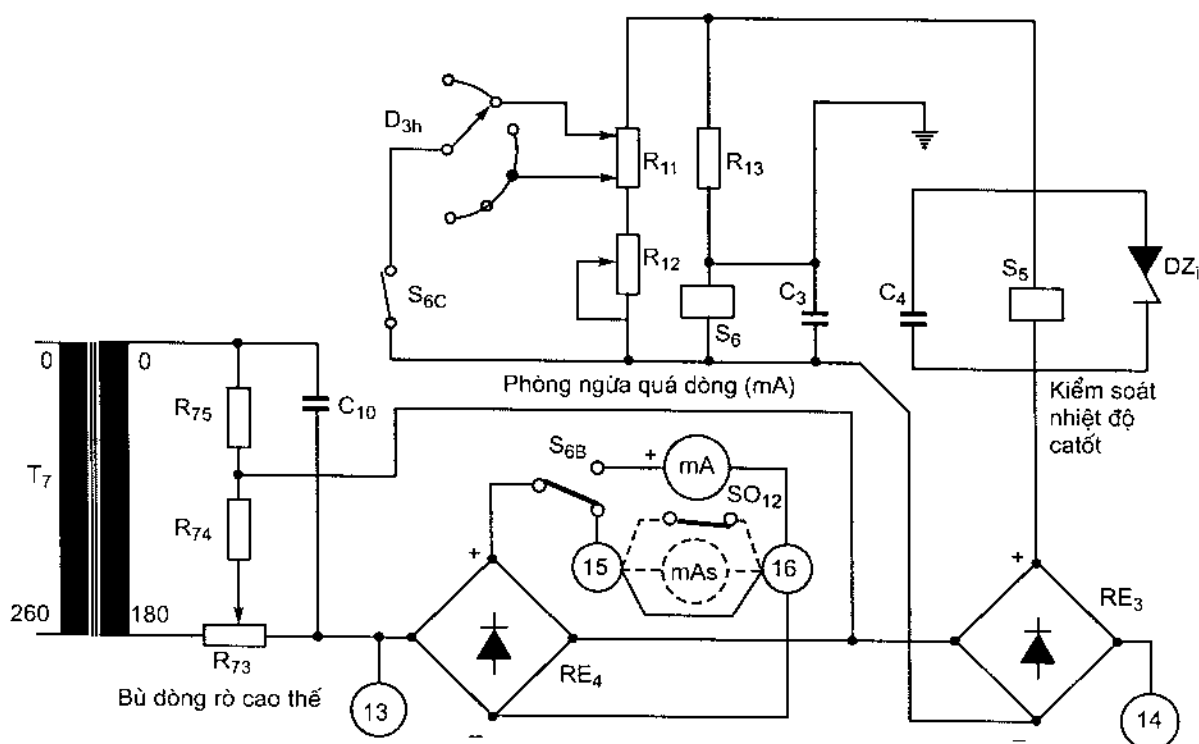
Tất cả các mạch nói trên đều được tự động thực hiện theo một trình tự được tính toán trước.

* Mạch cấm 2 bóng cùng làm việc đồng thời: Như chúng ta đã biết, để tăng cường hiệu quả một thùng cao thế được dùng cấp điện cho 2 hoặc 3 bóng X quang.

4.1. Mạch kiểm soát nhiệt độ katốt

Dòng qua bóng ở chế độ chụp khá cao (vài chục đến vài trăm mA) vì vậy trước lúc phát tia, katốt phải được nung nóng đến nhiệt độ đủ để phát xạ điện tử, phù hợp với mỗi giá trị mA đặt trước. Mạch kiểm soát bao gồm cầu chỉnh lưu RE_3 , rơle S_5 , diốt Zêne DZ_1 , tụ C_4 , biến trở R_{11} , chuyển mạch D_{3h} và các điện trở hạn chế.

Khi đóng chuẩn bị chụp dòng đốt tóc được tăng lên, rơle S_5 làm việc đóng mạch cho mạch chụp làm việc. S_5 là rơle dòng, khi đủ dòng thì nó mới làm việc và cho phép máy đóng chụp.



Hình 3.11. Mạch kiểm soát nhiệt độ katốt.

4.2. Kiểm soát tốc độ quay anốt

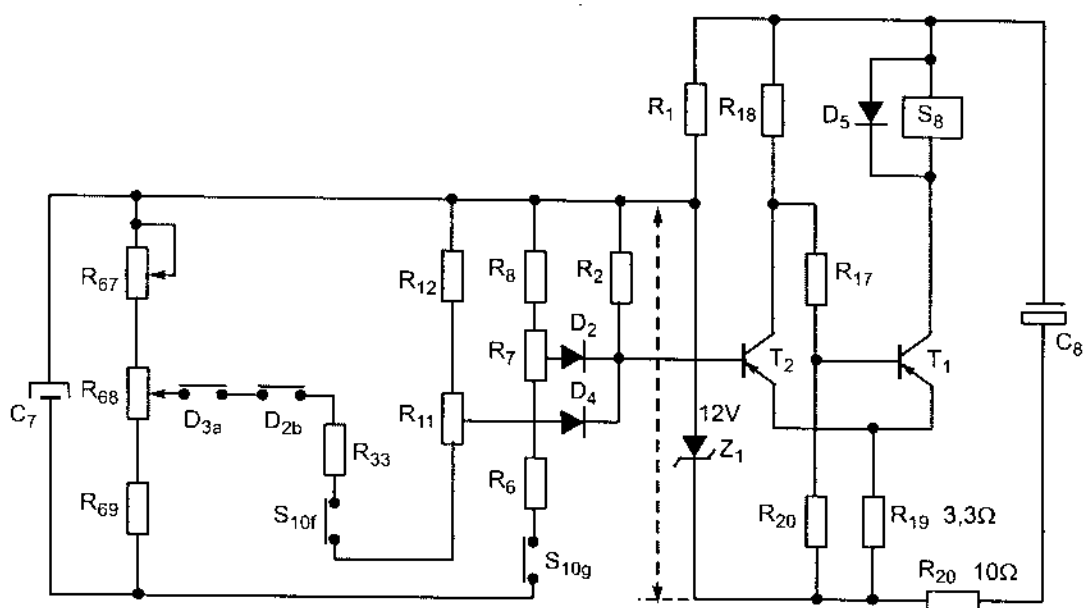
Trong các máy X quang sử dụng anốt quay, việc kiểm tra để biết chắc chắn rằng anốt quay đã đạt tốc độ là điều hết sức quan trọng. Nếu tốc độ quay của anốt không đạt yêu cầu sẽ làm giảm cường độ tia, anốt sẽ bị hỏng. Để kiểm tra tốc độ quay của anốt người ta dùng 2 role dòng cho 2 cuộn chạy và khởi động. Hai cuộn dây của 2 role A và B đã được hiệu chỉnh dòng theo tốc độ quay của anốt, xem mạch (hình 3.9). Vì lý do nào đó mà dòng không đảm bảo cho anốt quay thì mạch điều khiển chụp cũng không làm việc được. Hai tiếp điểm S_1 , S_2 được cài ở mạch điều khiển chụp. Để đạt được tốc độ quay 3.000 vòng/phút hoặc 9.000 vòng/phút phải mất thời gian 0,1s + 1, 2s. Để có thời gian này trong các máy X quang ta sử dụng các mạch làm chậm chụp như đã nói ở trên.

4.3. Mạch bảo vệ quá điện áp và quá tải

Mỗi bóng X quang có một công suất định mức. Nếu vì một lý do nào đó do trục trặc trong mạch hoặc do người sử dụng chọn các thông số kV.mA.s không thích hợp, nằm ngoài giới hạn chịu đựng của bóng... Trong trường hợp này việc phát tia phải được cấm, để bảo vệ an toàn cho bóng và các

mạch điều khiển có liên quan. Mạch điện thực hiện chức năng này gọi là mạch phòng ngừa quá kV.

Hình 3.12 minh họa 1 mạch bảo vệ quá điện áp, mạch gồm transistor T_1 , T_2 , rơle S_8 và các mạch định ngưỡng liên quan đến các giá trị kV.mA.s.



Hình 3.12. Mạch bảo vệ quá điện áp và quá tải.

Tín hiệu đưa vào cực gốc T_2 gồm 2 nguồn:

- Một nguồn tỷ lệ với điện áp thông qua mạch lọc C_7 , tiếp điểm chọn bóng S_{10g} (bóng I hoặc bóng II) rồi tới mạch phân áp R_6 , R_7 , R_8 . Mạch này có nhiệm vụ đặt nguồn chuẩn, điện áp cực đại.

Ví dụ: Một máy X quang có điện áp lớn nhất là 120kV, quá giới hạn này mạch phát lệnh cấm chụp. Tín hiệu thứ 2 tỷ lệ với kV.mA.s được chọn thông qua D_{3a} chuyển mạch mA, D_{2b} chuyển mạch thời gian, R_{67} hiệu chỉnh điện áp các giá trị này được hiệu chỉnh qua R_{11} đưa đến cực B của T_2 .

Khi các trị số đặt trước vượt qua tải cho phép, mạch phát lệnh cấm chụp có tín hiệu điều khiển T_1 thông, S_8 làm việc cắt mạch chụp.

4.4. Mạch cảnh báo bóng quá nóng

Trong khi làm việc liên tục trong thời gian dài, bóng có thể bị nóng quá nhiệt độ giới hạn cho phép. Khi đó khối dầu cách điện trong bóng sẽ nở ra, đẩy phôi dầu dẫn nở ra đóng Microswitch, mạch còi phát tín hiệu báo động, cần cho máy nghỉ.

4.5. Phương pháp thành lập mạch bảo vệ quá tải

Mỗi bóng X quang đều có công suất danh định để đảm bảo cho máy làm việc an toàn và tăng tuổi thọ. Trong khi sử dụng chúng ta không cho máy làm việc vượt quá công suất danh định. Để thoả mãn yêu cầu trên trong hầu hết các máy X quang người ta phải sử dụng các mạch bảo vệ quá tải.

– Công suất tổn hao ở anốt của bóng X quang được tính:

$$P_a = K \cdot U_{\max} \cdot I_a$$

Trong đó:

P_a : công suất tổn hao trên anốt của bóng X quang;

I_a : dòng qua bóng X quang;

$U_{\max}$: điện áp cực đại đặt lên anốt bóng X quang;

K: hệ số chỉnh lưu phụ thuộc vào dạng đường cong điện áp chỉnh lưu cung cấp cho anốt bóng phát tia.

Trong sơ đồ 1/2 sóng và sơ đồ 4 van chỉnh lưu $K = 0,7$.

Trong sơ đồ 6 van, 12 van $K = 1$.

Ngoài công suất P_a người ta còn sử dụng loại công suất khác P_{aCF} gọi là công suất giới hạn của bóng, nó được xác định bởi nhiệt độ nung nóng anốt cho phép của bóng và phụ thuộc vào thời gian phát tia:

$$P_{aCF} = f(S)$$

$$S \uparrow P_{aCF} \downarrow$$

Tỷ số giữa 2 giá trị công suất trên gọi là hệ số tải của bóng:

$$K_t = \frac{P_a}{P_{aCF}}$$

Ví dụ: Bóng phát tia ký hiệu 2-5B4M₃-110 sử dụng tốc 5kW nghĩa là công suất cho phép trong thời gian 1s là 5kW. Nếu tăng thời gian phát tia lên 5s thì hệ số tải của bóng là bao nhiêu?

Biết rằng P_{aCF} ở 5s là: 2,5kW.

$$K_t = \frac{P_a}{P_{aCF}} = \frac{5}{2,5} = 2 \text{ hay } 200\%$$

Như vậy bóng đã quá tải 2 lần.

Trong máy X quang vì thời gian phát tia luôn thay đổi cho nên công suất nhận được ở anốt được gọi là năng lượng bức xạ.

$$A = K U_{\max} \cdot I_a \cdot S \text{ (kV.mA.s)}$$

Trong thực tế người ta thường sử dụng các phương pháp thành lập mạch quá tải sau:

* Cố định điện áp đặt lên bóng X quang, phương pháp này thường được dùng trong các máy X quang có công suất bé.

* Cố định dòng qua bóng phát tia, phương pháp này thường được dùng trong các máy X quang có công suất trung bình.

* Cố định công suất, phương pháp này thường được dùng trong các máy X quang có công suất lớn.

Tất cả các phương pháp này đều phải thoả mãn biểu thức:

$$K_t \leq 1$$

Ví dụ: Một số mạch bảo vệ quá tải trong thực tế.

Trong máy PYM – 4 người ta thực hiện bảo vệ quá tải theo phương pháp cố định dòng.

Dòng chụp được cố định ở 2 nấc 20mA; 40mA còn điện áp và thời gian tự chọn nhưng không được vượt quá công suất danh định. Nghĩa là muốn tăng điện áp thì thời gian phải giảm và ngược lại.

$$P_a = KU_{\max} \cdot I_a \cdot S \text{ (kV.mA.s)}$$

Khi chọn các thông số chụp đối máy PYM – 4

$$S = 1\text{s}$$

$$I_a = 40\text{mA}$$

$$P_{aCF} \text{ ở } 1\text{s} = 3 \text{ kW}$$

Muốn cho $K_t \leq 1$ thì $U_{\max} \leq 75\text{kV}$

Chú ý:

$$100\text{kV} - 20\text{mA} < 10\text{s}$$

$$100\text{kV} - 40\text{mA} < 1\text{s}$$

$$57\text{kV} - 40\text{mA} < 6\text{s}$$

Các phương pháp cố định điện áp và dòng điện có nhược điểm là không tận dụng được công suất của máy. Ở dải công suất thấp $K_t < 1$ khá nhiều.

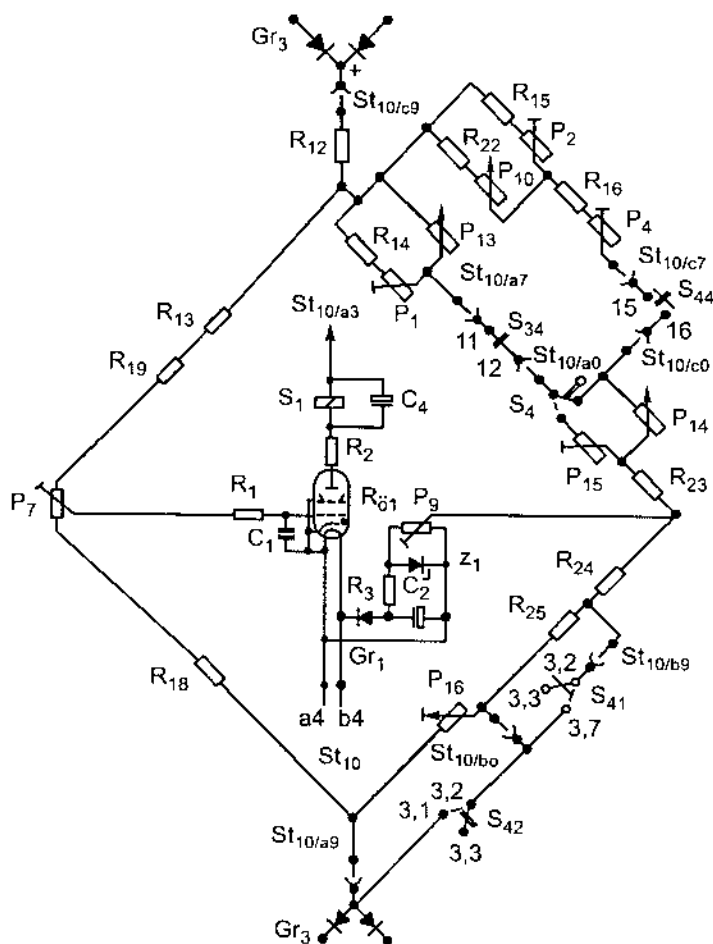
* Trong các máy X quang công suất lớn người ta thường sử dụng phương pháp cố định công suất. Nghĩa là 3 thông số kV.mA.s được đồng chỉnh với nhau sao cho $K_t \leq 1$ (càng gần 1 càng tốt).

Ví dụ: Mạch bảo vệ quá tải dùng trong máy X quang D₃₅₀. Người ta đã sử dụng mạch cầu thuận trở, mạch này có nhiệm vụ:

– So sánh tỷ số.

– Điều chỉnh dòng qua bóng phát tia sau khi đã tính toán đặt các thông số trước. Hình 3.13 là sơ đồ mạch. Mạch gồm có 4 nhánh cầu thuận trở được

cung cấp điện áp 1 chiều qua bộ chỉnh lưu Gr_3 . Hai điểm còn lại là bộ role điện tử gồm đèn R_{01} , role S_1 . Khi S_1 không làm việc S_{14} cắt mạch chuẩn bị chụp máy quá tải. Khi chọn các thông số chụp kV.mA.s làm cho giá trị điện trở của nhánh cầu thứ 2 thay đổi. Cầu bị lệch cân bằng, có điện áp đưa vào lưới của đèn R_{01} .



Hình 3.13. Mạch bảo vệ quá tải D_{350} .

Đèn này điều khiển role S_1 đóng, cắt tùy thuộc vào tải của máy cho phép hoặc không cho phép. Độ lớn của điện áp đưa vào lưới 1 của đèn tỷ lệ với kV.mA.s nghĩa là tỷ lệ với tải của bóng X quang.

P_{14} : điều chỉnh kV.

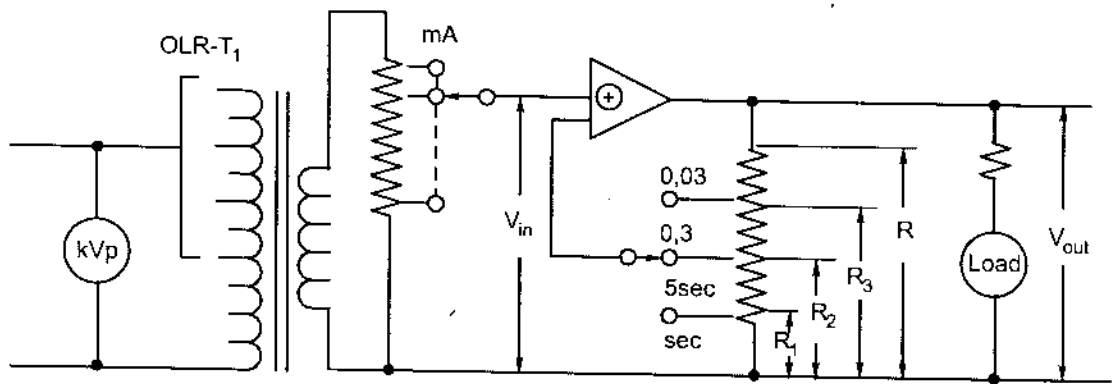
P_{16} : điều chỉnh mA.

P_{10} , P_{13} : điều chỉnh mA.s.

Về thiết kế mạch để bảo vệ quá tải tùy theo từng nước và từng hãng có khác nhau nhưng mục đích cuối cùng là hoàn toàn như nhau.

4.6. Mạch bảo vệ quá tải trong máy X quang Shimadzu ED 150L

Để hiểu rõ nguyên lý làm việc của mạch trước hết chúng ta xét mạch rút gọn.



Hình 3.14. Sơ đồ rút gọn mạch bảo vệ quá tải.

Nhìn vào sơ đồ chúng ta thấy:

$$V_{in} = a \cdot kV_p \cdot mA(V) \quad (3.1)$$

Trong đó:

a: Hệ số biến áp OLR – T_1

mA: giá trị cực đại mạch chọn mA.

Như vậy: V_{in} tỷ lệ với $kV \cdot mA$.

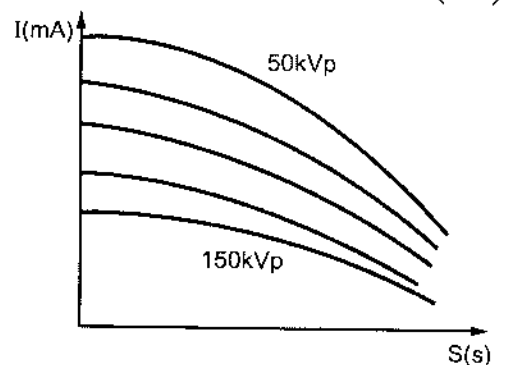
Việc chọn hệ số hồi tiếp sẽ quyết định hệ số khuếch đại của mạch OPAMP. Gọi hệ số khuếch đại của mạch là β . Theo thời gian chụp được chọn ta có hệ số khuếch đại của mạch là:

$$\text{Ở } 0,03s \rightarrow \beta = R/R_3$$

$$\text{Ở } 0,3s \rightarrow \beta = R/R_2$$

$$\text{Ở } 5s \rightarrow \beta = R/R_1$$

Khi tính cho các giá trị thời gian khác cũng tương tự. Bình thường công suất bóng X quang ở thời gian ngắn có thể được diễn tả như đồ thị. Hình 3.15.



Hình 3.15

Có thể xem mối quan hệ giữa $kV_p.mA$ theo thời gian được chỉ ra ở hình 3.16.

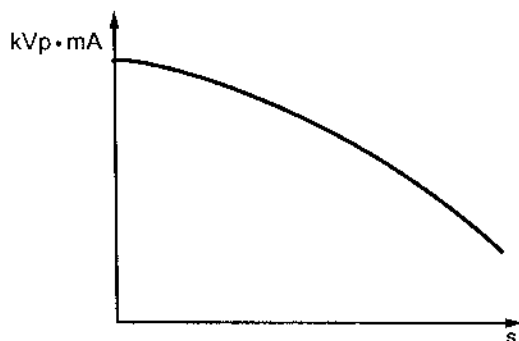
Mặt khác, để đơn giản hoá đồ thị này ta có thể vẽ thành 3 đoạn thẳng như hình 3.17.

$$H_3 = kV_p.mA \text{ ứng } S = 0,03s$$

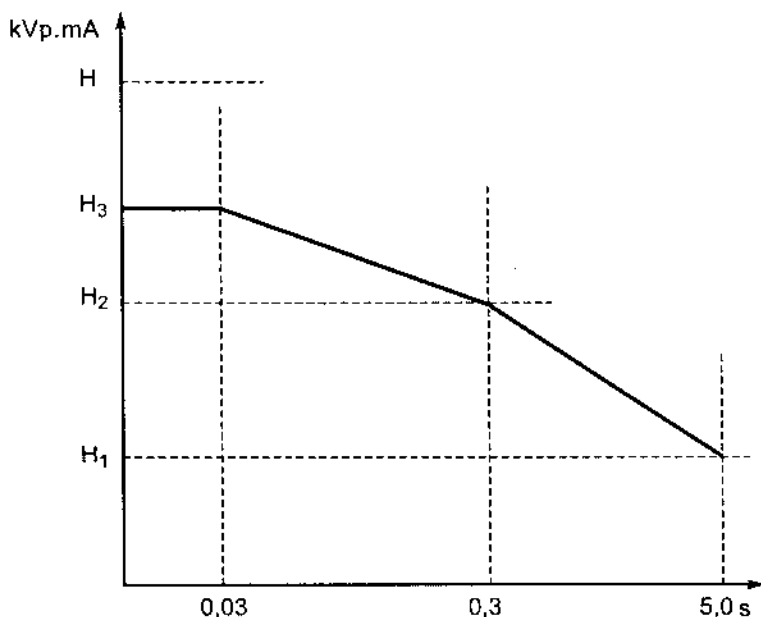
$$H_2 = kV_p.mA \text{ ứng } S = 0,3s$$

$$H_1 = kV_p.mA \text{ ứng } S = 5s$$

H được lấy ở giá trị $kV_p.mA$ là lớn nhất so với 3 giá trị đã nói ở trên. Từ hệ thức (3.1) và (3.2), theo sơ đồ hình 3.14 ta có V_{out} theo các giá trị thời gian khác nhau (tính ở giá trị thời gian 0,03s).



Hình 3.16.



Hình 3.17

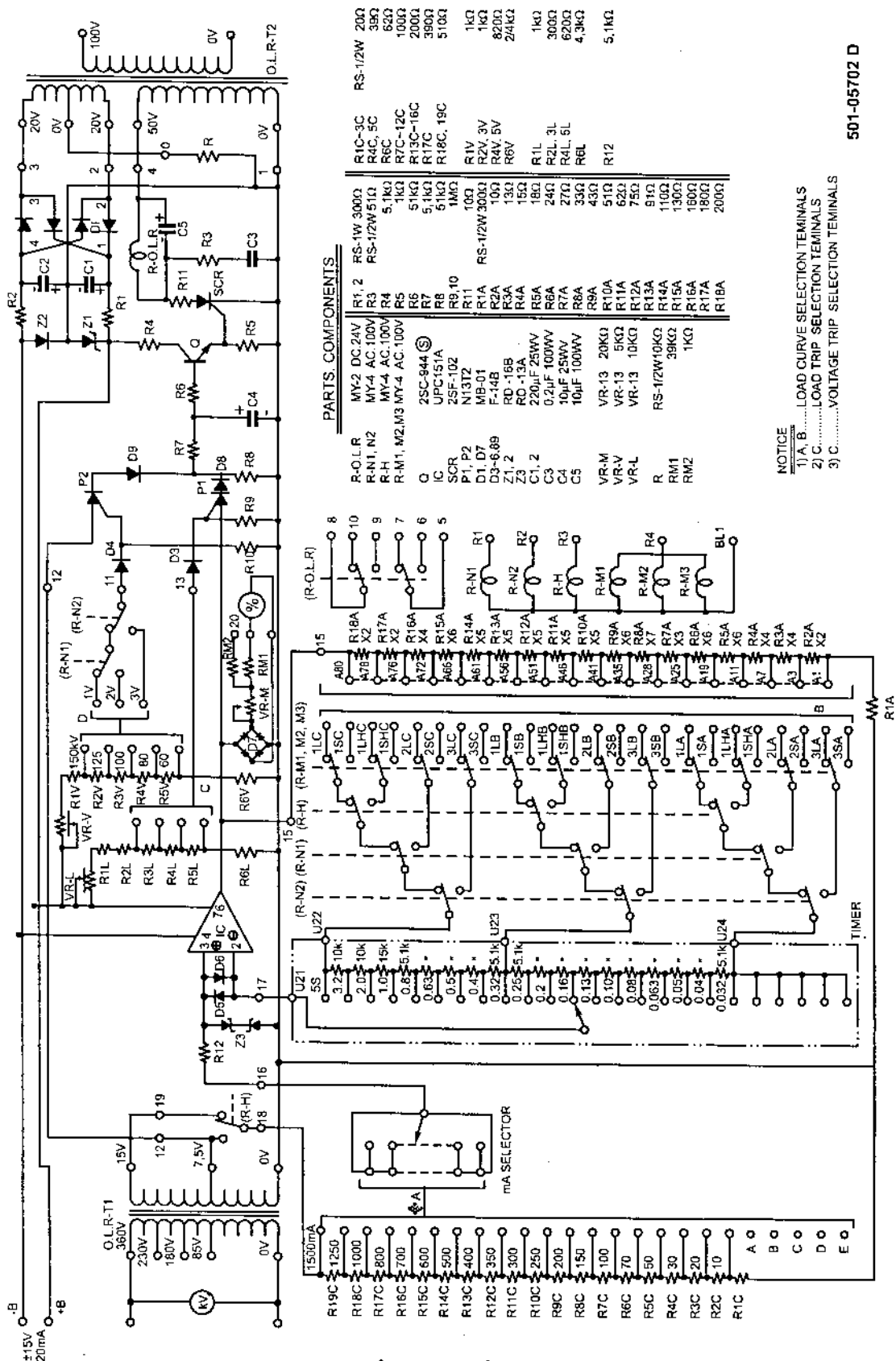
$$V_{out} = 0,03.V_{in} = (R/R_3).a.kV_p.mA \quad (V) \quad (3.3)$$

Thay giá trị H vào ta có:

$$V_{out} = (R/R_3).a.H_3 \quad (3.4)$$

Thay giá trị R, R_3 , R_2 , R_1 ở sơ đồ hình 3.14 bằng giá trị tương ứng H, H_3 , H_2 , H_1 của đồ thị hình 3.17 vào biểu thức (3.4) ta có:

$$V_{out} = (H/H_3).a.H_3 = a.H \quad (V) \quad (3.5)$$



Hình 3.18. Mạch bảo vệ quá tải máy X quang Shimadzu ED 150L.

Cũng tương tự ta có:

$$V_{out} = (H/H_2).a.H_2 = a.H \quad (V) \quad (3.6)$$

$$V_{out} = (H/H_1).a.H_1 = a.H \quad (V) \quad (3.7)$$

Đặt giá trị $kV_{p.mA} = 1/n$, giá trị cực đại cho phép là:

$$\text{Ở } 0,03s: V_{out} = (H/H_3).a.(H_3/n) = aH/n \quad (3.8)$$

Từ biểu thức (35) và (3.8) ta thấy khi điện áp vào $kV_{p.mA} = 1/n$ thì điện áp ra cũng có $1/n$. Từ hai phương trình trên ta thấy:

Nếu đồng hồ đo chỉ 100% giá trị điện áp ra $aH(V)$ được nối đến đầu ra của mạch khuếch đại thuật toán, chúng ta có thể đo điện áp này và tính ra hệ số tải của bóng. Trong thực tế, giá trị tải sử dụng chỉ đạt cao nhất là 95% khi chụp, khi chiếu đạt 70%.

VR – M: tác dụng chuẩn lại giá trị tải trên đồng hồ.

R – O.L.R: Role bảo vệ quá tải 24V=.

C₅: tác dụng chống rung cho Role.

R₃, C₃: theo dõi SCR quá áp.

R₁₁: chống quá dòng.

VR – V: điều chỉnh bảo vệ quá áp.

VR – L: điều chỉnh bảo vệ quá tải.

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

1. Các rơ le trung gian có nhiệm vụ điều khiển các quá trình làm việc của máy X quang. Đúng – Sai.
2. Mạch làm chậm quá trình chụp có nhiệm vụ tăng điện áp cho cuộn anốt quay. Đúng – Sai.
3. Mạch anốt quay có nhiệm vụ tạo ra từ trường quay cho rôtor (anốt) Đúng – Sai.
4. Khi mạch làm chậm bị hỏng máy X quang vẫn hoạt động bình thường. Đúng – Sai.

Chọn câu trả lời đúng nhất:

5. Các rơ le trung gian được dùng trong các máy X quang
Là các rơ le điện từ:

- a) Một chiều.
 - b) Xoay chiều
 - c) Cả hai loại trên.
6. Mạch làm chậm có nhiệm vụ kéo dài thời gian chuẩn bị chụp để:
- a) Anốt bóng X quang quay đạt tốc độ cực đại.
 - b) Tóc đèn bóng X quang được nung nóng đến nhiệt độ đủ phát xạ điện tử.
 - c) Là mạch giới hạn giữa hai quá trình chiếu và chụp.
 - d) Cả ba nhiệm vụ trên.
7. Thời gian làm chậm thường được sử dụng trong các máy X quang là:
- a) 0,8s.
 - b) 1,2s.
 - c) 1,5s.
8. Mạch bảo vệ quá tải trong các máy X quang có nhiệm vụ:
- a) Bảo vệ máy không quá điện áp.
 - b) Bảo vệ biến thế cao áp không quá công suất.
 - c) Bảo vệ bóng phát tia X quang không vượt quá công suất khi sử dụng.

Câu hỏi tự lượng giá:

- 9. Trình bày tác dụng của các mạch làm chậm dùng trong các máy X quang vẽ và phân tích nguyên lý làm việc của một mạch làm chậm.
- 10. Trình bày tác dụng của mạch anốt quay trong các máy X quang. Phân tích nguyên lý một mạch anốt quay.
- 11. Trình bày tác dụng của mạch bảo vệ quá tải dùng trong máy X quang. Phân tích nguyên lý làm việc một mạch bảo vệ quá tải.
- 12. Trình bày ý nghĩa của hệ số tải K_t ? Từ đó đưa ra các phương pháp bảo vệ cho bóng X quang không vượt quá công suất khi làm việc?

MẠCH CẮT THỜI GIAN CHỤP

MỤC TIÊU

- Trình bày được nhiệm vụ của các mạch cắt thời gian chụp dùng trong máy X quang.
- Phân tích được nguyên lý làm việc mạch cắt thời gian chụp dùng transistor.
- Phân tích được nguyên lý làm việc mạch cắt thời gian đóng, cắt tại pha "0".

1. NHIỆM VỤ VÀ PHÂN LOẠI MẠCH CẮT THỜI GIAN

1.1. Nhiệm vụ

Mạch định thời gian chụp (mạch cắt thời gian) là một trong những mạch phức tạp trong máy X quang. Thời gian chụp là một trong 3 thông số quan trọng của máy X quang. Nếu mạch cắt thời gian hoạt động không chính xác, hình ảnh trên film sẽ xấu, dẫn đến chẩn đoán thiếu chính xác. Mặt khác, nếu mạch thời gian không chính xác có thể làm cho công suất của bóng tăng, dẫn đến bóng quá tải. Từ những vấn đề đã nêu ở trên, chúng ta thấy mạch cắt thời gian trong các máy X quang có nhiệm vụ hết sức quan trọng. Ngoài ra mạch cắt thời gian còn phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Kết cấu mạch đơn giản, gọn nhẹ, thuận tiện cho việc sử dụng và sửa chữa.
- Đạt độ chính xác cao, giá thành thấp.

1.2. Phân loại

Để phân loại mạch cắt thời gian chụp trong máy X quang người ta có nhiều cách, tùy theo thói quen của người sử dụng và thợ sửa chữa. Ở đây, chúng ta sẽ phân loại theo cách hay được dùng nhất.

- Phân loại theo kết cấu mạch:
 - * Mạch thời gian dùng đồng hồ cơ khí.
 - * Mạch thời gian dùng đồng hồ cơ điện tử.
 - * Mạch thời gian dùng đèn điện tử (có khí).
 - * Mạch thời gian dùng transistor.
 - * Mạch thời gian dùng các mạch tổ hợp (IC).

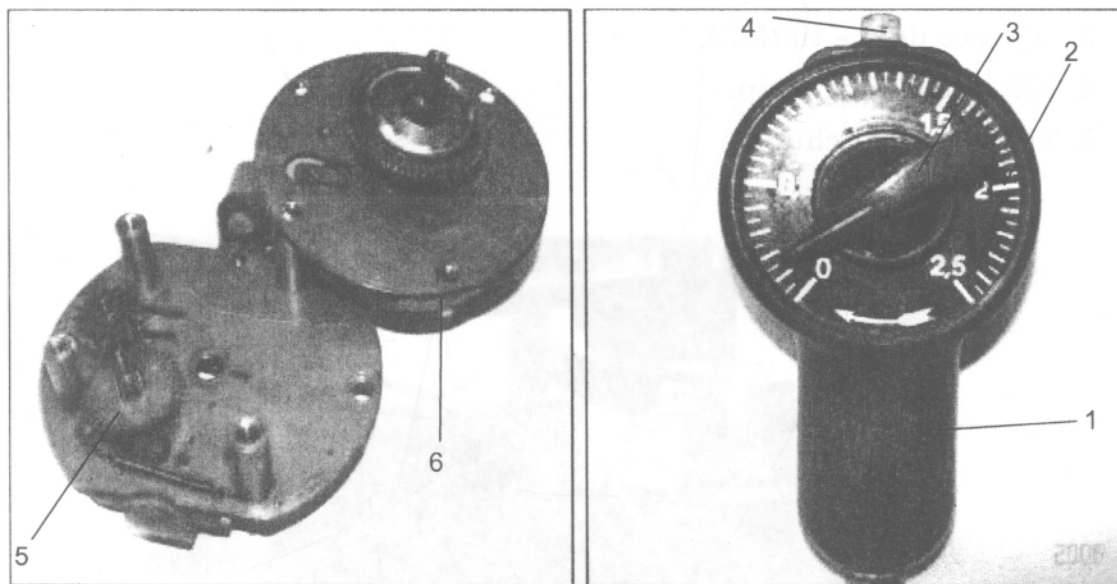
- Phân loại theo điện áp cung cấp:
 - * Mạch thời gian sử dụng điện áp xoay chiều.
 - * Mạch thời gian sử dụng điện áp 1 chiều.
- Phân loại theo điểm đóng, cắt:
 - * Mạch thời gian đóng cắt tại điểm bất kỳ của điện áp nguồn.
 - * Mạch thời gian đóng cắt tại pha “0” của điện áp nguồn.

2. MỘT SỐ LOẠI MẠCH CẮT THỜI GIAN THÔNG DỤNG

Để thực hiện mạch cắt thời gian chúng ta có nhiều cách mắc mạch. Trong phần này, chúng ta sẽ phân tích nguyên lý làm việc của một số loại mạch định thời gian đang được sử dụng trong các máy X quang thông dụng. Đây là những mạch thời gian cơ bản nhất, từ đơn giản đến phức tạp. Dựa vào nguyên lý cơ bản này chúng ta có thể áp dụng để phân tích những mạch thời gian sẽ gặp trong các máy sau này.

2.1. Mạch thời gian sử dụng đồng hồ cơ khí

2.1.1. Cấu tạo



Hình 4.1. Cấu tạo đồng hồ cơ khí.

1. Vỏ (dùng làm tay cầm).
2. Mặt số.
3. Núm xoay đặt thời gian chụp.

4. Nút bấm khởi động cho đồng hồ làm việc.
5. Bánh răng giảm tốc độ.
6. Dây cốt.

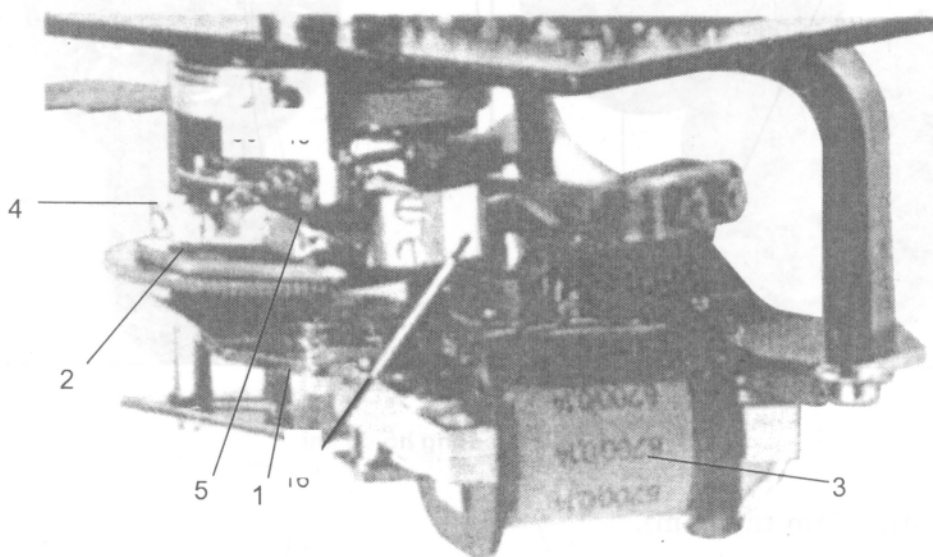
2.1.2. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của loại đồng hồ này tương tự như đồng hồ báo thức. Trên mặt số là các mốc thời gian cần thiết để người sử dụng chọn thời gian. Khi muốn sử dụng thời gian nào chúng ta xoay nút thời gian về vị trí đó. Khi xoay như vậy thì tiếp điểm chưa được đóng lại. Khi chụp ấn nút khởi động, chốt hãm bật xuống công tắc đóng lại cấp điện cho rô le cao áp làm việc, máy bắt đầu phát tia, bắt đầu tính thời gian, lúc này dây cốt bắt đầu làm việc các bánh răng quay. Hết thời gian chụp đã đặt thành gạt đẩy công tắc hở mạch, rô le đóng cao áp mất điện áp cung cấp, máy ngừng phát tia.

2.2. Mạch thời gian sử dụng đồng hồ cơ – điện tử

2.2.1. Cấu tạo

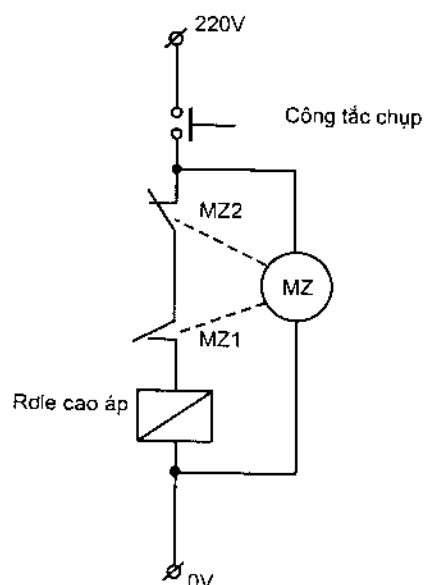
1. Trục đặt thời gian.
2. Các bánh răng giảm tốc.
3. Động cơ điện – từ (MZ).
4. Tiếp điểm đóng chụp.
5. Tiếp điểm cắt chụp.



Hình 4.2. Đồng hồ cơ – điện tử.

2.2.2. Nguyên lý làm việc

Sơ đồ mạch điện mô tả quá trình làm việc của đồng hồ cơ – điện từ. Trước hết chọn thời gian chụp thích hợp, khi bấm công tắc chụp mạch làm chậm bắt đầu hoạt động, sau khoảng thời gian $0,8 \div 1,2s$ tiếp điểm cho phép chụp MZ1 đóng lại, máy bắt đầu phát tia và cũng bắt đầu tính thời gian. Trong quá trình phát tia, mô tơ MZ vẫn được cung cấp điện áp, nó tiếp tục quay, khi hết thời gian chụp, cần gạt đẩy tiếp điểm MZ2 hở mạch, cắt điện áp cung cấp cho role cao áp kết thúc quá trình chụp.



Hình 4.3. Mạch điện đồng hồ cơ điện – từ.

2.3. Mạch thời gian dùng đèn thyatron

2.3.1. Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch (hình 4.4)

TR₁: Biến thế nguồn cung cấp cho mạch thời gian.

Gr₁: Bộ chỉnh lưu cầu.

C₁: Tụ lọc.

R₁, R₂, R₃, R₄: Bộ phân áp.

C₂, C₃: Tụ thời gian.

R₅: Điện trở hạn chế dòng lưới.

R₆: Điều chỉnh tính thời gian.

Rö₁: Đèn thyatron.

R₇ ÷ R₂₈: Thay đổi thời gian từng nấc.

S₁: Role 1 chiều cắt thời gian 110V~.

S₂: Role trung gian 220V~.

St₁: Giắc cắm nối vào máy.

2.3.2. Nguyên lý làm việc của mạch

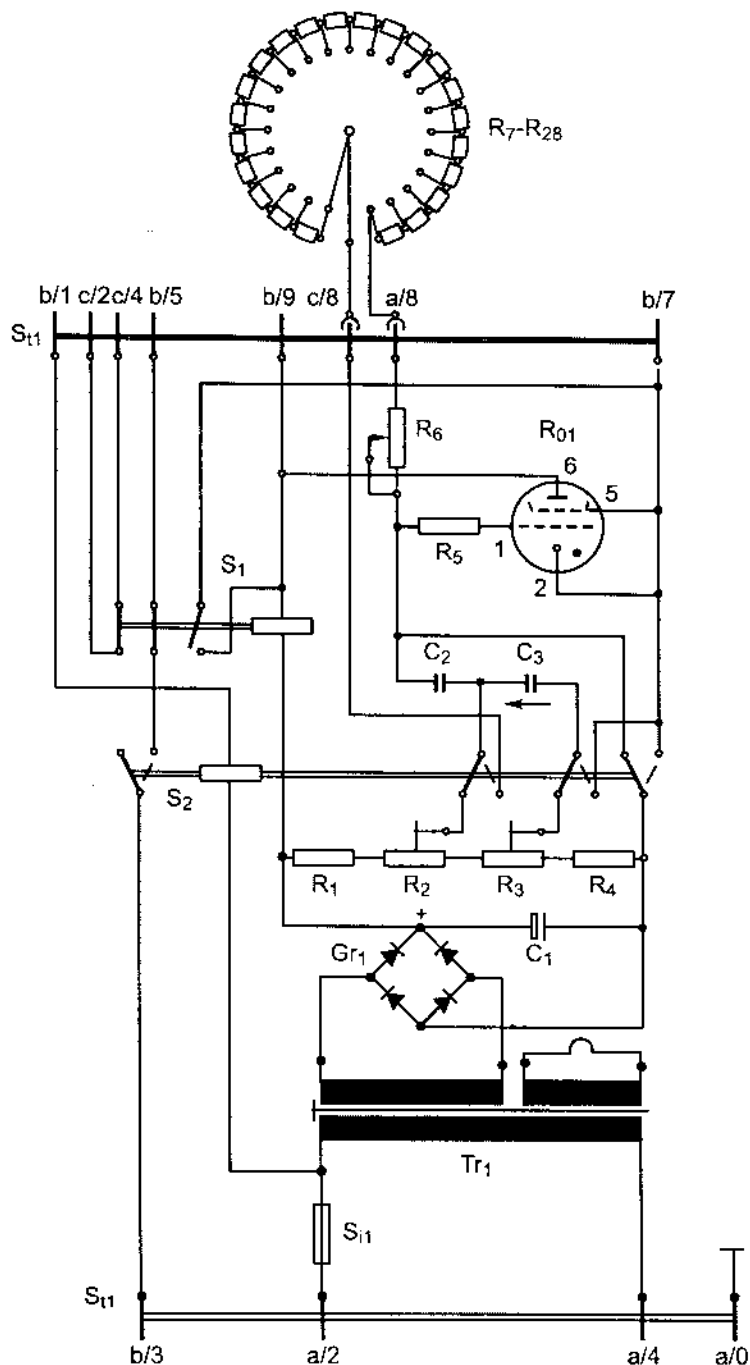
Khi đóng điện vào máy, mạch thời gian được cung cấp điện áp. Lúc này hai tụ C₂ và C₃ được nạp điện từ bộ chia điện áp R₁, R₂, R₃, R₄.

– Đường nạp cho tụ C₂:

+ $Gr_1 \rightarrow R_1 \rightarrow 1/2 R_2 \rightarrow$ tiếp điểm thường đóng $S_2 \rightarrow C_2 \rightarrow$ tiếp điểm thường đóng $S_2 \rightarrow -Gr_1$.

- Đường nạp cho tụ C_3 :

+ $Gr_1 \rightarrow R_1 \rightarrow 1/2 R_2 \rightarrow$ tiếp điểm thường đóng $S_2 \rightarrow C_3 \rightarrow$ tiếp điểm thường đóng $S_2 \rightarrow 1/2 R_3 \rightarrow R_4 \rightarrow -Gr_1$.



Hình 4.4. Sơ đồ nguyên lý mạch cắt thời gian dùng đèn thyatron.

Trong quá trình C_2 , C_3 nạp, đèn R_{01} hoàn toàn tắt vì katốt không được nối vào nguồn âm.

Khi cho máy hoạt động ở chế độ chụp, ấn công tắc chụp (không chỉ ra trong sơ đồ này), role S_2 làm việc đóng tiếp điểm cung cấp điện cho role cao áp chụp, máy bắt đầu phát tia, đồng thời lúc này tụ C_2 bắt đầu phóng điện qua tiếp điểm thường mở của S_2 lúc này đã đóng.

– Đường phóng của tụ C_2 :

+ $C_2 \rightarrow$ một trong các điện trở từ $R_7 \div R_{28} \rightarrow R_6 \rightarrow -C_2$. Lúc này đèn R_{01} vẫn hoàn toàn tắt mặc dù katốt đã được nối vào nguồn vì điện áp lưới một bị khống chế bởi điện áp âm của C_2 . Trong quá trình phóng, điện áp trên tụ giảm dần, làm cho điện áp lưới một đèn R_{01} dương dần, đến giá trị điện áp dương nào đó đèn R_{01} thông, role S_1 làm việc, tiếp điểm của S_1 cắt mạch cung cấp điện áp cho role cao áp kết thúc quá trình chụp. Thời gian chụp được tính là thời gian phóng của tụ C_2 qua điện trở định thời gian.

$$\tau = C_2 R 10^{-6} \quad (\text{s})$$

Trong đó: $C = F$ $R = 550 \text{ k}\Omega$

$$R = \Omega \quad C = 1 \text{ MF} \rightarrow \tau = 5,5 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6} = 0,5 \text{ s.}$$

Muốn thay đổi thời gian chụp ta thay đổi các điện trở từ $R_7 \div R_{28}$ và R_6 .

Trong quá trình C_2 phóng, C_3 không phóng, điện áp trên tụ C_3 có tác dụng làm cho đèn R_{01} thông ở những đoạn tuyến tính của đặc tuyến làm tăng độ chính xác của mạch.

– Phương pháp điều chỉnh điện áp nạp cho tụ C_2 và C_3 :

* Điều chỉnh điện áp nạp cho C_2 : Đặt đồng hồ ở thang 100V=, que dương đặt điểm giữa chiết áp R_2 , que âm đặt ở $-Gr_1$. Sau đó điều chỉnh chiết áp R_2 cho đến khi nào đồng hồ chỉ 70V= thì dừng lại. Ta được điện áp nạp cho C_2 .

* Điều chỉnh điện áp nạp cho C_3 : Que dương đồng hồ vẫn giữ nguyên, que âm đặt vào điểm giữa chiết áp R_3 điều chỉnh chiết áp R_3 cho đến khi kim đồng hồ chỉ 20V= thì dừng lại. Ta được điện áp nạp cho C_3 .

Chú ý: Khi điều chỉnh điện áp nạp cho C_3 không được chỉnh chiết áp R_2 vì khi chỉnh R_2 làm cho điện áp trên C_2 sẽ thay đổi.

2.4. Mạch cắt thời gian dùng transistor

2.4.1. Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch (hình 4.6)

CZT_{2.2}: Biến thế nguồn chính

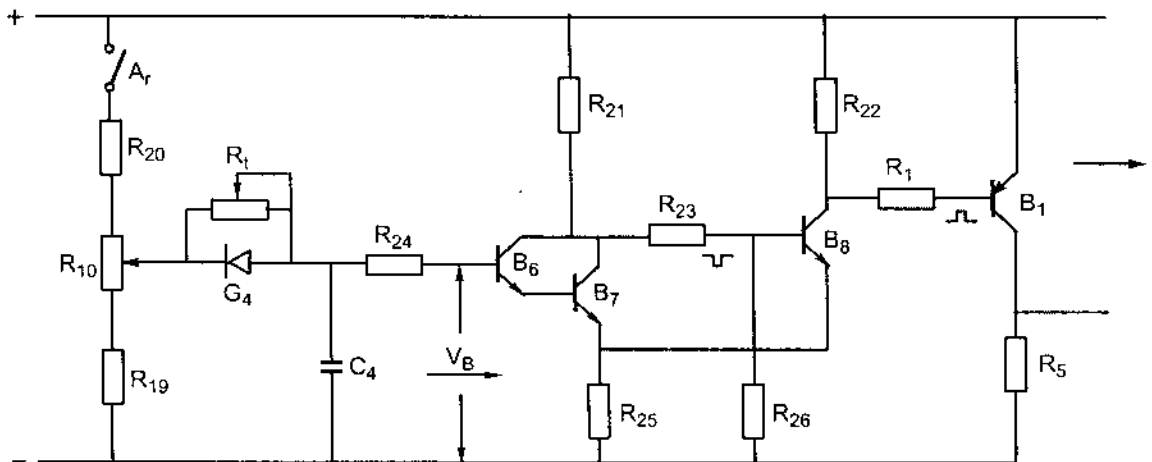
CCG₆ ÷ CCG₉: các diốt chỉnh lưu mắc theo sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu.

$CTT_{1,1}$: Biến áp xung

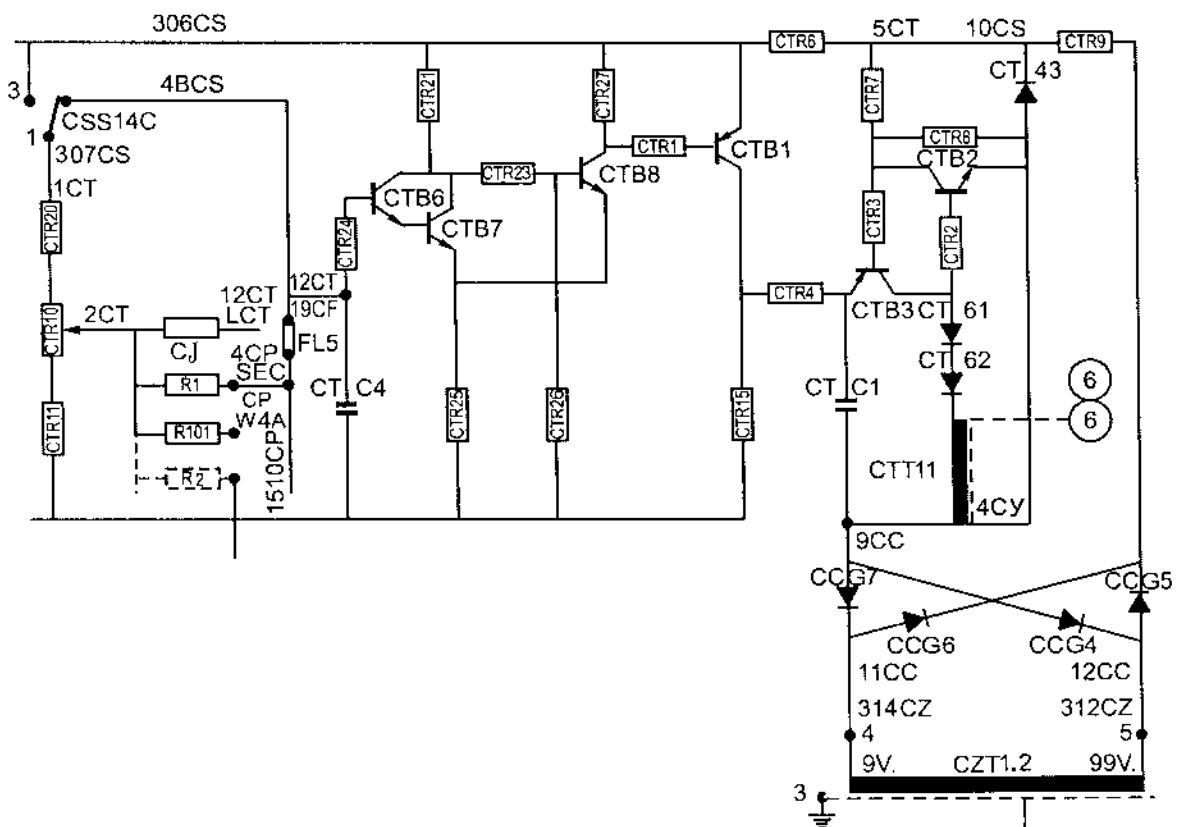
Các Transistor $CTB_1 \div CTB_8$

Ngoài ra còn các điện trở, phân áp cho các cực của transistor.

CTC_4 : tụ thời gian.



Hình 4.5. Sơ đồ nguyên lý mạch cắt thời gian dùng transistor.



Hình 4.6. Sơ đồ mạch cắt thời gian trong máy PHILIPS : DR3-T.

2.4.2. Nguyên lý làm việc

Mạch cắt thời gian chập được mắc theo kiểu mạch Triger Smit. Đặc điểm của Triger Smit là chỉ có một ngõ vào. Muốn lật trạng thái ở ngõ ra chỉ cần đặt điện áp thay đổi từ từ lên ngõ vào ở ngưỡng dương hoặc âm.

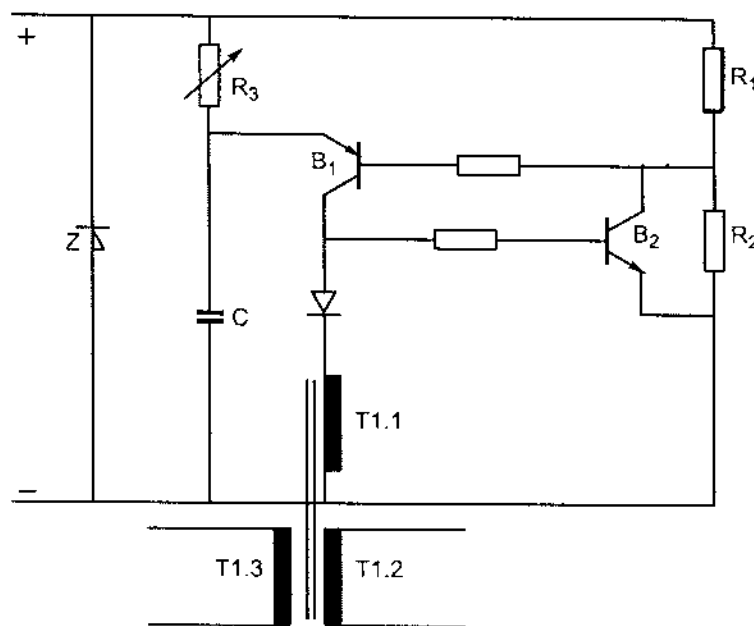
Mạch gồm các transistor CTB_6 , CTB_7 , CTB_8 . Khi đóng điện vào máy CTB_8 thông có dòng qua CTR_{25} (R_{25}) điện áp rơi trên CTR_{25} là:

$$CTR_{25} = U_{BCTB8} - U_{BECTB8}$$

$$U_{BCTB8} = U_{CTR26}$$

Để điều khiển cho CTB_6 , CTB_7 làm việc, làm cho Triger Smit lập trạng thái chúng ta cần phải kích một điện áp vào cực B của CTB_6 , điện áp này chính là điện áp nạp cho CTC_4 . Khi CTC_4 nạp đến giá trị điện áp dương nào đó CTB_6 thông $\rightarrow$ CTB_7 thông, CTB_8 tắt đầu ra của Triger Smit có xung kích cho mạch tạo điện áp kích mở cho 2 thyristor cao áp.

– Mạch tạo xung mỗi đóng cho rơle CSS_{13} (hình 4.7).



Hình 4.7. Sơ đồ nguyên lý mạch tạo xung mỗi.

Mạch gồm 2 transistor B_1 , B_2 được nối đến nguồn tạo xung gồm R_3 và C . Điện áp từ bộ chia R_1 , R_2 được đưa vào cực B của B_1 lớn hơn điện áp cực E của B_1 vì vậy bình thường đèn này không dẫn điện. Khi tụ C nạp đến một

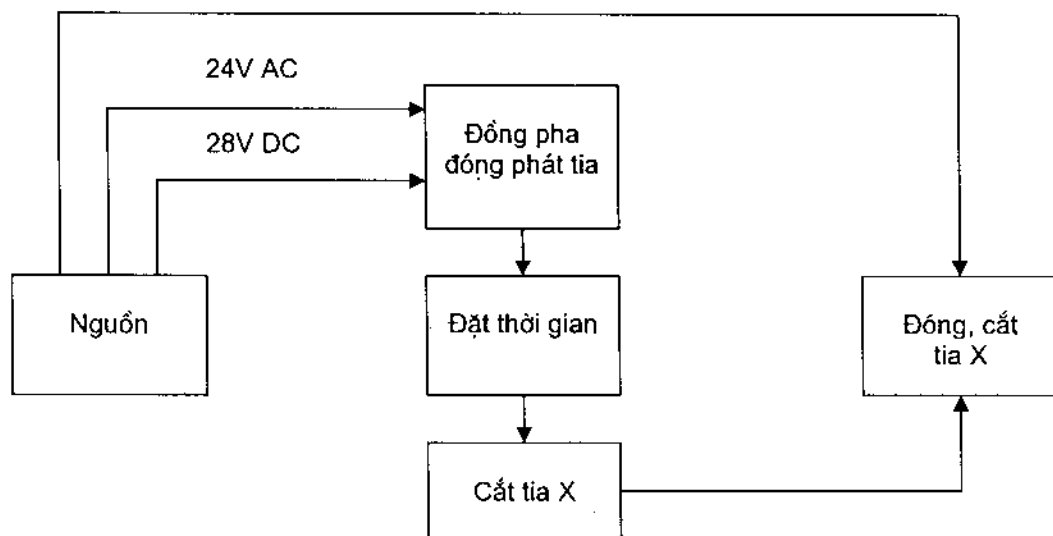
điện áp dương nào đó, điện áp dương này đặt vào cực E của B_1 làm cho điện áp cực E của B_1 lớn hơn điện áp cực B của B_1 đèn này dẫn điện có xung qua biến thế $T_{1.1}$ và được cảm ứng qua 2 cuộn thứ cấp $T_{1.2}$ và $T_{1.3}$, xung này điều khiển thyristor CTG₈ để đóng cho role phụ cao áp CSS₁₃. Khi role phụ cao áp làm việc máy bắt đầu phát tia. Mạch cắt thời gian chụp này được sử dụng trong các máy X quang của hãng PHILIPS. Transistor B_1 là transistor CTB₃ trong sơ đồ thực tế. Biến áp xung $T_{1.1}$ là biến áp CTT_{1.1} trong sơ đồ thực tế.

2.5. Mạch thời gian đóng cắt pha "0"

2.5.1. Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch

Sơ đồ khối gồm các khối:

- Nguồn cung cấp
- Mạch đồng pha
- Đặt thời gian
- Cắt mạch khi hết thời gian phát tia
- Đóng, cắt tia X.



Hình 4.8. Sơ đồ khối mạch thời gian đóng cắt pha (0).

2.5.2. Nguyên lý làm việc các khối

- Nguồn cung cấp: Gồm biến thế TR₁, điện áp vào 220V điện áp ra là 25V được chỉnh lưu nhờ cầu H₁. Mặt khác nó cũng được chỉnh lưu nhờ H₂, H₃

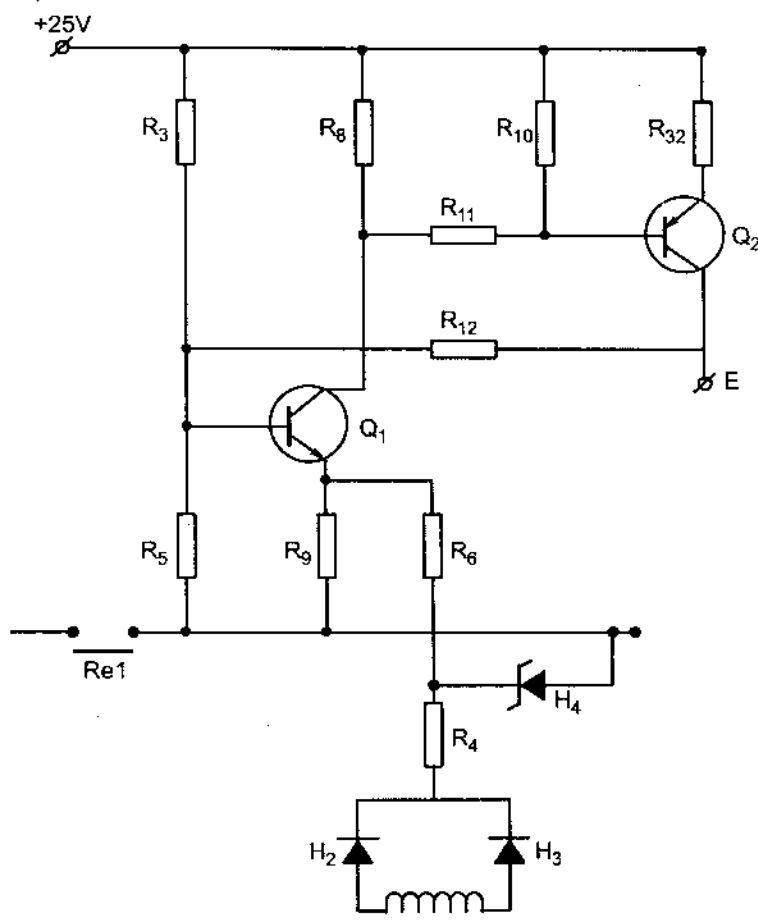
thành chuỗi xung 1/2 chu kỳ và được hạn chế biên độ bởi điốt Zene H_4 thành chuỗi xung gần vuông có biên độ 5,6V, chuỗi xung này làm tín hiệu định pha cho mạch thời gian làm việc.

– Mạch đồng pha (hình 4.9):

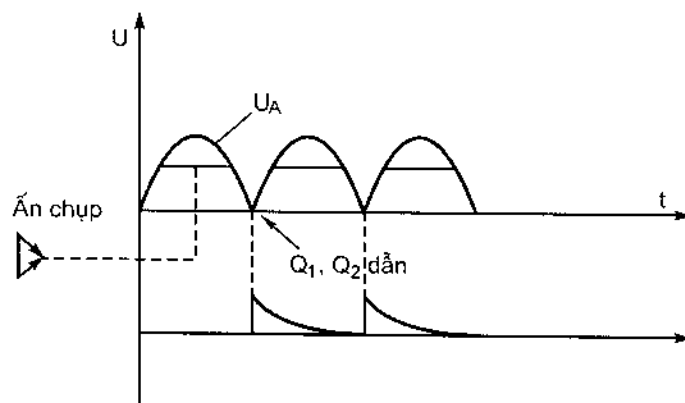
Khi ấn công tắc chụp, role Re_1 hoạt động, tiếp điểm của nó đóng mạch cung cấp điện cho mạch thời gian. Khi đó chuỗi xung vuông qua phân áp R_6 , R_9 tạo ra điện áp (+) trên R_9 cực E của Q_1 , mặt khác điện áp +25V qua mạch phân áp R_3 , R_5 tạo ra điện áp trên R_5 bằng 1V nhưng ngược chiều với điện áp trên R_9 .

Do vậy: Q_1 tắt, $U_{BEQ1} = U_{R5} - U_{R9} \neq 0$. Vì Q_1 tắt không có dòng qua R_8 nên $\Rightarrow U_{R8} = 0 \Rightarrow Q_2$ cũng tắt. Điện áp ở điểm E lúc này bằng 0.

Khởi thời gian chưa cho đóng cao áp chụp chỉ khi tại thời điểm biên độ chuỗi xung vuông 0V $\Rightarrow U_{R9} = 0 \Rightarrow U_{BEQ1} = U_{R5} = 1V \Rightarrow Q_1$ dẫn điện $\Rightarrow$ kéo theo Q_2 dẫn điện. Nhờ có sự sụt áp trên R_8 kết quả nguồn +25V thông qua R_{32} và Q_2 cấp điện cho điểm E.



Hình 4.9. Sơ đồ mạch đồng pha.



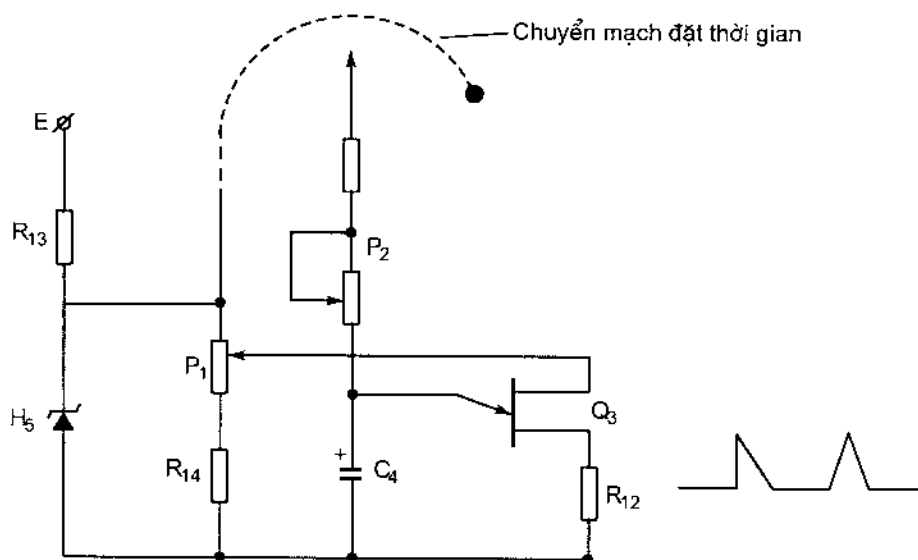
Hình 4.10. Đồ thị làm việc mạch đồng pha.

Mặt khác thông qua mạch hồi tiếp dương R_{12} , R_5 duy trì Q_1 tiếp tục thông không phụ thuộc vào điện áp trên R_9 nữa. Tóm lại có thể xem Q_2 như là một công tắc.

Q_1 điều khiển công tắc này và chỉ thông khi nguồn AC biến thiên qua điểm 0V đầu tiên kể từ khi ấn công tắc chụp.

– Mạch đặt thời gian chụp (hình 4.11):

Gồm mạch ổn áp R_{13} , diốt Zene H_5 điện áp ổn định 15V DC cấp cho mạch phóng nạp RC.



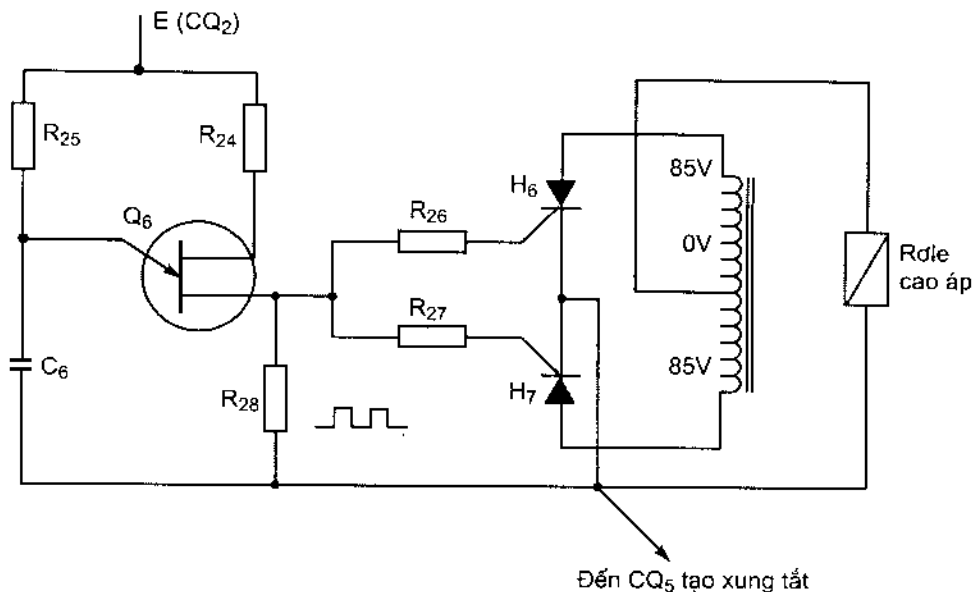
Hình 4.11. Sơ đồ mạch đặt thời gian chụp.

Mạch phân áp gồm R_{14} , chiết áp P_1 để điều chỉnh chính xác điện áp mở cho UJT Q_3 , P_1 là chiết áp chuẩn thời gian dài 5s.

Mạch tạo xung trễ gồm Q_3 , C_4 , P_2 và dây điện trở định thời gian để đặt thời gian phát tia. Tại thời điểm $U_E = 25V$, tia X phát ra bắt đầu tính thời gian, tụ C_4 được nạp tốc độ nhanh, thời gian dài hay ngắn phụ thuộc vào vị trí dây điện trở được chọn nhờ chuyển mạch thời gian.

Khi U_{C_4} đạt tới giá trị U_P của $Q_3 \Rightarrow Q_3$ thông $\Rightarrow$ tụ C_4 phóng qua mạch gồm tiếp giáp E – B của Q_3 và R_{12} tạo nên xung kim (xung rất nhọn), nó được dùng để điều khiển mạch kết thúc quá trình chụp. Khi kết thúc quá trình chụp tiếp điểm Re_1 ngắt mạch tụ C_4 đảm bảo chính xác cho các lần chụp tiếp theo. Thời gian chụp được tính là thời gian nạp của tụ C_4 .

– Mạch điều khiển đóng rơle cao áp (hình 4.12):



Hình 4.12. Sơ đồ mạch điều khiển đóng rơle cao áp.

Mạch gồm:

* Mạch tạo chuỗi xung môi.

* Mạch tạo xung môi gồm: mạch dao động tự do UJT Q_6 , C_6 , R_{24} , R_{25} , R_{28} . Khi $U_E = 25V$ nó tạo ra chuỗi xung kim có chu kỳ lặp lại 1ms thông qua các điện trở hạn chế R_{26} và R_{27} kích cho hai thyristor H_6 , H_7 dẫn dòng điện cho rơle cao áp hoạt động. Sơ cấp cao áp được cung cấp điện áp.

* Mạch điều khiển role cao áp: gồm 2 thyristor H_6 , H_7 role cao áp. Khi 2 thyristor H_6 , H_7 thông có dòng qua cuộn dây role cao áp, role này làm việc sơ cấp cao áp có điện.

– Mạch cắt tia X khi hết thời gian chụp (hình 4.13):

Gồm mạch đa hài hai trạng thái ổn định Q_5 thông, Q_4 tắt và ngược lại.

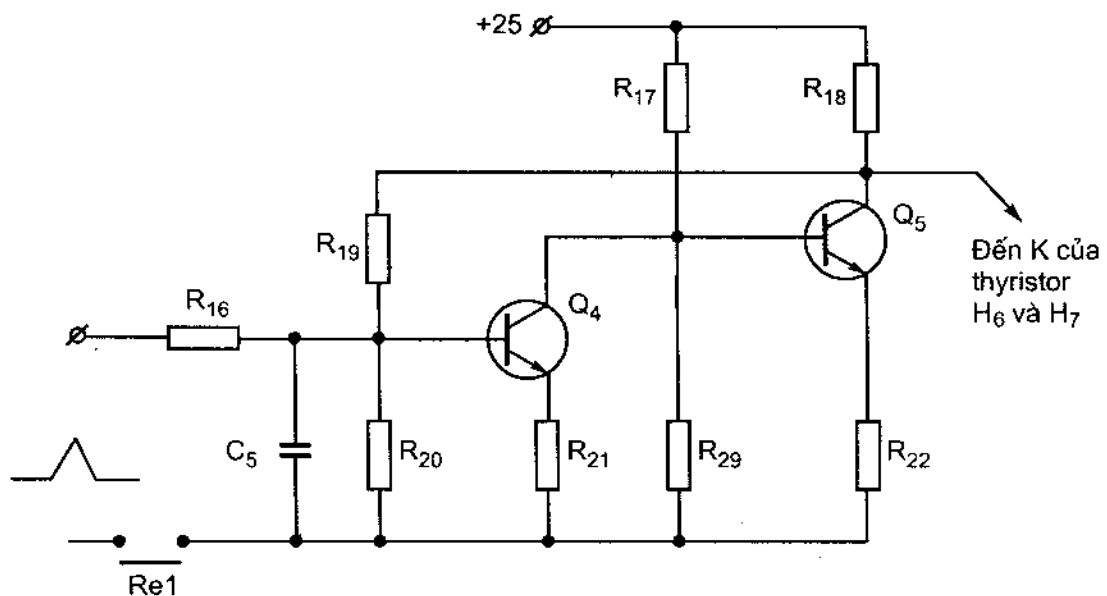
Ngay khi role Re_1 hoạt động Q_5 thông, nhờ phân áp R_{17} , R_{29} tạo ra điện áp cực B của Q_5 khoảng 8V do đó điện áp cực C của $Q_5 \neq 0 \Rightarrow Q_5$ thông.

Mặt khác nó nối đất cho mạch tạo xung mỗi Q_6 làm role cao áp hoạt động, đồng thời nó làm Q_4 tắt vì điện áp cực B của $Q_4 = 0$.

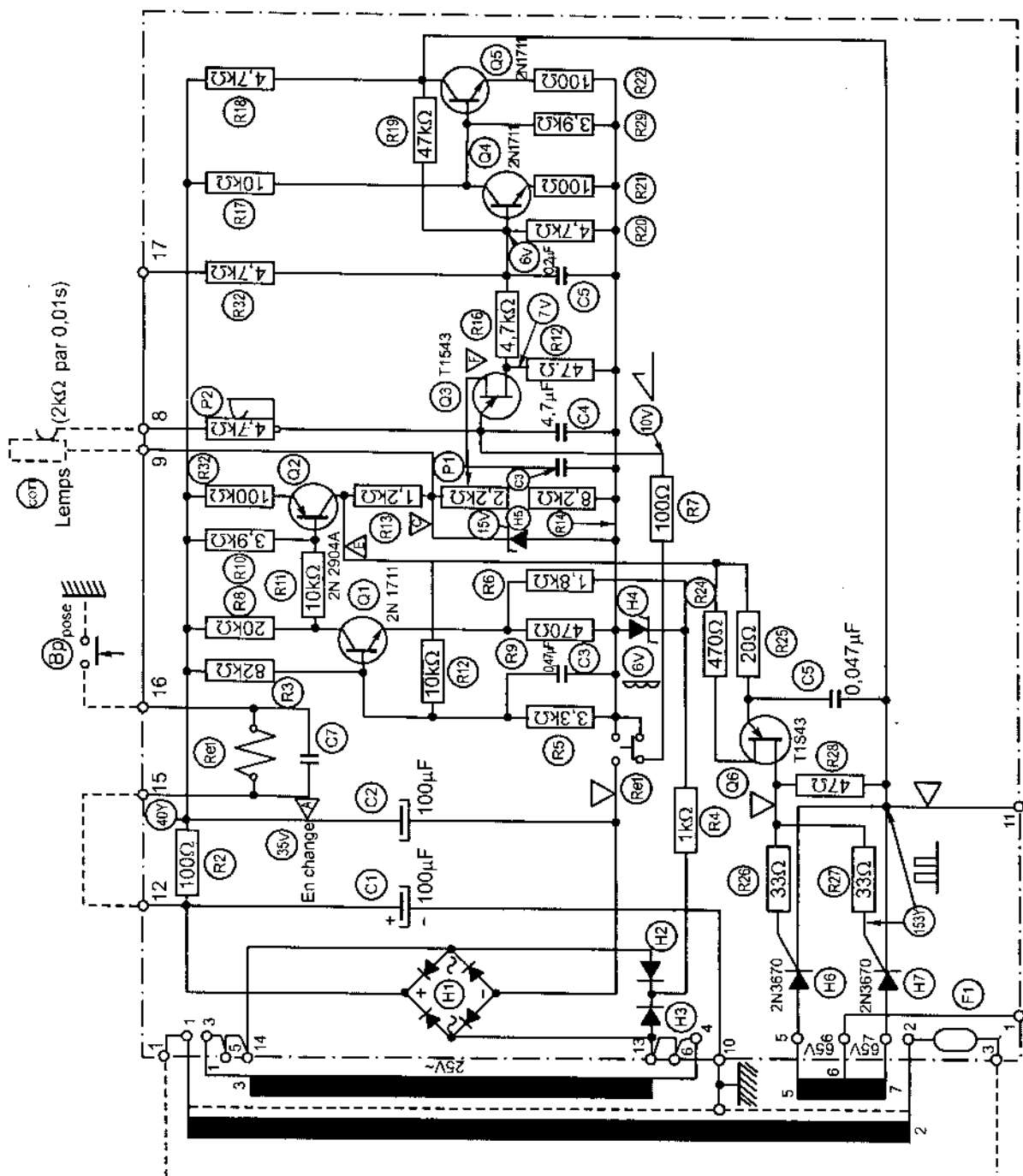
Cuối giai đoạn phát tia khi một xung kim xuất hiện trên R_{12} được sửa dạng nhờ R_{16} , C_5 rồi đặt vào bazơ Q_4 làm cho Q_4 lật trạng thái, từ tắt đến thông tạo nên sụt áp trên R_{17} .

Điện áp cực B của $Q_5 < 0,6V \Rightarrow Q_5$ tắt cắt mạch cấp điện cho mạch tạo xung mỗi. Kết thúc quá trình chụp, lúc này điện áp cực C của $Q_5 = 25V$ DC thông qua R_{19} về Q_4 duy trì cho Q_4 thông. Tia X chỉ ngừng phát tại thời điểm điện áp nguồn AC = 0V, thời gian được tính là một số chẵn lần 1/2 chu kỳ.

Đây là mạch đa hài hai trạng thái ổn định, ngay khi Re_1 đóng, Q_5 thông nhờ phân áp R_{17} , R_{29} tạo ra điện áp cực B của $Q_5 \approx 8V$ do đó điện áp cực C của $Q_5 \neq 0 \Rightarrow Q_5$ thông. Một mặt nó nối đất cho mạch tạo xung mỗi Q_6 role cao áp hoạt động máy bắt đầu phát tia và cũng làm cho Q_4 tắt vì điện áp cực B của $Q_4 = 0V$.



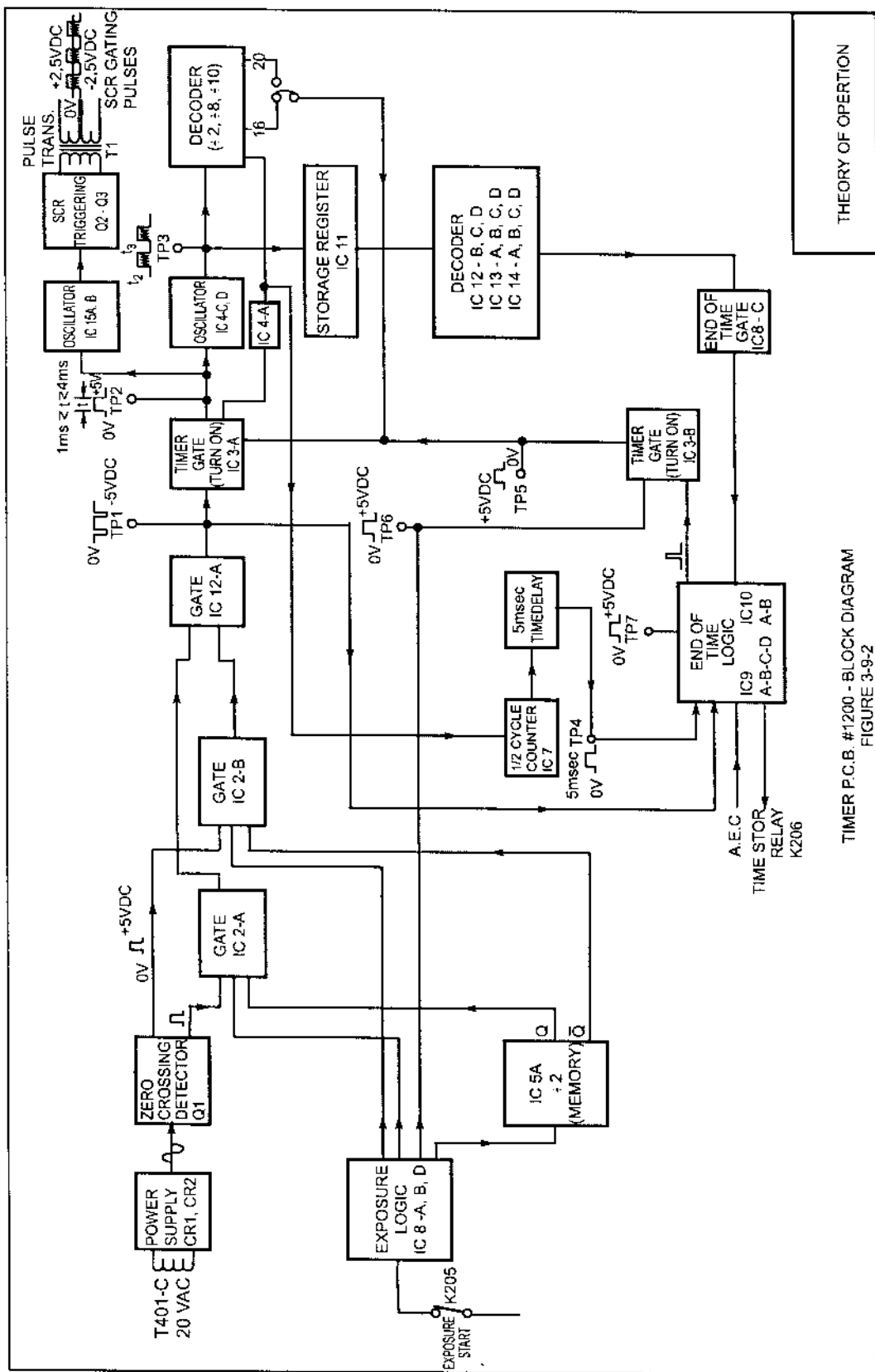
Hình 4.13. Mạch kết thúc thời gian chụp.



Hình 4.14. Sơ đồ mạch thời gian đóng cắt pha "0" sử dụng trong các máy hằng CGR.

2.6. Mạch thời gian sử dụng các phần tử logic cơ bản

2.6.1. Sơ đồ khối của mạch (hình 4.15)



TIMER P.C.B. #1200 - BLOCK DIAGRAM
FIGURE 3-9-2

THEORY OF OPERATION

Hình 4.15. Sơ đồ khối của mạch.

2.6.2. Nguyên lý làm việc của các khối (xem hình 4.16, 4.17)

* Mạch logic qua “0”

Điện áp 20V được lấy từ cuộn T401-C của biến thế tự ngẫu (Đầu dây 5-8 của bảng đấu TB-402). Điện áp cuộn T401-C được lấy chuẩn “theo dõi đóng điểm 0”.

Q_1 là transistor theo dõi đóng điểm “0” được cấp xung điều khiển từ F404, R_1 , CR_2 của mạch. Ở 1/2 chu kỳ xung dương được đưa đến cực bazơ transistor Q_1 làm cho nó thông. Q_1 thông làm cho đầu vào IC_1-B bình thường đang ở mức cao $\rightarrow$ mức thấp.

IC_1-B là mạch NAND đầu ra sẽ $\rightarrow$ mức cao. Chu kỳ này là sự lặp lại như 1/2 chu kỳ xung dương đặt vào bazơ transistor Q_1 . Xung ở đầu ra IC_1-B dẫn đến tụ C_2 dạng sóng như chỉ ra ở mỗi thời gian đầu ra IC_1-B biến đổi từ thấp đến cao. Điều này có liên quan đến “điểm qua 0” và xung có độ rộng khoảng chừng 1ms. Khi nó xuất hiện ở đầu vào IC_1-C ở mức thấp và đầu ra ở mức cao, xuất hiện xung 1ms như chỉ ra ở chân 10 của IC_1-C . Xung dương này được dẫn đến chân 5 của IC_2-A . IC_2-A là mạch NAND có 3 cổng vào và 3 cổng vào có yêu cầu phải trùng nhau (phù hợp) trước khi đầu ra đạt được điều mong muốn. Điều đó có thể quan sát được trên sơ đồ 3 chân của IC_5-A , ở đây có dữ liệu của Flip - Flop cung cấp hai đầu ra Q và $\bar{Q}$, sự phân chia có hai chức năng và mạch nhớ.

Tuỳ thuộc vào đầu ra của EXPOSURE logic IC_8 cung cấp đến đầu Clock 5 của IC_5-A trên sơ đồ chúng ta thấy xung âm xuất hiện ở đầu TP_1 do sự luân phiên ở 1/2 chu kỳ xung dương cung cấp đến đầu vào IC_2-A và IC_2-B . Đạt được điều này $IC_{12}-A$ đóng mạch bởi đầu ra của IC_2-A và IC_2-B (luân phiên từ cao $\rightarrow$ thấp). Chúng được đóng mạch bởi đầu ra Q và $\bar{Q}$ của IC_5-A cho đến khi cả 2 nhận được dạng sóng đầu vào 20V AC từ T401-C.

Mạch song song IC_1-A và IC_1-D xuất hiện xung dương ở đầu 11 của IC_1-D trong khi 1/2 chu kỳ này transistor Q_1 không dẫn điện. Có thể thấy rằng một trong 3 đầu vào của mạch NAND ($IC_2-A + B$), luôn luôn ở mức cao cho đến khi xung dương xuất hiện cung cấp ở thời gian t_1 .

Khi role K205 hoạt động $\rightarrow$ đóng mạch cho bộ thời gian hoạt động (điều này có thể quan sát được ở đầu đo TP_6). Ba đầu vào của IC_2-A , IC_2-B từ mức cao $\rightarrow$ mức thấp tuỳ thuộc vào chế độ ở đầu ra Q và $\bar{Q}$ của IC_5-A . Đầu ra Q và $\bar{Q}$ xác định khi nào role K205 hoạt động như “clock” đầu vào, IC_5-A có chức năng như bộ nhớ. Nếu Q ở mức cao sau 1 lần chụp, nó sẽ ở mức thấp ở

lần chụp tiếp theo và tiếp đến Q ở mức thấp → sau một lần chụp nó lại ở mức cao.

*** EXPOSURE LOGIC**

Sự điều khiển chụp được bắt đầu từ tủ điều khiển và được thực hiện do IC₈-A, B, D. Khi tiếp điểm 1-7 của role K205 mở ra trong thời gian chụp (khi anốt quay đạt tốc độ cực đại, mức cao sẽ đặt vào đầu 12, 13 của IC₈-D). Đồng thời lúc này tụ C₁ cũng được nạp → đầu 1 của IC₈-A. Mức thấp sẽ đặt vào đầu 5 của IC₈-B (IC₈-A và IC₈-B có dạng S-R Flip-Flop), đầu ra 4 của IC₈-B tiến đến mức cao cùng thời gian đầu ra IC₈-A ở mức thấp. Mức cao từ đầu ra IC₈-B đưa đến một đầu ra của IC₈-A. Mức thấp từ đầu ra của IC₈-A qua C₁₂ đến đầu vào của 8 trigger IC₃-B.

*** Mạch dao động, giải mã và mạch điện trở**

Mạch dao động bao gồm: IC₄-C, IC₄-D, R₅, R₆, C₄ tạo ra các xung 1ms. Khi đầu 8 của IC₄-C ở mức cao. Như đã nói ở trên điểm này sẽ ở mức cao hoặc thấp luân phiên nhau đến đầu ra của "Mạch logic qua 0". Xung này (xem dạng sóng ở TP₂) sẽ xuất hiện ngay tín hiệu xung 1ms ở TP₃, xuất hiện 16 xung cho mỗi chu kỳ, khi tủ điều khiển sử dụng điện áp cung cấp tần số 60Hz, 16 xung thu được bởi sự cung cấp tín hiệu của xung 1ms đưa vào hệ chia hai giải mã IC₅-B, mỗi xung khác nhau được dẫn đến đầu ra 12(Q) → đầu 14 của bộ giải mã IC₆, ở đây luôn luôn có 8 xung xuất hiện, như vậy sẽ ảnh hưởng đến giới hạn hoạt động của hai bộ giải mã. Xung ra xuất hiện ở đầu 9 của IC₆ luôn luôn 16 xung. Đây là xung có mức cao cung cấp đến mức ngưỡng chân 2 của IC₃-A. Đây là nguyên nhân đầu ra 5 của IC₃-A tiến tới mức thấp, bằng cách đó tạo ra 16 xung 1ms. Khi các xung đi qua điểm "0" tiếp theo dẫn đến chân 6 trigger IC₃-A → đầu ra 5 tiến đến mức cao và đóng mạch cho mạch tạo xung trở lại. Đây là sự xuất hiện trở lại tiếp diễn cho đến khi thời gian được chọn ở chuyển mạch. Từ sơ đồ chúng ta thấy chuỗi xung tạo ra lại được đưa đến chân 11 của bộ giải mã IC₅-B đồng thời cũng đưa đến chân 10 của IC₁₁ (kho điện trở). Bằng cách chọn thời gian đầu ra kho điện trở được nối trực tiếp đến chuyển mạch thời gian hoặc qua cổng AND (các IC giải mã IC₁₂, IC₁₃, IC₁₄), chuỗi xung được tính bằng giá trị điện trở và khi số lượng xung yêu cầu đến điện trở mức thấp xuất hiện ở đầu ra phù hợp và cung cấp cho mạch NAND đệm IC₈-C trực tiếp hoặc gián tiếp qua cổng AND đã chọn (phụ thuộc vào việc chọn thời gian).

Đầu ra IC₈-C xuất hiện mức thấp ở đầu 6 trigger IC₁₀-A khởi động trước khi "kết thúc thời gian" và cắt mạch logic.

*** Đóng và cắt mạch logic**

IC₃-A và IC₃-B điều khiển đóng và cắt bộ tạo dao động (IC₄-C và IC₄-D), IC₁₅-A và IC₁₅-B các IC được sử dụng có thể có khả năng hoặc không có khả năng ở 3 cách khác nhau:

1. Bằng mạch logic chụp và role K205 nó có thể xoay dưới sự điều khiển của người vận hành.

2. Bằng cách khởi động mạch thời gian chụp.

3. Bằng cách điều khiển chụp tự động.

– TRIGGER: Khi xung dương ở mức thấp gửi đến → đầu ra ở mức cao và ở mức này cho đến khi trigger điều khiển mức cao.

– Ngưỡng: Khi mức cao gửi đến, đầu ra tiến tới mức thấp và giữ lại mức này cho đến khi xung của trigger khác gửi đến.

– RESET (sự tái lập lại):

Khi mức cao gửi đến chức năng của bộ chia là tự do, nhưng nếu ở mức thấp đặt vào reset đầu ra sẽ tiến đến mức thấp và giữ ở mức thấp cho đến khi xung trigger đặt vào ở mạch TIMER, RESET và THRESHOLD đầu vào sử dụng kết thúc quá trình chụp bằng các phương pháp sau:

+ Mạch thời gian

+ Photo thời gian

+ Thời gian logic.

Sơ đồ nối mạch chỉ ra rằng bắt đầu thời gian chụp (t_1) mức cao xuất hiện ở TP₆ đặt vào chân 10 (RESET) của IC₃-B chân 12 (THRESHOLD) sẽ ở mức thấp, khi ở mức thấp xung từ tụ C₁₂ đặt vào chân 8 (TRIGGER) và đầu ra chân 9 sẽ ở mức cao (quan sát được ở TP₅). Mức cao này sẽ dẫn đến RESET chân 4 của IC₃-A điều này cho phép đầu ra chân 5 của nó ở mức cao. Khi đầu ra của IC₁₂-A (dạng sóng quan sát được ở TP₁) dẫn đến chân 6 (TRIGGER) của IC₃-A. Khi đầu ra của mạch này ở mức cao (quan sát TP₂) cả hai dao động đều có khả năng.

Xung ở mức thấp từ tụ C₁₂ cũng dẫn đến Flip – Flop (IC₇-B và IC₇-D) làm cho nó có khả năng (xuất hiện chậm hơn 5ms ở trạng thái sau).

*** Thời gian cuối và cắt mạch logic**

Mạch thời gian có thể chia thành 2 phần:

1. Cắt mạch ở 1/120s đã chọn.

2. Cắt mạch ở thời gian bất kỳ so với 1/120s.

– Khi đặt thời gian 1/120s điều khiển chụp xung âm từ chân 3 của IC₄-A

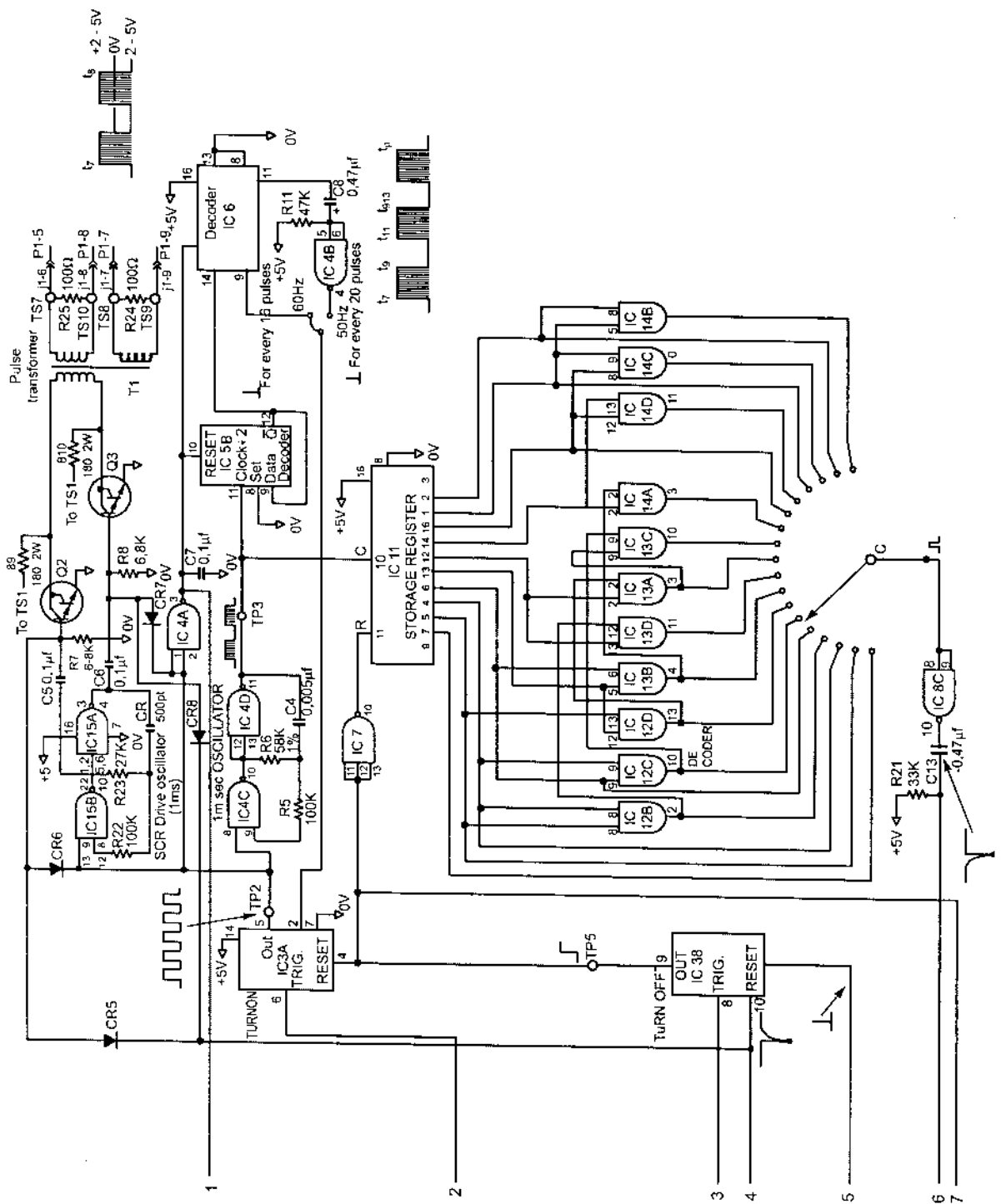
qua điểm "0" thứ nhất dẫn đến chân 13 của Flip – Flop (IC_7-B và IC_7-D) trở lại mạch Trigger làm chậm 5ms (IC_7-C và IC_7-A), xung dương có độ rộng 5ms (xem dạng sóng ở TP_4) dẫn đến đầu vào IC_9-D đầu ra của nó đặt vào mạch logic cuối thời gian IC_9-A . Khi ở chân 12 và 13 của IC_9-D ở mức cao, mức thấp xuất hiện ở hai chân của IC_9-A , ở đây mức thấp được đặt vào chân 1 của nó, sự tồn tại thu được từ đầu ra $IC_{12}-A$ (đầu ra của mạch logic qua "0") xuất hiện ở mức cao ở chân 9 của IC_9-C . Khi mức cao ở đầu ra $IC_{10}-A$ (TP_7) được dẫn đến chân 8 của IC_9-C đầu ra chân 10 sẽ ở mức thấp dẫn đến đầu vào IC_9-B chân 5 với mức thấp từ mạch điều khiển chụp tự động (A.E.C). Đầu ra 4 xuất hiện xung dương thời gian tồn tại rất ngắn ở chân 12, mức ngưỡng của IC_9-B (THRESHOLD). Đầu ra của mạch này tiến đến mức thấp → kết thúc quá trình chụp. Những vấn đề đặt được như sau:

a. Mức thấp được đặt vào chân 4 của IC_9-A (TURN ON – IC) cắt đầu ra 5 (TP_2). Đây là sự cắt dao động (1ms và SCR).

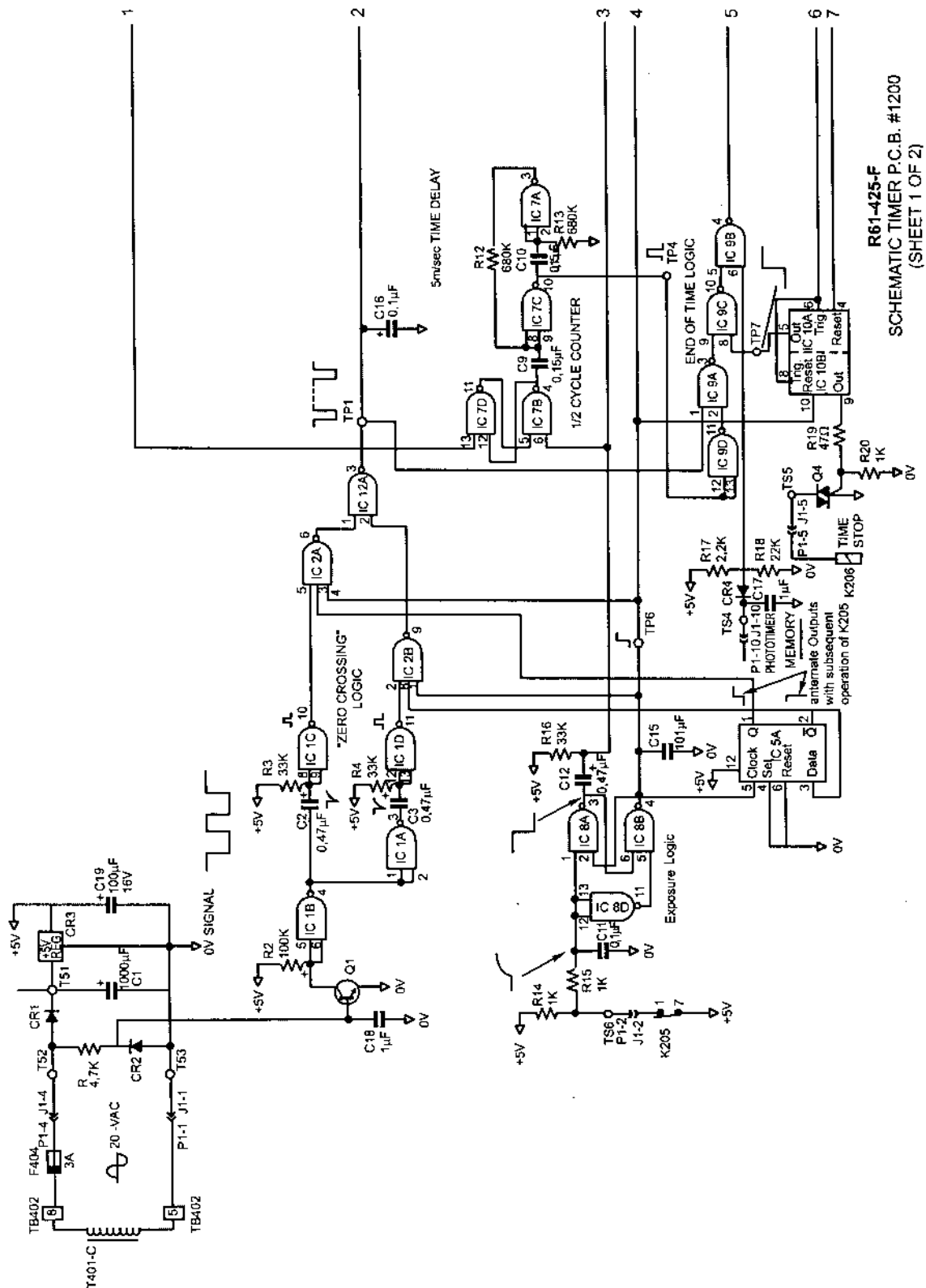
b. Mức thấp được đặt vào chân 11, 12, 13 của IC_2 , đầu ra 10 của IC_2 ở mức cao được dẫn đến chân 11 của IC_{11} (kho điện trở) lấy ra ở đó cho thời gian chụp tiếp theo.

c. "Trigger of" chân 8 của $IC_{10}-B$ ở mức thấp và đầu ra cung cấp mức cao cho sự hoạt động "TIMESTOP" role K206 qua TRIAC Q_4 .

– Cho mọi thời gian đã chọn khác 1/120s, sự cắt mạch về cơ bản giống như đã giải thích ở phần (1) ngoại trừ cuối thời gian được điều chỉnh hoàn hảo bởi IC_{12} , IC_{13} , IC_{14} và không có sự phối hợp của giải mã và mạch làm chậm thời gian như ở 1/120s. Sự khác nhau chức năng chính là "5ms làm chậm" của mạch logic "END OF TIME". Mạch làm chậm không có chức năng quan trọng như ở 1/120s. Trong khoảng thời gian dài đã chọn đầu vào IC_9-D sẽ ở mức thấp sau 5ms qua điểm "0" thứ nhất và sẽ ở mức thấp này cho đến lần chụp tiếp theo. Mức thấp được dẫn đến chân 12, 13 của IC_9-D sinh ra mức cao ở đầu ra chân 2, ở đây với mức thấp hoặc cao ở TP_1 (luân phiên nhau quan sát TP_2) đến lúc đầu ra của mạch logic qua "0" sẽ luôn luôn sinh ra mức cao ở IC_9-A . Mức cao này sẽ dẫn đến chân 9 của IC_9-C tạo nên mức thấp ở đầu ra, mức cao xuất hiện ở TP_7 (sau khi giải mã ở Trigger $IC_{10}-A$) dẫn đến chân 8 của IC_9-C . Mức thấp chân 10 của IC_9-C được đưa đến chân 5 của IC_9-B với mạch A.E.C đưa vào chân 6 đầu ra 4 của IC_9-B có xung xem trên hình vẽ. Đây là sự hoạt động của quá trình cắt mạch logic đã giải thích ở phần (1). Có thể thấy rằng việc cắt mạch xảy ra ở điểm "0" như ở đầu ra từ TP_1 xuất hiện luân phiên mức cao và mức thấp là yêu cầu xuất hiện mức thấp → kết quả thu được xung t_n từ đầu ra 4 của IC_9-B .



Hình 4.16. Sơ đồ mạch cắt thời gian sử dụng các mạch logic.



Hình 4.17. Sơ đồ mạch cắt thời gian sử dụng các mạch logic.

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

1. Mạch cắt thời gian có nhiệm vụ định thời gian phát tia cho máy X quang. Đúng – Sai.
2. Khi tăng giảm thời gian phát tia không làm thay đổi công suất bóng X quang. Đúng – Sai.
3. Để chụp các bộ phận di động KTV thường chọn thời gian phát tia dài. Đúng – Sai.
4. Mạch cắt thời gian điện tử tiêu thụ công suất ít hơn mạch bán dẫn. Đúng – Sai.

Chọn câu trả lời đúng nhất:

5. Mạch cắt thời gian chụp thường được phân loại theo các cách:
 - a) Theo phần tử phi tuyến dùng trong mạch.
 - b) Theo điện áp cung cấp cho phần tử cắt thời gian.
 - c) Điểm đóng cắt của rơ le cao áp.
 - e) Cả ba cách trên.
6. Mạch cắt thời gian chụp đóng, cắt tại pha (0) là:
 - a) Cho rơ le cao áp đóng, cắt ở điểm bất kỳ của điện áp nguồn.
 - b) Cho rơ le thời gian hoạt động ở pha (0) của điện áp nguồn.
 - c) Cho rơ le cao áp đóng, cắt tại pha (0) của điện áp nguồn.
7. Mạch cắt thời gian phải đạt được yêu cầu:
 - a) Độ bền và độ chính xác của mạch.
 - b) Đơn giản, dễ sử dụng.
 - c) Thuận tiện khi sửa chữa.
 - e) Giá thành thấp.

Các câu tự lượng giá:

8. Trình bày nhiệm vụ của mạch cắt thời gian chụp dùng trong máy X quang? Phương pháp phân loại mạch cắt thời gian.
9. Phân tích tác dụng các linh kiện, nguyên lý làm việc mạch cắt thời gian dùng transistor.
10. Trình bày ưu điểm của mạch cắt thời gian chụp, đóng, cắt tại pha "0". Phân tích nguyên lý làm việc mạch cắt thời gian chụp trong máy X quang của hãng CGR.
11. Phân tích nguyên lý làm việc mạch cắt thời gian chụp dùng các mạch logic cơ bản.

KHỐI TẠO CAO ÁP VÀ BÓNG X QUANG

MỤC TIÊU

- Trình bày được nhiệm vụ của khối tạo cao áp trong các máy X quang.
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý hoạt động của bóng X quang anốt cố định. Sự khác và giống nhau giữa bóng X quang anốt cố định và anốt quay.
- Vẽ và phân tích được nguyên lý làm việc một số mạch chỉnh lưu cao áp (mạch cầu, mạch 3 pha cả sóng).

1. BÓNG PHÁT TIA X QUANG

Bóng phát tia X quang là linh kiện thiết yếu trong các máy X quang, nó làm việc dựa trên nguyên lý biến đổi năng lượng từ dạng này sang dạng khác.

Một chùm tia điện tử đang chuyển động nhanh, khi gặp phải vật cản sẽ đột ngột giảm tốc độ. Tại thời điểm này, động năng của chùm tia điện tử sẽ chuyển đổi: Phần lớn thành nhiệt năng khoảng 99%, chỉ 0,1% là biến thành tia X.

1.1. Bóng X quang anốt cố định

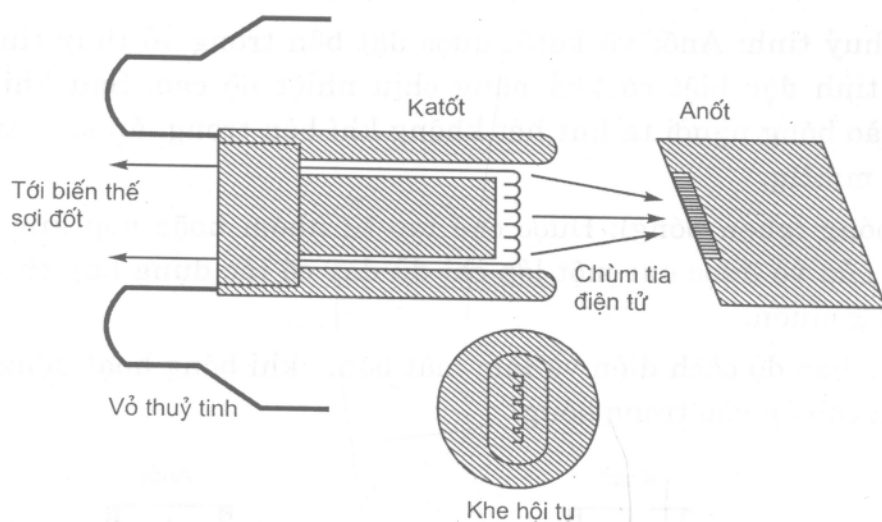
1.1.1. Cấu tạo

- Katốt: là nguồn bức xạ điện tử. Katốt thường được chế tạo bằng wolfram quấn theo hình lò xo mục đích để tăng diện tích bức xạ điện tử. Xung quanh katốt có ống kim loại bao bọc, nó có tác dụng bảo vệ katốt không cho các ion dương về bắn phá katốt, kéo dài tuổi thọ katốt đồng thời hướng các điện tử về anốt. Sợi đốt được định vị rất chắc chắn vào khe hội tụ. Katốt có hai loại:

+ Hội tụ đơn

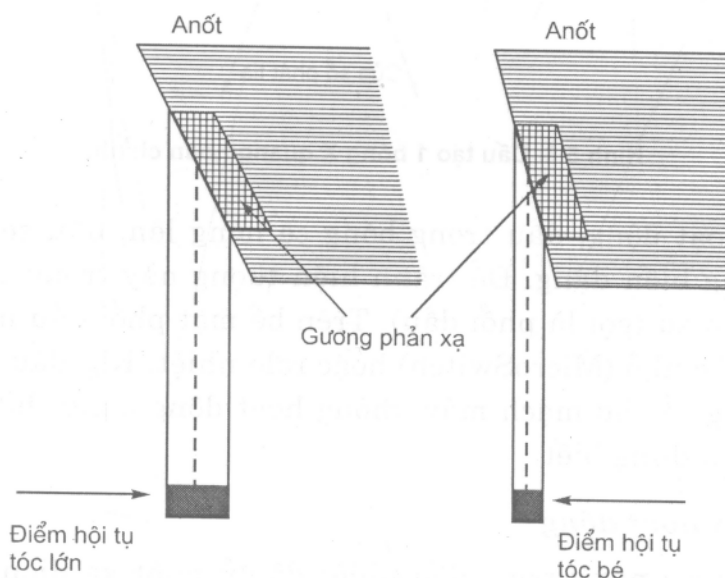
+ Hội tụ kép.

Loại hội tụ kép gồm có hai sợi đốt đặt trong hai khe hội tụ khác nhau. Hai khe này được bố trí kề nhau trong mặt phẳng đứng hoặc ngang. Thường người ta gọi loại bóng X quang hội tụ kép là bóng có 2 tóc đốt. Tóc bé có công suất bé dùng trong các xét nghiệm các chi tiết mỏng. Tóc lớn dùng cho các xét nghiệm các chi tiết dày.



Hình 5.1. Cấu tạo bóng X quang anốt cố định.

– Anốt: là vật cản chắn trên đường đi của chùm tia điện tử. Diện tích nơi chùm tia điện tử bắn vào gọi là điểm hội tụ – đó chính là nguồn phát ra tia X. Anốt thường được làm bằng đồng để toả nhiệt nhanh. Trên bề mặt anốt được gắn một gương phản xạ bằng wolfram, đây là nơi chùm tia điện tử bắn vào để tạo ra tia X quang. Anốt được đặt nghiêng một góc khoảng $15^\circ \div 20^\circ$ so với mặt phẳng đứng, góc nghiêng của anốt quyết định diện tích hội tụ chùm tia điện tử.

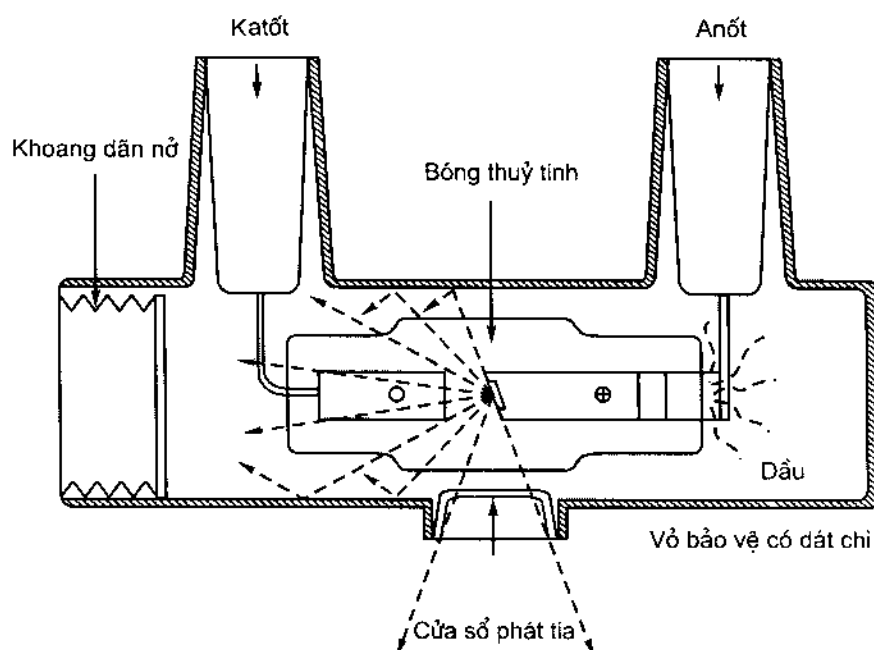


Hình 5.2. Độ nghiêng khác nhau của 2 anốt.

– Vỏ thủy tinh: Anốt và katốt được đặt bên trong vỏ thủy tinh. Đây là loại thủy tinh đặc biệt có khả năng chịu nhiệt độ cao. Sau khi đặt anốt và katốt vào bóng người ta hút hết không khí bên trong, áp suất trong bóng $10^{-6} \div 10^{-7}$ mmHg.

– Vỏ bóng (ghen bóng): Được chế tạo từ nhôm hoặc hợp kim nhôm, bề mặt trong của vỏ được dát một lớp chì đủ dày có tác dụng hấp thụ các tia X không mong muốn.

Để đảm bảo độ cách điện và làm mát bóng, khi bóng hoạt động, người ta đổ đầy dầu cao áp vào trong bóng.



Hình 5.3. Cấu tạo 1 bóng X quang hoàn chỉnh:

Khi bóng hoạt động, dầu trong bóng sẽ nóng lên, dầu sẽ dẫn nở có thể làm cho vỏ bóng biến dạng. Để tránh hiện tượng này trong bóng có khoang dẫn nở bằng cao su (gọi là phễu dầu). Trên bề mặt phễu dầu người ta thường gắn một công tắc nhỏ (MicroSwitch) hoặc role nhiệt. Khi dầu nóng quá, phễu dầu sẽ đẩy công tắc hở mạch máy không hoạt động đồng thời phát tín hiệu báo cho người sử dụng biết.

1.1.2. Nguyên lý hoạt động

Khi katốt được nung nóng đến nhiệt độ đủ phát xạ điện tử, tại bề mặt katốt sẽ bức xạ ra các điện tử. Khả năng bức xạ của katốt phụ thuộc vào nhiệt độ (dòng nung katốt) và diện tích bề mặt phát xạ (cấu trúc katốt).

Đám mây điện tích âm bao quanh katốt, do các điện tử tạo nên gọi là điện tích không gian.

Khi đặt một hiệu điện thế vào giữa anốt và katốt, trong đó anốt mang điện thế dương thì điện tử sẽ chuyển động về phía anốt và tạo nên dòng điện chạy trong bóng X quang có chiều từ anốt về katốt.

Nếu chúng ta duy trì nhiệt độ katốt ở một giá trị nào đó (do dòng sợi đốt quyết định) thì số lượng điện tử bức xạ ra ở katốt sẽ không đổi. Khi tăng dần điện thế anốt, số lượng điện tử dịch chuyển về anốt sẽ tăng theo làm dòng qua bóng tăng, đây là trạng thái làm việc chưa bão hoà. Ở trạng thái này dòng điện và điện áp của bóng X quang còn phụ thuộc vào nhau.

Khi điện áp anốt tăng đến một giá trị mà tại đó toàn bộ số điện tử bức xạ được hút hết về anốt, lúc này bóng X quang làm việc ở trạng thái gọi là bão hoà. Ở trạng thái này dòng điện và điện áp không phụ thuộc nhau. Đây là trạng thái làm việc thực tế của bóng X quang. Tuy vậy, trong thực tế không phải lúc nào cũng đạt được trạng thái này.

Ví dụ: Số lượng điện tử bức xạ ở katốt là không thay đổi, ứng với dải điện áp 70 kV ÷ 90kV bóng làm việc ở chế độ bão hoà nhưng khi dải điện áp <70kV bóng lại phải làm việc ở chế độ điện tích không gian. Để giải quyết vấn đề này trong các máy X quang người ta phải thiết kế mạch bù điện tích không gian sao cho khi thay đổi điện áp anốt trong dải nhất định dòng qua bóng không thay đổi. Trong bóng X quang anốt cố định, chùm tia điện tử luôn bắn vào 1 điểm hội tụ trên bề mặt anốt làm cho nhiệt độ tại điểm này tăng lên đáng kể, điều này hạn chế công suất của bóng X quang. Để tăng công suất cho bóng X quang người ta đã chế tạo ra bóng X quang có anốt quay. Chùm tia điện tử bắn phá anốt không phải trên một điểm cố định mà trên cả hình vành khăn làm cho điện tích phát xạ tia X nhỏ hơn điện tích tản nhiệt rất nhiều. Đây chính là ưu điểm của bóng anốt quay.

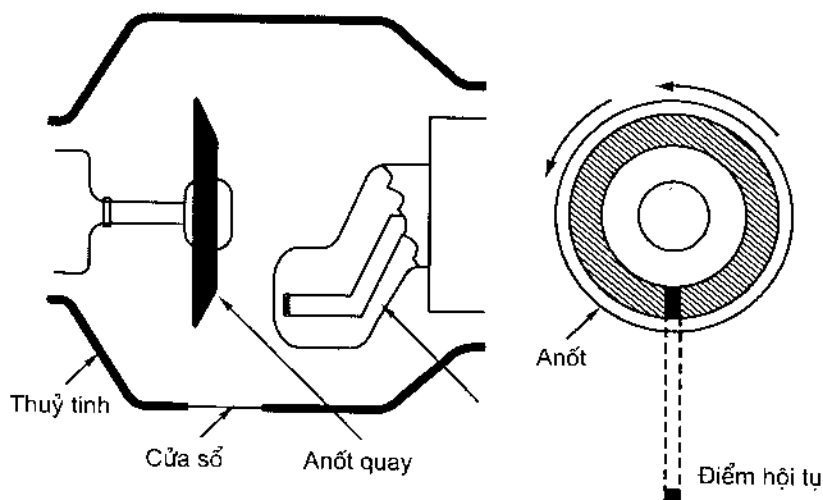
1.2. Bóng X quang anốt quay

* Cấu tạo:

Bóng X quang anốt quay được minh họa trên hình 5.4.

Về cấu tạo nó cũng có những bộ phận tương tự như bóng X quang anốt cố định. Katốt cũng có hai loại là: hội tụ đơn và hội tụ kép.

Sự khác biệt giữa bóng X quang anốt cố định và bóng X quang anốt quay là cấu tạo của anốt.

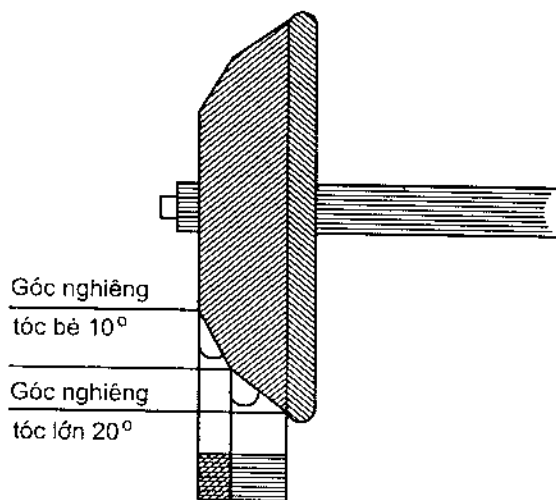


Hình 5.4. Bóng X quang anốt quay.

Đúng như tên gọi “Bóng X quang anốt quay”, trong khi làm việc anốt không đứng yên mà quay với tốc độ $3.000 \div 9.000$ vòng/phút. Tốc độ quay của anốt phụ thuộc vào tần số nguồn điện cung cấp cho stato.

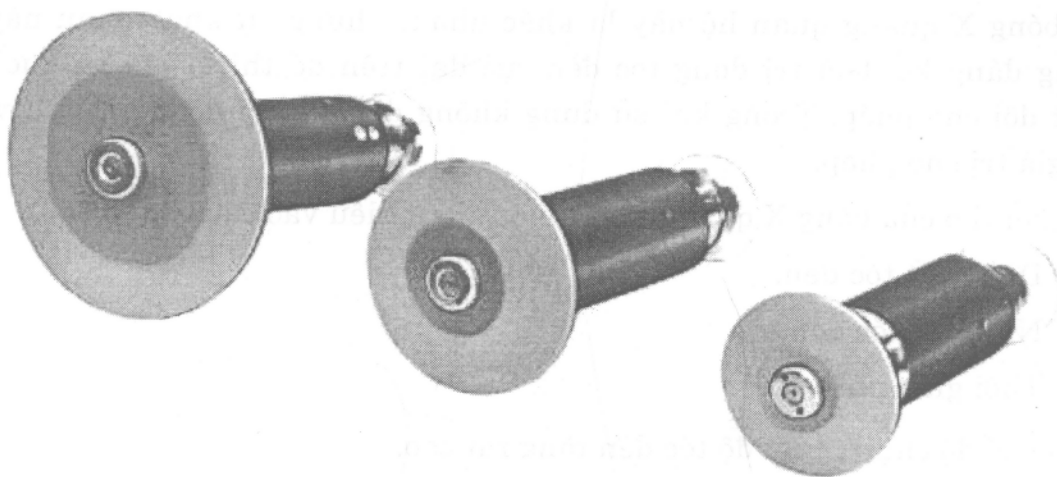
- Tần số nguồn: 50 – 60Hz; tốc độ quay anốt là: 2.500 – 3.000 vòng/phút.
- Tần số nguồn: 150 – 180Hz; tốc độ quay anốt là: 7.500 – 9.000 vòng/phút.

Anốt có cấu tạo hình đĩa tròn bằng wolfram hoặc molipden. Đĩa này được gắn vào trục rôto của anốt. Mặt đĩa anốt không phẳng mà nghiêng một góc so với mặt phẳng đứng, góc nghiêng từ $10^\circ \div 20^\circ$ tùy theo từng loại bóng.



Hình 5.5. Cấu tạo anốt, bóng X quang anốt quay.

Trục của roto có gắn 2 vòng bi đặc biệt. Bóng X quang anốt quay được sử dụng trong các bóng X quang có công suất trung bình và công suất lớn.



Hình 5.6. Hình dạng các loại anốt quay.

* Các tham số của bóng X quang

– Điện áp đặt anốt (kV): Chỉ số kV ghi trên bóng là giá trị điện áp định cực đại $100kV_{\max}$; $125kV_{\max}$; $150kV_{\max}$. Giá trị này phụ thuộc vào độ chân không trong bóng.

– Dòng qua bóng: Dòng qua bóng có liên quan trực tiếp đến công suất của bóng phát tia. Trên bóng X quang thường người ta ghi tiêu điểm của bóng, từ tiêu điểm ta suy ra công suất cực đại của bóng, có những nước ghi trực tiếp công suất trên bóng.

Ví dụ:

+ Bóng X quang Toshiba E7239X focus: 0,6; 1,2mm:

Tiêu điểm bé: 0,6mm công suất 21kW.

Tiêu điểm lớn: 1,2mm công suất 43kW.

+ Bóng X quang Liên Xô 2–30 БД 11–150: Bóng này là loại hội tụ kép có 2 tóc đốt.

Tóc bé: công suất 2kW.

Tóc lớn: công suất 30kW.

+ Bóng X quang Shimadzu 0,7/1,2U161C–25:

Tiêu điểm bé: 0,7mm công suất 14,4kW.

Tiêu điểm lớn; 1,2mm công suất 23kW.

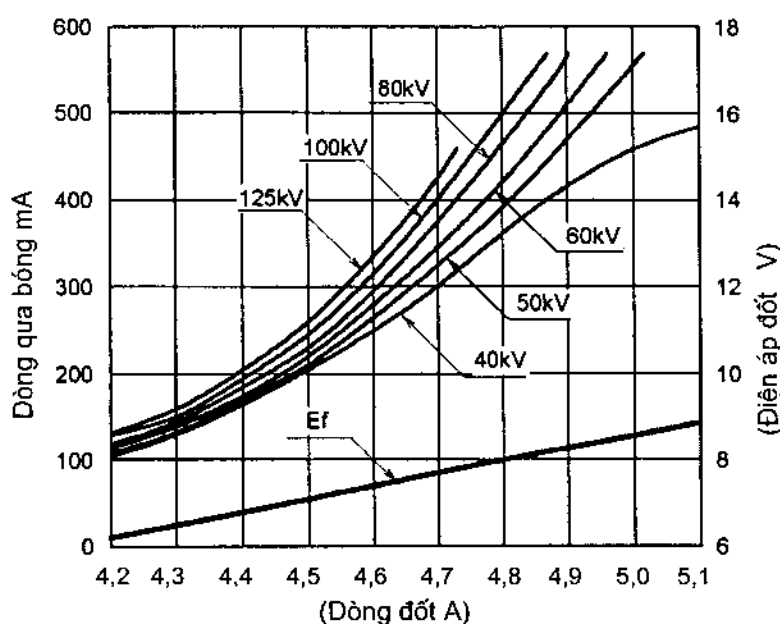
* Đặc tính tóc đèn bóng X quang

Là quan hệ giữa điện áp đốt tóc (U_d) và dòng đốt tóc (I_d): $U_d = f(I_d)$. Ở mỗi loại bóng X quang quan hệ này là khác nhau, nhưng sự khác nhau này là không đáng kể. Giá trị dòng tóc đèn cực đại trên đồ thị là giá trị cực đại tuyệt đối cho phép. Trong khi sử dụng không điều chỉnh dòng tóc đèn vượt quá giá trị cho phép.

Tuổi thọ của bóng X quang phụ thuộc khá nhiều vào các yếu tố sau:

- + Dòng đốt tóc đèn.
- + Nhiệt độ tóc đèn.
- + Thời gian phát tia.

Ở chế độ chụp nhiệt độ tóc đèn tăng rất cao.

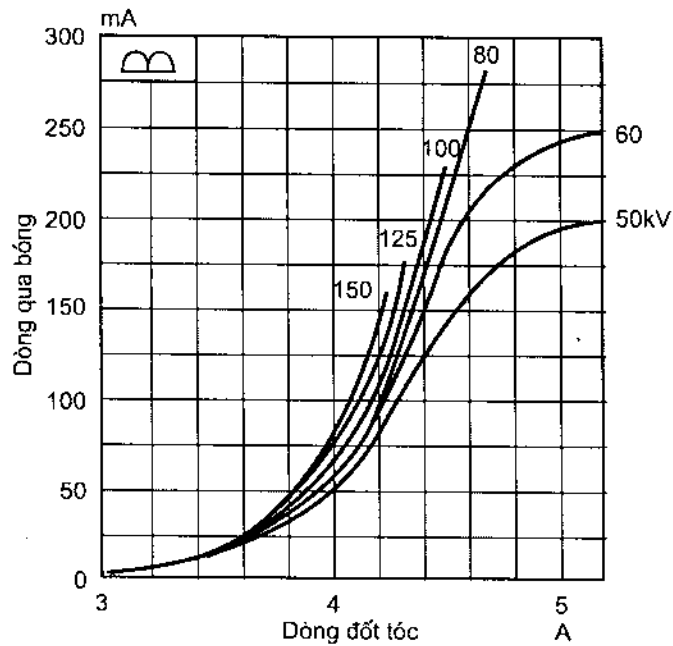


Hình 5.7. Đồ thị biểu diễn điện áp đốt và dòng đốt.

Trong quá trình sử dụng kim loại volfram bốc hơi làm cho độ chân không trong bóng giảm dẫn đến tóc đèn sẽ cháy. Để kéo dài tuổi thọ cho bóng X quang dải hoạt động dòng tóc đèn kể cả giá trị cao, giá trị thấp cần được điều chỉnh hết sức cẩn thận. Với cách làm này sẽ kéo dài được tuổi thọ của tóc đèn.

* Đặc tính phát xạ

Đặc tính phát xạ là quan hệ giữa dòng đốt tóc và dòng qua bóng X quang với các giá trị điện áp trên anốt là không đổi.



Hình 5.8. Đặc tuyến phát xạ.

Khi điện áp trên bóng tăng, dòng qua bóng tăng theo mặc dù dòng đốt là không đổi. Muốn cho dòng qua bóng không thay đổi ứng với các giá trị kV khác nhau ta phải thay đổi dòng đốt theo các giá trị kV tương ứng. Chúng ta có các mạch bù, mạch bù ở đây không phải là bù theo chiều tăng mà còn bù theo chiều giảm.

* Đặc tính về nhiệt

Lượng nhiệt dự trữ hoặc độ giữ nhiệt của bóng được định nghĩa là HU (Heat Unit) hoặc là J (Joule).

kV: là điện áp cực đại đặt lên bóng phát tia.

mA: là dòng qua bóng phát tia.

Đối với các mạch chỉnh lưu, chỉnh lưu một pha nửa sóng, chỉnh lưu một pha cả sóng.

$$HU = kV \cdot mA \cdot s$$

$$HU/s = kV \cdot mA$$

Đây là thông số quan trọng của bóng X quang.

– Đối với các bóng có dòng 200 ÷ 300mA hệ số toả nhiệt là 140 KHU.

– Đối với các bóng có dòng 500 ÷ 700mA hệ số toả nhiệt là 1.400 KHU.

$$1 \text{ KHU} = 1.000 \text{ HU}$$

$$1 \text{ HU} = 0,71 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 1,33 \text{ HU}$$

Hệ số toả nhiệt của anốt còn phụ thuộc vào điện áp chỉnh lưu đặt lên anốt bóng X quang.

– Đối với các máy 1/2 sóng, 1 pha, 1 pha cả sóng:

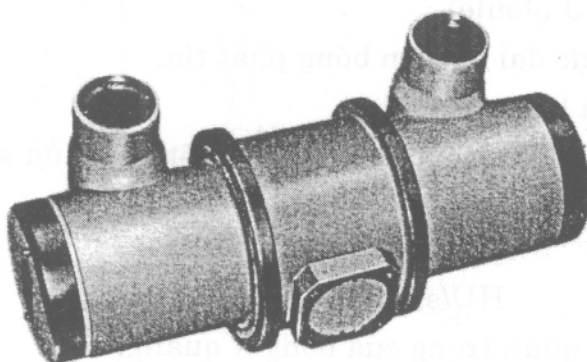
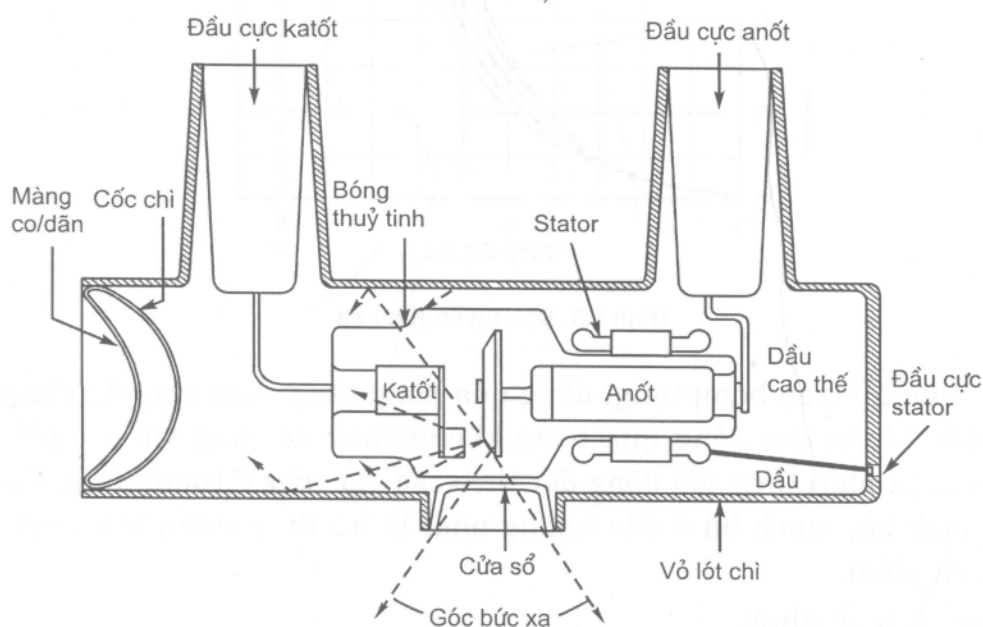
$$HU = kV.mA.s$$

– Đối với các máy chỉnh lưu 6 xung, 3 pha:

$$HU = kV.mA.s.1,35$$

– Đối với các máy 12 xung, 3 pha:

$$HU = kV.mA.s.1,41$$



Hình 5.9. Hình dạng một bóng X quang anốt quay hoàn chỉnh.

Ví dụ: Nếu chế độ chụp 200mA, 85kV thời gian 0,1s thì lượng nhiệt sản sinh ra ở anốt là 1.700 HU.

Điều kiện để cho một bóng X quang hoạt động tốt thì bóng phải đảm bảo 3 điều kiện:

- Bóng phải đảm bảo độ chân không tốt.
- Phải có điện áp gia tốc cho điện tử đủ lớn, điện áp này đặt giữa anốt và katốt.
- Phải có nguồn bức xạ điện tử ở katốt.

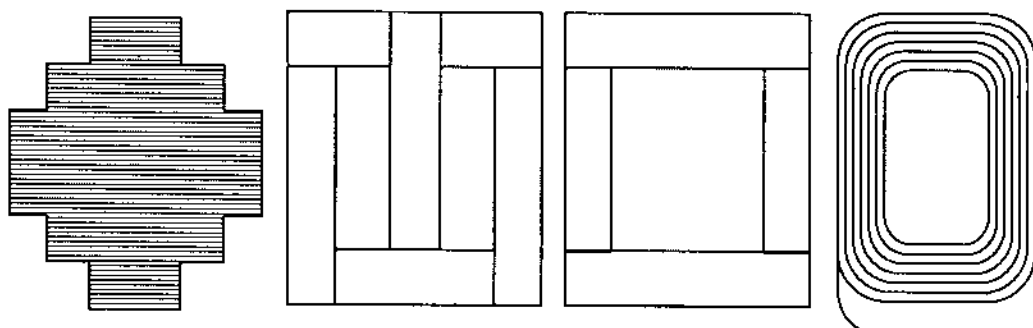
1.3. Biến thể đốt tóc đèn bóng X quang

1.3.1. Cấu tạo

Biến thể đốt tóc đèn bóng X quang là biến thể hạ áp, cung cấp điện áp cho sợi đốt bóng X quang. Điện áp cung cấp cho sợi đốt bóng X quang khoảng $6,3V \div 25V$. Dòng đốt khoảng $4 \div 8A$. Cuộn thứ cấp được nối trực tiếp với sợi đốt, chúng ta đã biết các bóng X quang có katốt đều là katốt nung trực tiếp, vì vậy cuộn thứ cấp cũng chịu điện áp cao gần bằng điện áp anốt. Do vậy, phải cách điện thật tốt giữa hai cuộn sơ cấp và thứ cấp.

Hơn nữa, biến thể này còn được ngâm trong dầu cách điện để ngăn cách nó với môi trường xung quanh và làm mát biến thế. Đối với các bóng X quang hội tụ kép thì phải có hai biến thế đốt riêng biệt cho mỗi sợi đốt. Về cấu tạo biến thế đốt tóc cũng tương tự như các biến thế thông thường. Nó gồm có:

- Lõi biến thế.
- Cuộn dây sơ cấp và thứ cấp.



Hình 5.10. Cấu tạo biến thế đốt tóc.

1.3.2. Nguyên lý hoạt động

Cũng hoàn toàn tương tự như các biến thế thông thường, nguyên lý hoạt động của biến thế đốt tóc dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ (xem lại bài 2). Ở đây chúng ta chỉ chú ý về độ cách điện giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp.

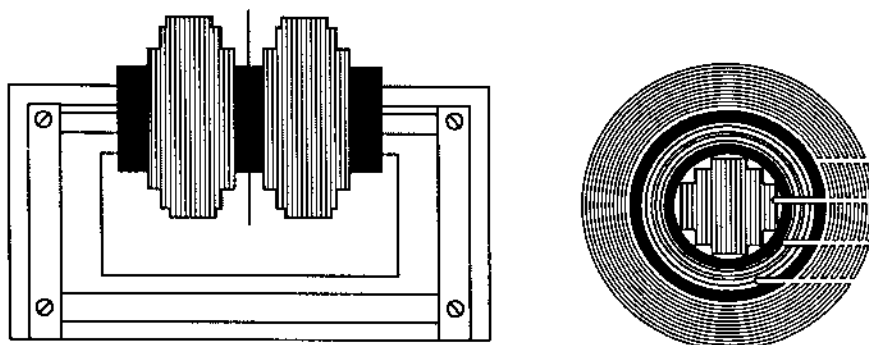
2. KHỐI TẠO CAO ÁP

Muốn cho bóng X quang phát xạ ra tia X, chùm tia điện tử bức xạ ở katốt phải có động năng đủ lớn. Để cho điện tử bay về anốt có động năng lớn thì anốt phải được cung cấp điện áp dương đủ lớn. Trong các máy X quang, điện áp cung cấp cho anốt được điều chỉnh từ 40kV ÷ 125kV. Điện áp này được tạo ra từ biến thế cao áp và chỉnh lưu cao áp thường được ngâm trong thùng dầu cao áp. Trong thùng cao áp, ngoài biến thế cao áp, biến thế đốt tóc, chỉnh lưu cao áp còn các linh kiện khác như: Các rôle chọn bàn, chọn bóng... Chúng ta sẽ lần lượt nghiên cứu cấu tạo của chúng.

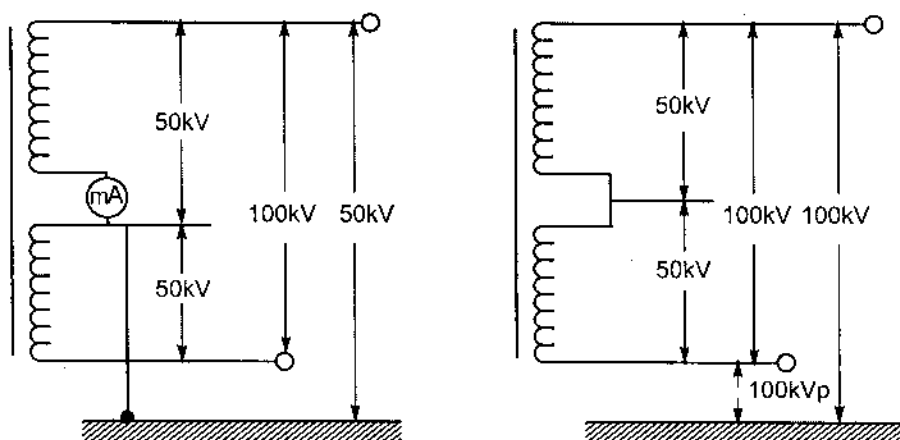
2.1. Biến thế cao áp

2.1.1. Cấu tạo

Gồm có hai cuộn dây nếu là biến thế 1 pha hoặc là 6 cuộn dây nếu là biến thế 3 pha được quấn trên lõi tôn silic. Cuộn sơ cấp thường được quấn 1 cuộn nối với nguồn AC. Cuộn thứ cấp được chia làm 2 nửa cuộn có điểm giữa nối đất.



Hình 5.11. Cấu tạo của biến thế cao áp.



Hình 5.12. Cách đấu dây hai cuộn thứ cấp biến thế cao áp.

Việc làm này sẽ làm giảm nhu cầu cách điện đi một nửa. Như vậy chi phí về cách điện và kích thước của biến thế cao áp giảm đi đáng kể.

Nếu hiệu điện thế giữa hai đầu thứ cấp của biến thế cao áp là 100kV thì hiệu điện thế so với đất là 50kV, do vậy chỉ phải đảm bảo độ cách điện là 50kV.

2.1.2. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của biến thế cao áp cũng dựa trên cơ sở của định luật cảm ứng điện từ (xem bài 1). Đây là biến thế tăng áp. Hệ số biến thế cũng được tính theo công thức:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = K$$

U_1 : Điện áp vào sơ cấp.

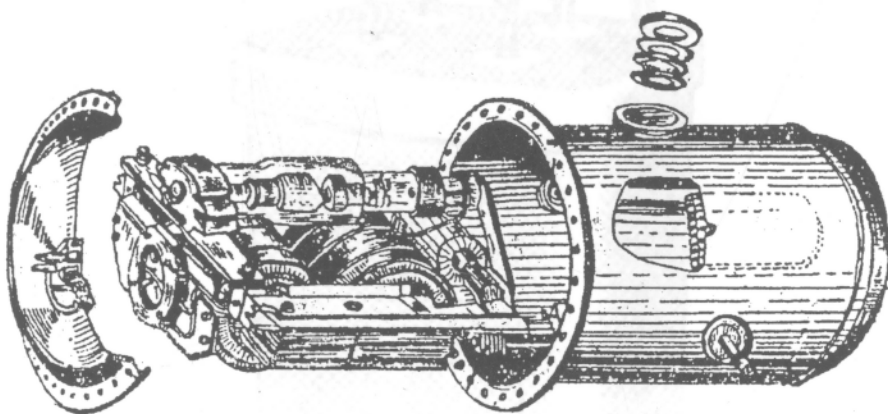
U_2 : Điện áp vào thứ cấp.

Đây là giá trị điện áp hiệu dụng:

$$U_{hd} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

Số vòng của cuộn thứ cấp thường rất lớn khoảng $45000 \times 2 = 90000$ vòng. Còn cuộn sơ cấp thường 1 vòng/vol.

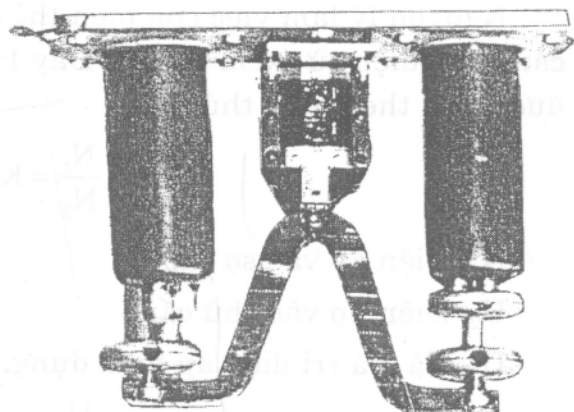
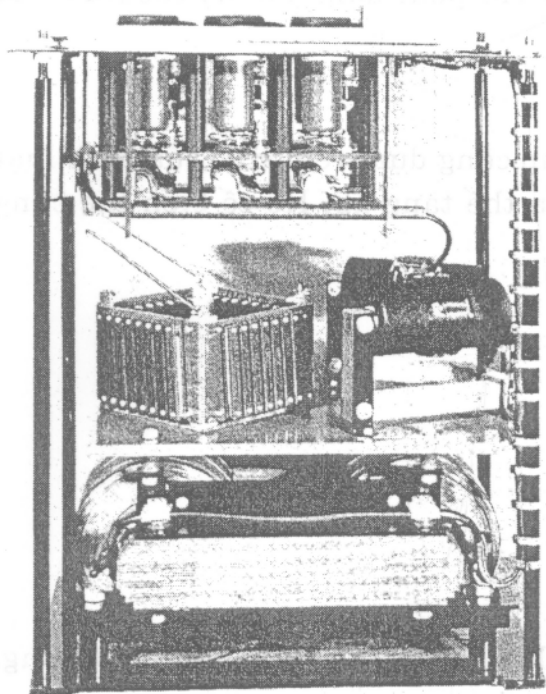
Đối với các máy công suất nhỏ, biến thế cao áp, biến thế đốt tóc, bóng phát tia được bố trí chung với nhau thành một khối, bên trong có dầu cách điện cao áp gọi là “đầu đèn” (treo trên cột)



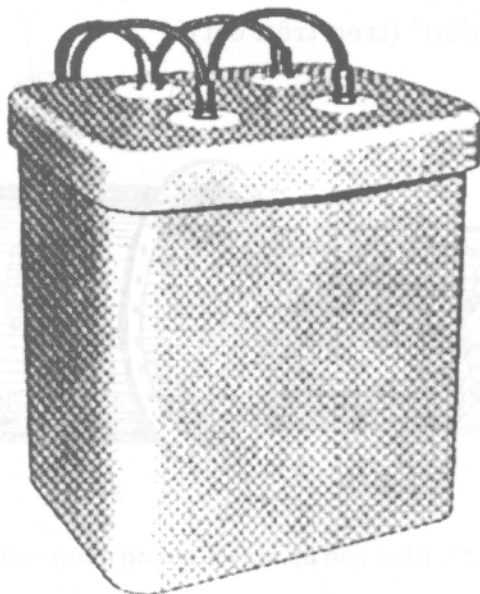
Hình 5.13. Khối cao áp máy X quang công suất nhỏ.

Đối với các máy X quang công suất lớn, biến thế cao áp thường có kích thước lớn người ta thường đặt các linh kiện cao áp vào trong thùng dầu. Vì

ngoài biến thế cao áp, biến thế đốt tóc còn chỉnh lưu cao áp, role chọn bàn, chọn bóng, đầu cáp cao áp (hình 5.14). Để dẫn cao áp lên bóng phát tia người ta dùng cáp cao áp.



Hình 5.14. Hình dạng bên trong một thùng cao áp.

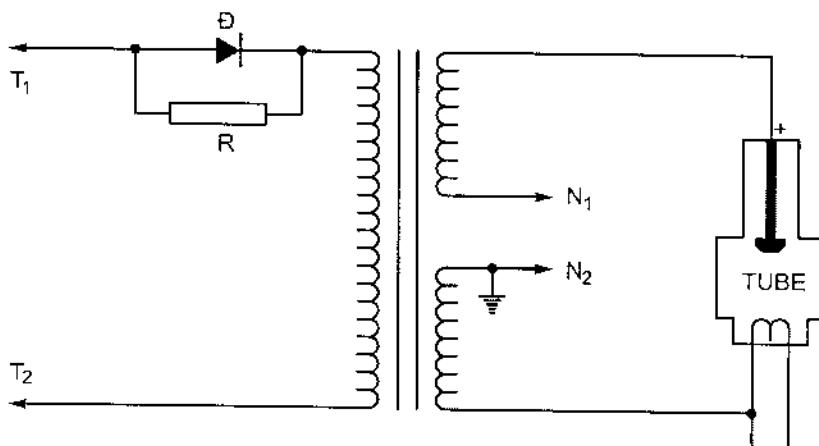


Hình 5.15. Hình dạng bên ngoài một thùng cao áp.

2.2. Chỉnh lưu cao áp

2.2.1. Mạch chỉnh lưu đặt sơ cấp biến thế cao áp

Đối với các máy X quang công suất nhỏ, chỉnh lưu cao áp thường đặt sơ cấp biến thế cao áp.



Hình 5.16. Chỉnh lưu cao áp đặt sơ cấp biến thế cao áp.

Điốt D làm nhiệm vụ chỉnh lưu 1/2 chu kỳ điện áp nguồn cung cấp cho sơ cấp biến thế cao áp. R làm nhiệm vụ phân dòng bảo vệ cho điốt D . Mạch này cần chú ý cực tính của 2 cuộn sơ cấp và thứ cấp nghĩa là chiều quấn dây của hai cuộn phải phù hợp, sao cho điện áp dương luôn luôn đặt anốt bóng phát tia. Khi điện áp nguồn dương, điốt D dẫn điện, điện áp trên anốt bóng X quang là 1/2 chu kỳ dương, khi ở 1/2 chu kỳ âm điốt D không dẫn điện, toàn bộ điện áp nguồn đặt trên điốt có thể làm cho điốt quá áp, để bảo vệ cho điốt ta mắc thêm điện trở song song với điốt.

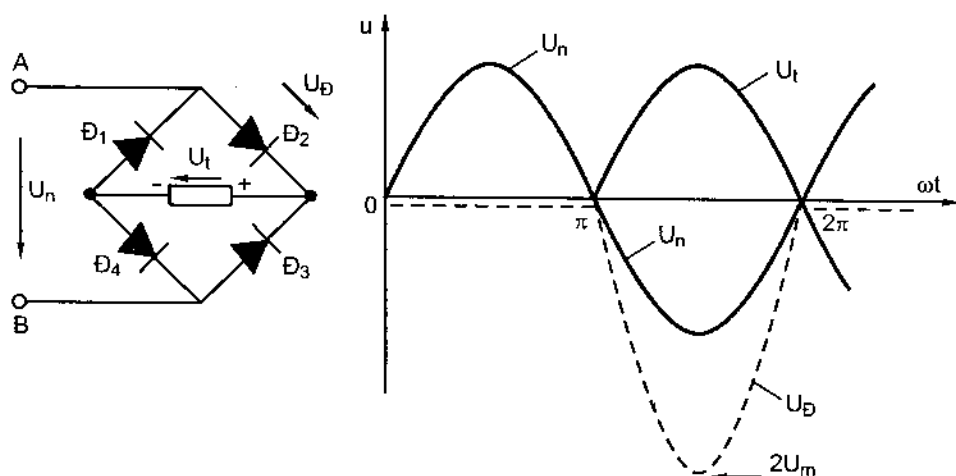
2.2.2. Mạch chỉnh lưu cầu 1 pha

Mạch chỉnh lưu gồm 4 điốt D_1, D_2, D_3, D_4 mắc theo kiểu cầu. Ở chu kỳ A là +, B là -, điốt D_2 và D_4 thông, 1/2 chu kỳ còn lại D_3, D_1 thông. Điện áp trên tải là hai nửa chu kỳ. Điện áp chỉnh lưu trung bình là:

$$U_{TB} = \frac{2U_m}{\pi}$$

Điện áp ngược đặt trên mỗi điốt: $U_{ng} = U_m$

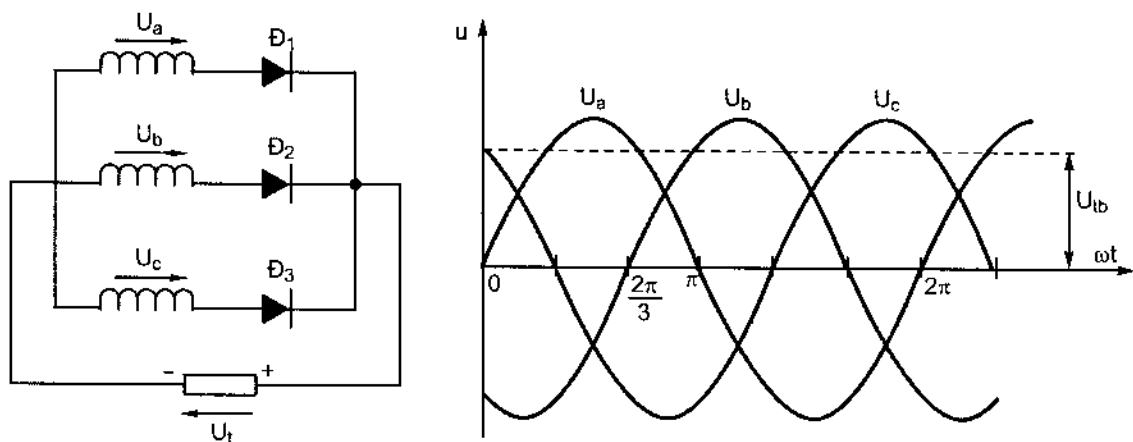
Vì là chỉnh lưu cao áp cho nên việc chọn các điốt chỉnh lưu cũng phải đạt được điện áp ngược lớn từ vài chục kV đến hàng trăm kV. Để đạt được điện áp này người ta thường dùng các điốt silíc ghép lại với nhau thành từng cột, sau đó các cột lại được ghép nối tiếp nhau như hình 5.17.



Hình 5.17. Sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu 1 pha và đồ thị dạng sóng.

2.2.3. Mạch chỉnh lưu 3 pha nửa sóng

Ở mỗi thời điểm, chỉ có một diốt dẫn điện là diốt nối với pha có trị số tức thời dương lớn nhất (hình 5.18). Khi u_A là pha có trị số điện áp dương lớn nhất thì diốt D_1 dẫn điện. Sau $1/3$ chu kỳ u_B trở nên dương hơn thì dòng điện chuyển từ diốt D_1 sang D_2 , lúc này D_1 bị khoá vì anốt của nó có điện thế âm hơn katốt. Sau $1/3$ chu kỳ tiếp theo đến lượt diốt D_3 dẫn còn hai diốt kia lại bị khoá.



Hình 5.18. Mạch chỉnh lưu 3 pha nửa sóng và dạng sóng.

Điện áp chỉnh lưu trung bình trên tải là:

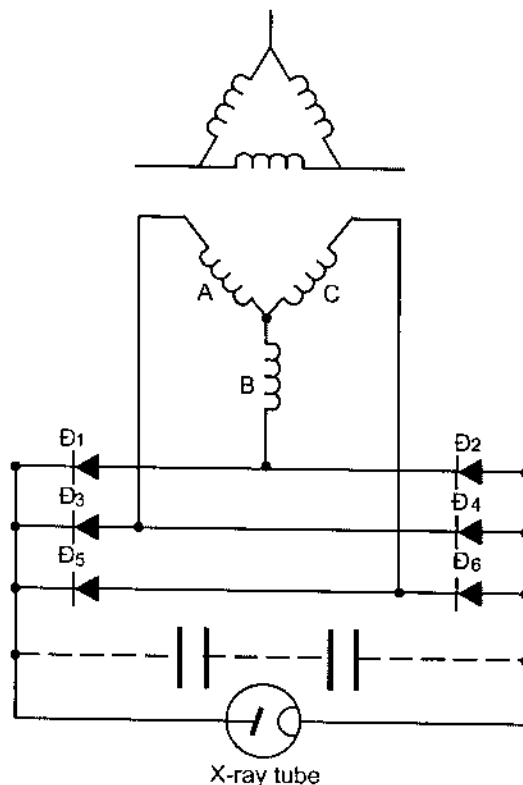
$$U_{TB} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_m$$

Điện áp ngược đặt trên mỗi diốt là:

$$U_{ng} = \sqrt{3}U_m$$

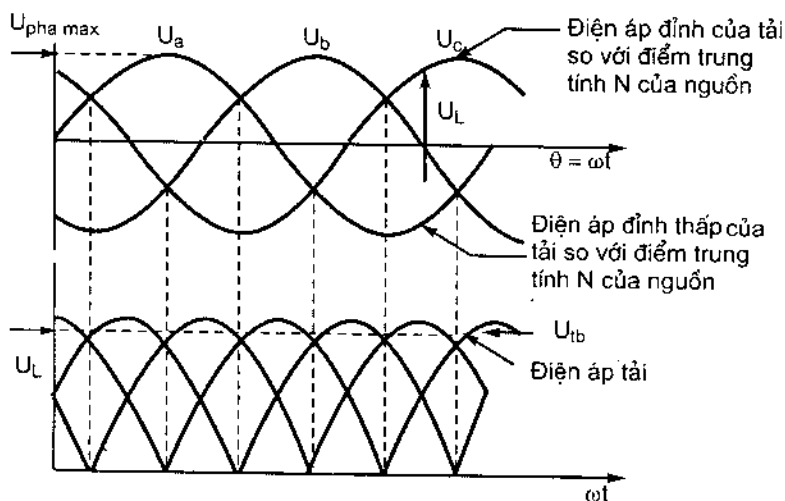
U_m là điện áp pha cực đại của thứ cấp máy biến áp. Điện áp ra trên tải tương đối bằng phẳng.

2.2.4. Mạch chỉnh lưu 3 pha cả sóng



Hình 5.19. Mạch chỉnh lưu 3 pha cả sóng.

Nguồn 3 pha u_A, u_B, u_C được chỉnh lưu bởi 6 điốt. Trong mỗi khoảng thời gian khi điện áp nguồn trở nên dương nhất hai điốt đồng thời dẫn điện. Dạng sóng điện áp sau chỉnh lưu được vẽ trên hình 5.20.



Hình 5.20. Dạng sóng điện áp chỉnh lưu 3 pha cả sóng.

So với sơ đồ 3 pha nửa sóng, điện áp sau chỉnh lưu bằng phẳng hơn, điện áp chỉnh lưu trung bình gấp đôi so với chỉnh lưu nửa sóng.

$$U_{TB} = \frac{3}{\pi} \sqrt{3} U_m$$

Điện áp ngược đặt trên mỗi diốt là:

$$U_{ng} = \sqrt{3} U_m = 1,73 U_m$$

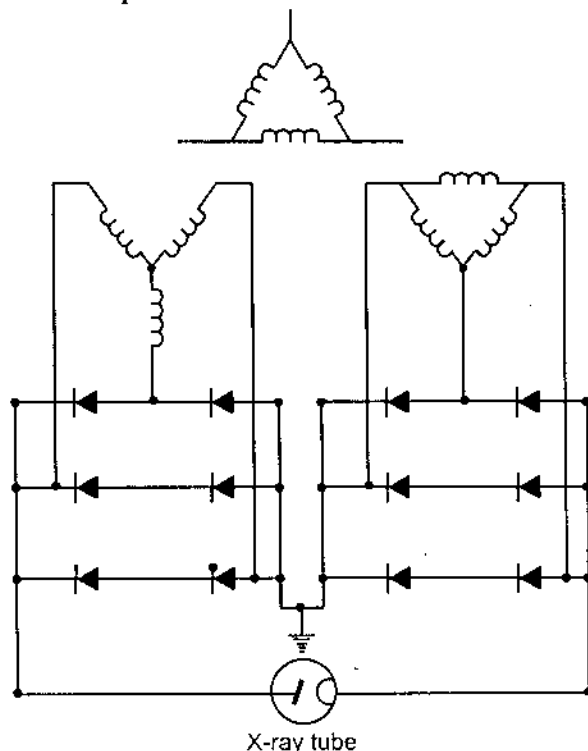
Giả sử tại thời điểm điện áp trên pha A là lớn nhất rồi đến pha B, còn điện áp trên pha C là nhỏ nhất, mạch chỉnh lưu hoạt động như sau:

- Khi pha A và B hoạt động dòng qua Đ₃, bóng X quang về Đ₂ về B.
- Khi pha B và C hoạt động dòng qua Đ₁, bóng X quang về Đ₆ về C.
- Khi pha C và A hoạt động dòng qua Đ₅, bóng X quang về Đ₄ về A.

Mạch chỉnh lưu 3 pha cả sóng có thể được xem như tổ hợp 3 mạch chỉnh lưu cầu, đó là:

- Pha A, B với cầu Đ₁, Đ₂, Đ₃, Đ₄.
- Pha B, C với cầu Đ₁, Đ₂, Đ₅, Đ₆.
- Pha C, A với cầu Đ₅, Đ₆, Đ₃, Đ₄.

Trong thực tế mạch chỉnh lưu 3 pha cả sóng phức tạp hơn rất nhiều vì cuộn thứ cấp được chia làm 6 cuộn có điểm giữa nối đất để giảm nhu cầu về cách điện cho cả khối cao áp.



Hình 5.21. Mạch chỉnh lưu cầu 3 pha thực tế.

Nhờ cách mắc này trong một chu kỳ điện áp sẽ có 12 xung đặt anốt bóng X quang. Điện áp trên anốt tương đối bằng phẳng sẽ tăng được công suất phát xạ của máy X quang. Nhược điểm: Kích thước và trọng lượng lớn.

2.3. Mạch chọn bàn, chọn bóng

Trong thùng cao áp (thùng dầu), đối với các máy X quang công suất lớn, ngoài biến thế cao áp, biến thế đốt tóc, các van chỉnh lưu cao áp còn có các role chọn bóng, chọn bàn để có thể sử dụng một thùng cao áp cho 2 bóng hoặc 3 bóng phát tia. Ngoài ra còn các linh kiện khác như role nhiệt phòng khi nhiệt độ dầu nóng quá máy không cho phép hoạt động. Đèn phóng điện khi quá điện áp. Các linh kiện này chúng ta đã đề cập đến trong phần các mạch bảo vệ an toàn. Trong phần này chúng ta sẽ phân tích nguyên lý làm việc của một vài mạch điện trong thùng cao áp.

* Các linh kiện trong thùng:

NT₁: Biến thế cao áp.

NV₁, NV₂: Các van chỉnh lưu cao áp.

I₊, I₋, II₊, II₋: Các đầu cáp dẫn cao áp ra 2 bóng X quang.

NL₁, NL₂, NL₃, NL₄: Các role chuyển cao áp và đốt tóc cho 2 bóng X quang.

NT₂, NT₃: Biến thế đốt tóc lớn, tóc bé cho bóng X quang.

QX₁, QX₂: Hai bóng phát tia X quang.

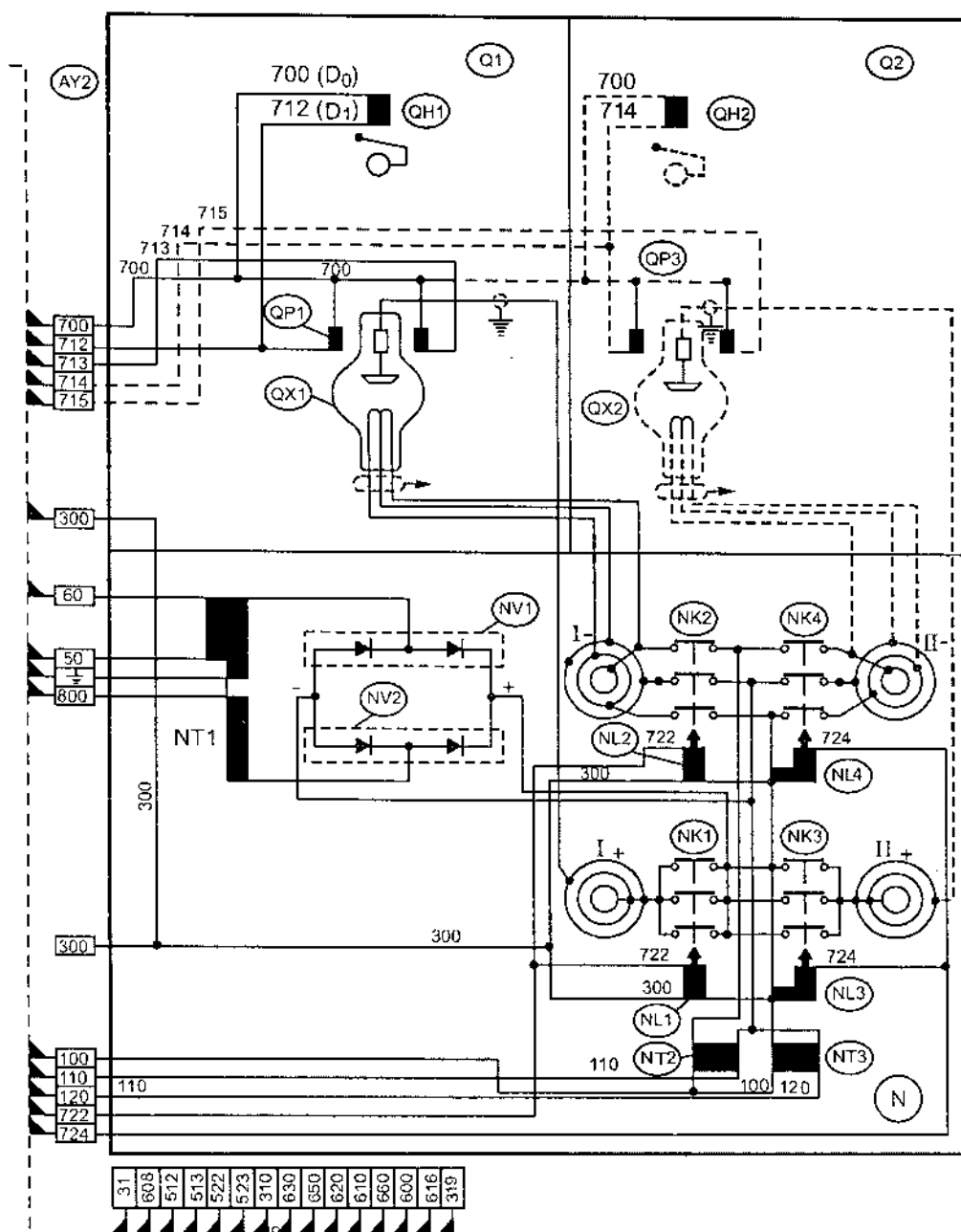
QP₁, QP₃: Hai cuộn stator anốt quay.

QH₁, QH₂: Hai quạt làm mát bóng X quang.

* Nguyên lý làm việc:

Khi đóng điện vào máy, nếu chuyển mạch chọn vị trí bàn I (hoặc bóng I) lúc này role NL₁, NL₂ làm việc. NL₁ làm việc đóng mạch cung cấp điện áp dương cho anốt bóng X quang. NL₂ làm việc đóng mạch cung cấp điện áp cho đốt tóc đồng thời cung cấp điện áp âm cho katốt. Lúc này bóng vẫn không phát tia vì sơ cấp biến thế cao áp là đầu 50 – 60 chưa có điện áp. Khi bấm công tắc chụp đầu 50 – 60 được cung cấp điện áp qua role cao áp lúc này bóng mới phát ra tia X. Ngoài ra việc chọn tóc lớn tóc bé sẽ dẫn đến biến thế đốt tóc NT₃ hoặc NT₂ hoạt động.

Thùng cao áp máy cung cấp cho 3 bóng phát tia: bóng I, bóng II, bóng III. Trong lúc phát tia X quang chỉ được phép một bóng hoạt động, do vậy người ta sử dụng 3 hệ thống role chọn bóng D₀, D₁, D₂, D₃. Khi ở bóng I role cuộn dây nối đến D₁ làm việc. Trong sơ đồ này người ta chỉ dùng 1 role cung cấp cả cao áp và đốt tóc.



Hình 5.22. Mạch điện trong thùng cao áp máy X quang Neo – Diagnomax.

Mỗi bóng X quang có 2 cáp dẫn điện áp cao cho anốt và katốt.

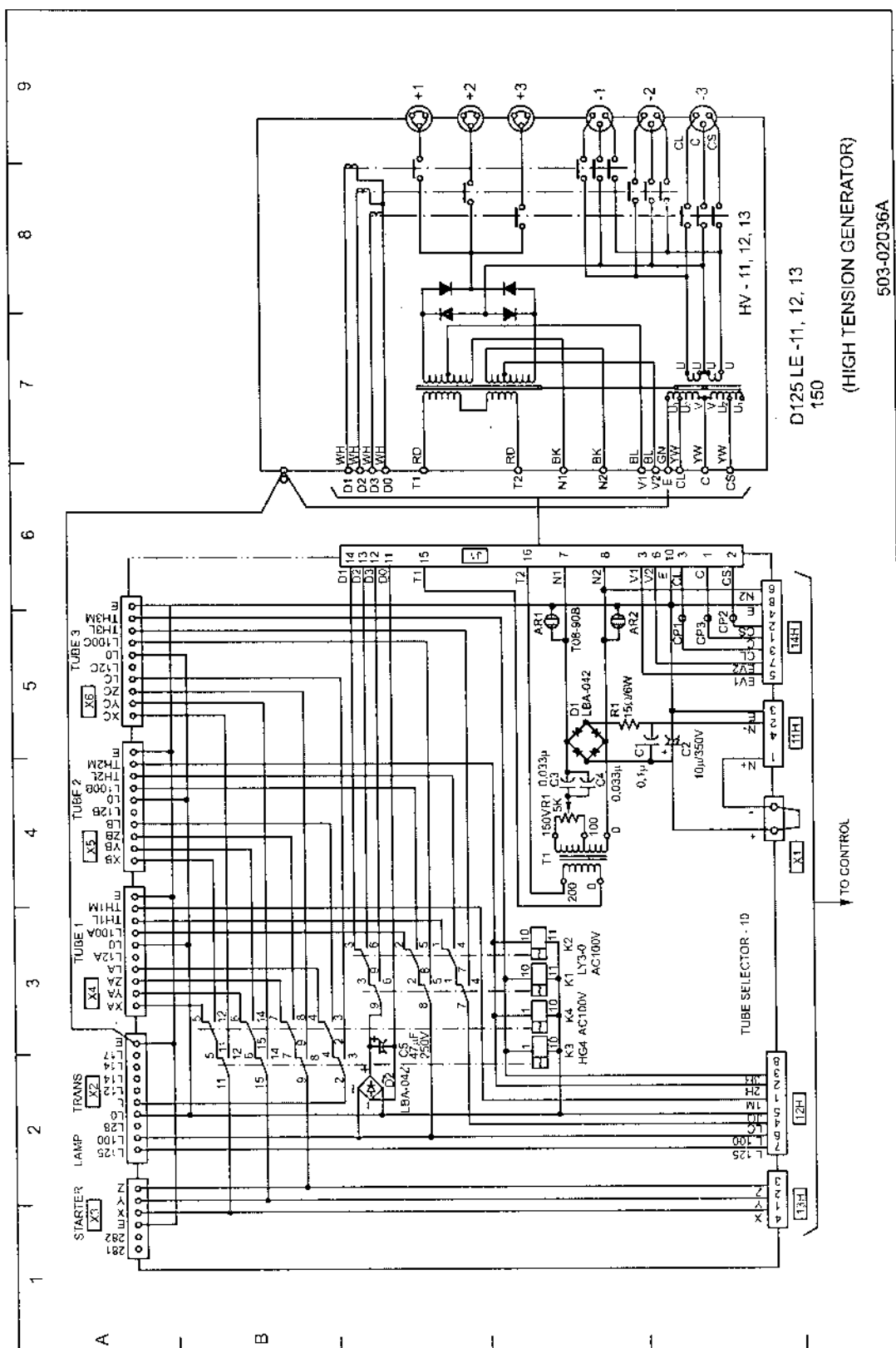
Bóng I: +1 và -1.

Bóng II: +2 và -2.

Bóng III: +3 và -3.

Dấu '+', '-': ký hiệu cáp dương, cáp âm.

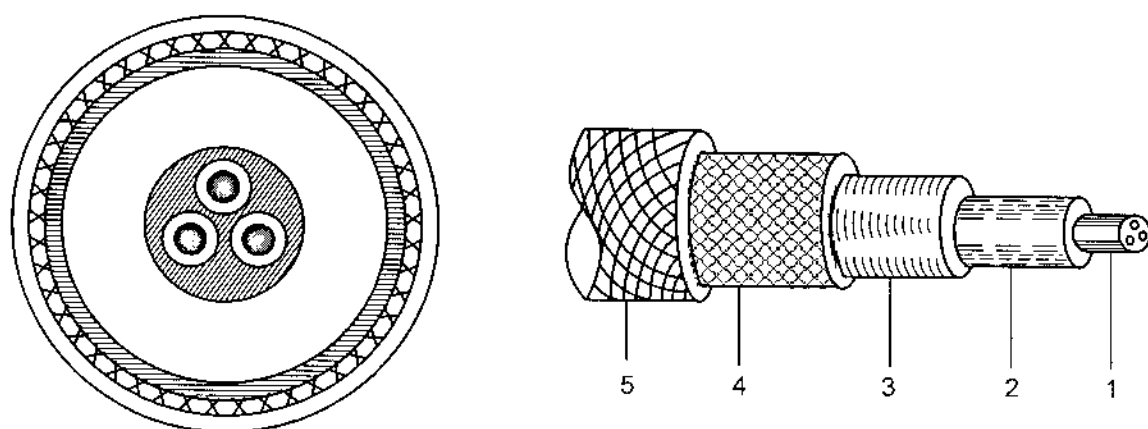
Điện áp cung cấp cho sơ cấp biến thế cao áp là T_1 , T_2 . Đồng hồ đo dòng qua bóng được nối đến 2 đầu N_1 , N_2 . Biến thế đốt tóc lớn C-CL, biến thế đốt tóc bé là C-CS.



Hình 5.23. Mạch điện trong thùng cao áp máy X quang Shimadzu ED 125L và ED 150L.

3. CÁP CAO ÁP

Trong các máy X quang công suất trung bình và công suất lớn, các bộ phận tạo cao áp thường được đặt trong thùng riêng gọi là thùng cao áp. Để dẫn điện áp cao cung cấp cho anốt và katốt của bóng X quang người ta dùng cáp cao áp. Cáp cao áp thường được chế tạo bằng cao su đặc biệt có độ cách điện cao khoảng 75kV, cao su có khả năng chịu được dầu cao áp.

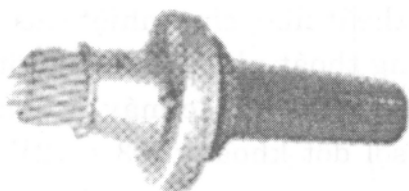
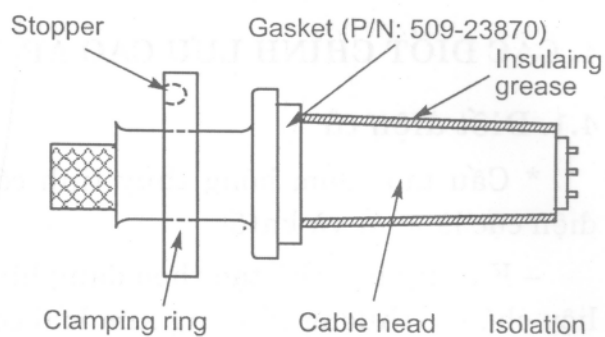
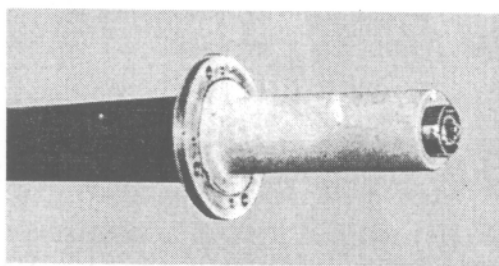


Hình 5.24. Cấu tạo cáp cao áp.

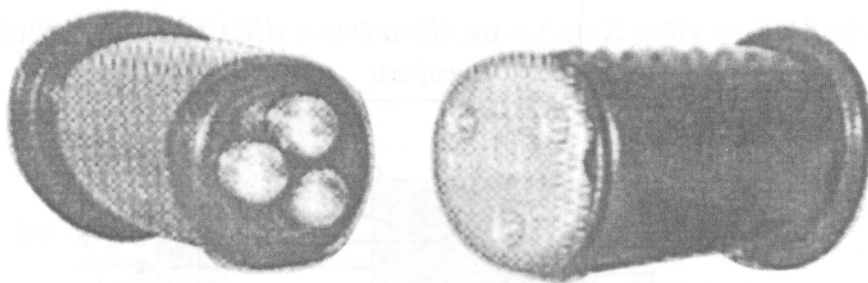
1: Dây dẫn bằng đồng; 2, 3: Cao su cách điện; 4: Lưới sắt nối đất; 5: Vỏ cao su hoặc vải.

Trong cùng là 3 dây dẫn bằng đồng cách điện với nhau. Độ dài của cáp phụ thuộc vào cấu tạo của từng loại máy, khoảng 4m, 8m, 12m, 16m. Để nối cáp từ thùng cao áp vào bóng phát tia người ta dùng các đầu cáp đục và đầu cáp cái. Đầu cáp thường được chế tạo bằng cao su, ebônít, sứ... kích thước các đầu cáp theo tiêu chuẩn quốc tế, đầu cáp của các nước có thể lắp lẫn cho nhau. Điểm tiếp xúc để dẫn điện áp thường có 2 loại: loại 3 chấu và loại vòng tròn.

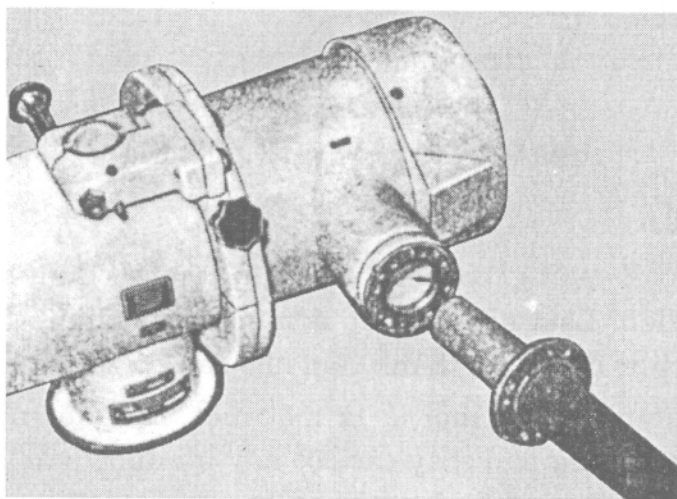
Để nối giữa cáp và thùng cao áp, giữa cáp và bóng phát tia, người ta phải dùng đầu cáp đục và đầu cáp cái. Cách nối như hình 5.26. Sau khi nối cáp đục và cáp cái, chúng ta dùng vít cố định chúng lại với nhau hoặc dùng bu lông để cố định. Khi nối cáp đục và cáp cái với nhau cần vệ sinh đầu cáp thật sạch, sau đó bôi silicôn cách điện vào đầu cáp đục để đẩy không khí ra. Khi treo cáp lên cột cũng cần chú ý không để cáp xoắn hoặc bẻ gập cáp lại nhất là chỗ tiếp giáp với bóng phát tia.



Hình 5.25a. Các loại đầu cáp đực.



Hình 5.25b. Đầu cáp cái.



Hình 5.26. Cách đấu cáp và bóng phát tia.

4. CÁC ĐIỐT CHỈNH LƯU CAO ÁP

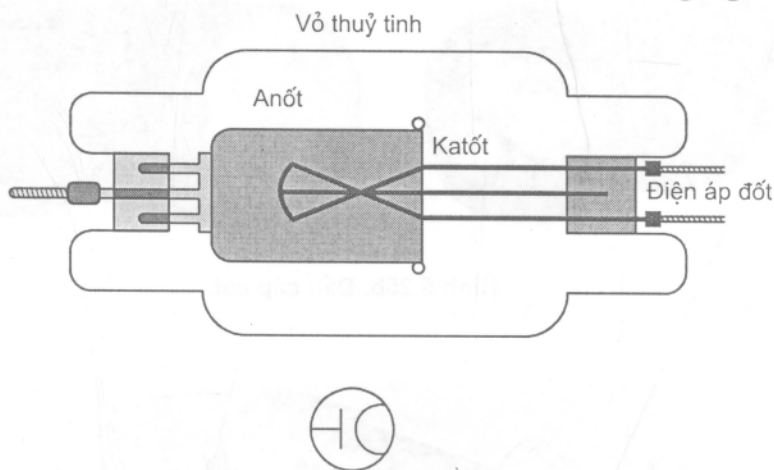
4.1. Điốt điện tử

* Cấu tạo: Gồm bóng thủy tinh có độ chân không cao, bên trong đặt 2 điện cực là anốt và katốt.

– Katốt: được chế tạo theo dạng hình lò xo để tăng diện tích phát xạ. Vật liệu chế tạo thường sử dụng kim loại có công thoát nhỏ, chịu nhiệt cao, thông thường dùng wolfram. Một số loại đèn cần công thoát nhỏ thường katốt được hoạt tính hoá. Các đèn điện tử trong chỉnh lưu cao áp các máy X quang có katốt nung trực tiếp. Điện áp cung cấp cho sợi đốt khoảng $6,3 \div 12V$. Điện áp ngược đặt vào katốt khoảng $20 \div 50kV$.

– Anốt: Anốt là nơi nhận điện tử từ katốt bắn về. Anốt thường cấu tạo theo dạng hình trụ để tập trung tia điện tử. Vật liệu để chế tạo anốt là tan-tan hay grafit, đèn công suất lớn người ta làm bằng molipden.

* Nguyên lý làm việc: Xem trong *Giáo trình điện tử công nghiệp*.



Hình 5.27. Cấu tạo và ký hiệu điốt điện tử.

4.2. Điốt bán dẫn

Trong các máy X quang, điốt bán dẫn dùng trong chỉnh lưu cao áp thường là silic hoặc là selen. Loại này chế tạo đơn giản, giá thành hạ. Thông thường các lá selen hoặc silic được làm thành tấm nhỏ sau đó ghép lại thành từng cột.

Mỗi cột có rất nhiều lá, mỗi lá là một điốt, các điốt này nối tiếp nhau thành cột, tùy theo từng loại máy các cột này lại được mắc nối tiếp với nhau để chúng có thể chịu được điện áp cao.

Chỉnh lưu bán dẫn rất thuận tiện cho việc thiết kế mạch, không cần nguồn đốt, độ bền cao, có thể giảm được trọng lượng và kích thước thùng cao áp.

Trong quá trình sử dụng dầu biến áp bị già hoá các tính chất của dầu bị giảm, màu của dầu trở nên sẫm hơn. Tốc độ già hoá của dầu phụ thuộc vào các trường hợp sau:

* Có không khí lọt vào, vì hiện tượng già hoá dầu gắn liền với hiện tượng ôxy hoá dầu bằng ôxy của không khí.

* Khi nhiệt độ làm việc tăng.

* Khi có sự tiếp xúc giữa dầu và một số kim loại (đồng, sắt, chì...)

* Khi có tác dụng của ánh sáng.

* Khi có tác dụng của cường độ từ trường cao.

Để đánh giá chất lượng của dầu cao áp không thể dùng mắt thường mà phải qua máy kiểm tra.

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

- | | |
|--|-------------|
| 1. Bóng X quang là bóng điện tử 2 cực hoặc 3 cực chân không. | Đúng – Sai. |
| 2. Bóng X quang anốt cố định có điểm hội tụ điện tử thay đổi. | Đúng – Sai. |
| 3. Bóng X quang anốt quay có diện tích bức xạ lớn và luôn thay đổi. | Đúng – Sai. |
| 4. Công suất phát xạ của bóng X quang phụ thuộc vào độ tản nhiệt của anốt. | Đúng – Sai. |
| 5. Biến thế cao áp trong máy X quang thường dùng là biến thế tự ngẫu. | Đúng – Sai. |
| 6. Công suất phát xạ của bóng X quang phụ thuộc vào dạng điện áp chỉnh lưu cung cấp cho anốt bóng X quang. | Đúng – Sai. |

Chọn câu trả lời đúng nhất:

7. Điện áp cung cấp cho anốt bóng X quang là điện áp :
- a) Xoay chiều.
 - b) Một chiều thuần túy.
 - c) Một chiều biến đổi.
8. Anốt bóng X quang thường được đặt nghiêng 1 góc so với mặt phẳng đúng là:
- a) $5^{\circ} \div 10^{\circ}$
 - b) $10^{\circ} \div 20^{\circ}$.
 - c) $20^{\circ} \div 25^{\circ}$.

9. Thứ cấp biến thế cao áp được chia làm hai cuộn có điểm giữa nối đất có tác dụng:
- a) Tăng độ cách điện so với đất.
 - b) An toàn.
 - c) Giảm độ cách điện so với đất.

10. Dầu cao áp có tác dụng:

- a) Tăng cao áp.
- b) Tăng độ cách điện.
- c) Làm mát và ngăn cách ảnh hưởng của môi trường xung quanh.

Các câu tự lượng giá:

- 11. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc bóng X quang hai cực chân không? Điều kiện để một bóng X quang làm việc tốt?
- 12. Trình bày sự khác nhau về cấu tạo, nguyên lý làm việc của bóng X quang anốt quay và bóng X quang anốt cố định? Ưu điểm của bóng X quang anốt quay.
- 13. Trình bày các thông số cơ bản của một bóng X quang. Những điểm cần lưu ý khi thay thế bóng X quang.
- 14. Vẽ và trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc mạch chỉnh lưu cầu 1 pha?
- 15. Vẽ và trình bày nguyên lý làm việc mạch chỉnh lưu 3 pha nửa sóng?
- 16. Vẽ và trình bày nguyên lý làm việc mạch chỉnh lưu 3 pha cả sóng?
- 17. Phân tích tác dụng các linh kiện, nguyên lý hoạt động mạch điện trong thùng cao áp máy X quang Neo-Diagnomax.

Bài 6

KỸ THUẬT TẠO ẢNH BẰNG TIA X

MỤC TIÊU

- Trình bày được nguyên lý tạo ảnh bằng tia X trong ngành y tế.
- Trình bày được tác dụng của việc thay đổi kVmA đối với các chi tiết chụp.
- Trình bày được các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng một ảnh X quang.
- Chỉ ra được các phương pháp phòng chống ảnh hưởng của tia X đối với người sử dụng, bệnh nhân và môi trường xung quanh.

1. HỆ THỐNG TẠO ẢNH BẰNG TIA X

1.1. Máy X quang

Là một thiết bị để tạo ra tia X, các phần chính của máy chúng ta đã xét ở trên. Các tiến bộ của kỹ thuật làm cho các thiết bị X quang không ngừng được cải tiến nhằm đảm bảo cho người thầy thuốc sử dụng thuận tiện trong chẩn đoán và làm các xét nghiệm chuyên khoa, mặt khác phải hạn chế được các ảnh hưởng của phóng xạ cho bệnh nhân và người sử dụng máy. Máy phải có đủ công suất để đảm bảo cường độ tia đủ mạnh. Tùy theo cấu tạo và yêu cầu sử dụng mà các máy có độ phức tạp khác nhau.

Nhưng phải đảm bảo được các yêu cầu thuận tiện cho việc chẩn đoán và điều trị.

1.2. Hệ thống hiện ảnh

Để làm hiện ảnh chùm tia X sau khi xuyên qua cơ thể có thể dùng màn huỳnh quang hoặc hệ thống film X quang – Bìa tăng quang để thu ảnh trực tiếp. Còn chụp ảnh trên màn huỳnh quang được gọi là chụp X quang – huỳnh quang, thường được ứng dụng trong các máy chụp hàng loạt (chụp phổi) dùng film 7 x 7 ; 10 x 10. Một hệ thống cải tiến quan trọng trong hệ thống hiện ảnh là thiết bị tăng sáng và truyền hình bằng cáp.

Hiện ảnh dùng màn huỳnh quang. Lợi dụng tính chất tia X làm sáng huỳnh quang một số chất như: Platinocyanua bari hoặc sulfua kẽm. Chùm tia X sau khi qua cơ thể sẽ đập lên một tấm bìa có phủ một lớp mỏng đồng đều các chất huỳnh quang nói trên. Sự phân bố không đồng đều chùm tia X do quá trình hấp thụ do cơ thể, tạo nên độ sáng tối khác nhau, do độ sáng trên màn huỳnh quang rất yếu, cho nên phòng chiếu tia X phải đủ tối mới quan sát được ảnh trên màn huỳnh quang. Trước khi soi bác sĩ phải được làm quen với mắt trong buồng tối từ 10 đến 15 phút. Có thể giảm thời gian chuẩn bị nhưng phòng X quang phải thiết kế đúng tiêu chuẩn.

1.3. Film X quang

Cho đến nay chúng ta vẫn dùng film cả 2 mặt đều phủ muối bạc để tăng độ nhạy. Hình ảnh trên film là âm bản ngược với ảnh trên màn huỳnh quang. Film X quang thường dùng cốt là Polyester trên đó được phủ muối bạc, thường dùng là muối bạc: 40% bromua bạc; 60% gêlatin, hai chất này phủ lên bề mặt dày khoảng 0,25mm (do tính chất truyền thẳng của tia X). Vì vậy để có một hình ảnh theo mong muốn chúng ta cần sử dụng và thao tác máy thành thạo. Các loại film rất dễ bắt lửa cần để phòng cháy. Hiện nay người ta đang nghiên cứu ra loại film khó cháy. Bảo quản tránh ẩm, nhiệt độ từ 15 đến 20°C.

Chú ý: Tránh ánh sáng, nhất là tia X quang. Film X quang rất dễ xước, khi lắp không được sờ tay vào film.

1.4. Bìa tăng quang

Gồm 2 tấm bìa cứng có tráng 1 lớp hoạt chất phát quang thường dùng là canxi walframat hoặc sulfua kẽm + bismút mangan, kẹp hai bên tờ film. Khi chùm tia X đi qua 2 tờ bìa sẽ sáng lên như một màn huỳnh quang nhỏ. Ánh sáng phát ra sẽ làm tăng cường quá trình phân tích nhũ chất của film, các hạt phát quang của bìa tăng quang càng nhỏ thì độ phân giải của ảnh trên film càng cao nhưng độ sáng của bìa lại giảm, bìa tăng quang thường có 3 loại:

- Loại F (hạt nhỏ).
- Thường dùng U.
- Rất nhạy E (hạt to).

Bìa tăng quang và film cần được bảo quản tốt ở nơi khô mát, tránh mốc và các vết xước. Vì các vết này sẽ tạo nên những hình ảnh có thể sẽ chẩn

đoán nhầm. Tránh hoá chất nhất là thuốc rửa film. Khi lắp film và bìa tăng quang phải sát vào nhau cả hai mặt, nếu không sát hình ảnh sẽ bị mờ. Sau mỗi lần chụp hiện tượng huỳnh quang hoá vẫn còn tiếp tục ở các hạt, do đó không nên lắp film vào ngay. Bảo quản trong phòng thoáng mát, nhiệt độ khoảng 20°C

Kỹ thuật chụp X quang có nhiều cách:

- Chụp thẳng trước sau (ap).
- Chụp thẳng sau trước (pa).
- Chụp nghiêng (profil).
- Chụp chếch (oblique).
- Chụp có chuẩn bị và không chuẩn bị.

Tuỳ theo độ dày của chi tiết cần chụp, kỹ thuật chụp mà chúng ta chọn các thông số kV.mA.s khác nhau.

2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG ẢNH X QUANG

2.1. Tiêu chuẩn chụp

Để cho ảnh X quang được rõ nét cần phải chọn thông số chụp thích hợp (kV.mA.s)

Tuỳ thuộc vào độ dày của vật chụp, khoảng cách, độ nhạy film, thuốc rửa film mà chúng ta chọn thông số cho thích hợp. Những vấn đề trên đòi hỏi kỹ thuật viên phải am hiểu và thao tác thành thạo. Một số máy tiêu chuẩn chụp được chọn tự động rất thuận tiện cho việc sử dụng máy.

*** Trị số kV**

Thể hiện độ cứng của chùm tia X.

Khi kV cao bước sóng tia X càng ngắn, độ đâm xuyên của tia càng tăng.

Vì vậy nếu phần cơ thể càng dày ta phải đặt kV càng cao. Trong các máy X quang thông dụng thông số kV được thay đổi từ 45 kV ÷ 120kV.

*** Trị số mA.s**

Là tích số giữa cường độ dòng điện qua bóng với thời gian phát tia. Nếu kV không thay đổi thì cường độ chùm tia X tỷ lệ thuận với trị số mA.s. Trong khi chọn tiêu chuẩn chụp cần chú ý rằng cường độ của chùm tia X tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách. Khi khoảng cách tăng, mật độ phân bố của chùm tia sẽ bị phân tán. Thông thường trong kỹ thuật chụp X quang

người ta đặt khoảng cách tiêu điểm và film là : 100cm cho mọi bộ phận cần chụp. Trừ 2 trường hợp :

- Chụp lồng ngực thường dùng khoảng cách là : 150cm (1,5m).
- Chụp ống tiêu hóa trên bàn chiếu X quang: dùng khoảng cách 70cm để tăng cường độ chùm tia giảm thời gian phát tia.

*** Thời gian chụp**

Thời gian chụp thường tỷ lệ thuận với tích số mA.s, nhưng nhiều máy vẫn cho phép điều chỉnh tách rời nhau. Trong thực tế người ta thường gọi phương pháp ba thông số và phương pháp hai thông số. Thời gian chụp nhỏ nhất là vài phần trăm giây, lớn nhất là 10s. Khi chụp các phần cơ thể tĩnh có thể đặt thời gian chụp tương đối dài, đối với phần nội tạng chuyển động cần rút ngắn thời gian chụp để tránh nhòe do chuyển động.

2.2. Lọc tia X

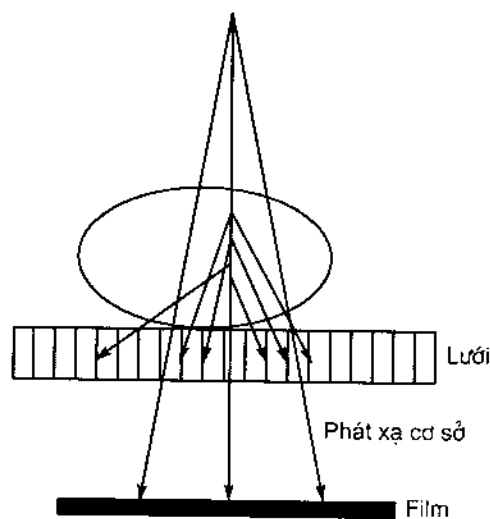
Trong chẩn đoán hay điều trị người ta cần chùm tia X tương đối đồng sắc (có cùng bước sóng), để loại bỏ các tia thứ cấp không cần thiết người ta dùng tấm lọc tia. Lưới lọc được cấu tạo bằng một hệ thống lá chì rất mỏng ghép song song hoặc theo một hình cong có tiêu cự, giữa các lá chì là loại chất liệu cho phép tia X đi qua dễ dàng. Các tia thứ cấp không theo hướng ghép của lá chì, sẽ bị ngăn lại, làm cho film được rõ nét.

Hình 6.1 cho ta thấy tác dụng của lưới lọc.

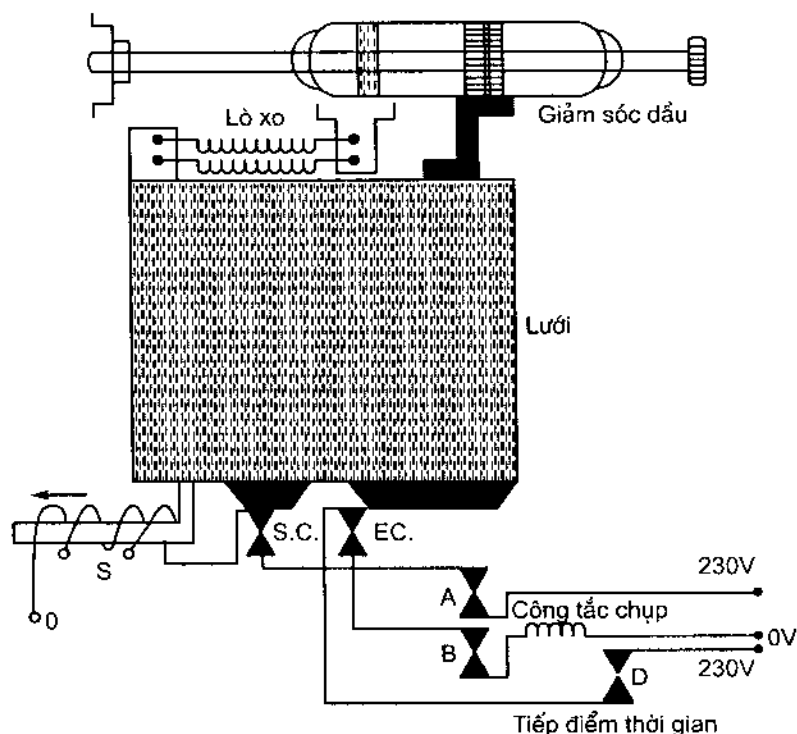
Trong thực tế chúng ta đang sử dụng 2 loại lưới lọc tia là: lưới động và lưới tĩnh.

*** Lưới động**

Khi chụp lưới động phải di chuyển song song với film. Để làm di chuyển lưới động, người ta phải dùng một hệ thống cơ khí kết hợp với điện như hình 6.2. Gọi là POTER-BUCKY.



Hình 6.1. Tác dụng của lưới lọc.



Hình 6.2. Các bộ phận để di chuyển lưới động (Poter–Bueky).

Như vậy việc sử dụng lưới động tương đối phức tạp.

* *Lưới tĩnh (Lysholm's Grids)*

Loại này thường gọi là “Lysholm” nó sử dụng rất thuận tiện, thường được đặt cố định trên cassette, có một số cassette người ta gắn luôn tấm lọc vào trong sử dụng tương đối thuận tiện. Lưới lọc tĩnh tương đối đắt tiền hơn so với lưới lọc động.

Các lưới thường gặp trên thị trường có từ 20 – 40 lá chì mỏng trên 1cm. Chú ý một số lưới có tiêu điểm, khi chụp cần hướng tiêu điểm của bóng X quang đúng tiêu điểm của lưới.

Bảng tiêu chuẩn chụp cơ sở

Phần cơ thể	Hướng chụp	Độ dày (cm)	Khoảng cách FF	Máy 2 xung	
				kV	mA.s
Khớp vai	ap	11	100	66	25
Cánh tay	ap (profil)	8	100	60	32
Khuỷu tay	ap	6	100	60	20
Cẳng tay	ap	6	100	60	50
	profil	7	100	66	64

Phần cơ thể	Hướng chụp	Độ dày (cm)	Khoảng cách FF	Máy 2 xung	
				kV	mA.s
Cổ tay	ap	4	100	60	25
	profil	6	100	60	50
Bàn tay	ap	3	100	55	25
Cổ xương đùi	profil	22	100	66	100
Đùi trên	ap			70	50
	profil	13	100		
Khớp gối	ap	12	100	60	40
	profil	10	100	60	32
Cẳng chân	ap	11	100	60	32
	profil	9	100	60	40
Cổ bàn chân	ap	9	100	60	20
	profil	7	100	60	80
Sọ mặt	pa	19	100	73	50
	profil	16	100	66	125
Xoang mặt	pa	22	100	73	125
Hàm dưới	profil	11	100	60	20
Tim phổi	pa	21	150	63	32
	profil	30	150	73	
Xương sườn	pa	20	100	63	50
Hệ tiết niệu	ap	19	100	66	100
Dạ dày	Pa	22	70	81	12
Thai nhi	Pa	32	100	81	125
Cổ : 1 – 7	profil	12	150	63	32
4 – 7	ap	13	100	63	64
Lưng : 1 – 4	ap	21	100	77	100
	ap	19	100	73	80
	profil	27	100	81	200
5 – cùng cột	ap	22	100	81	100
	profil	33	100	85	250
Khung chậu	ap	20	100	73	80

Khi chụp có lưới lọc thông số chụp chúng ta phải lấy cao hơn so với chụp không có lưới.

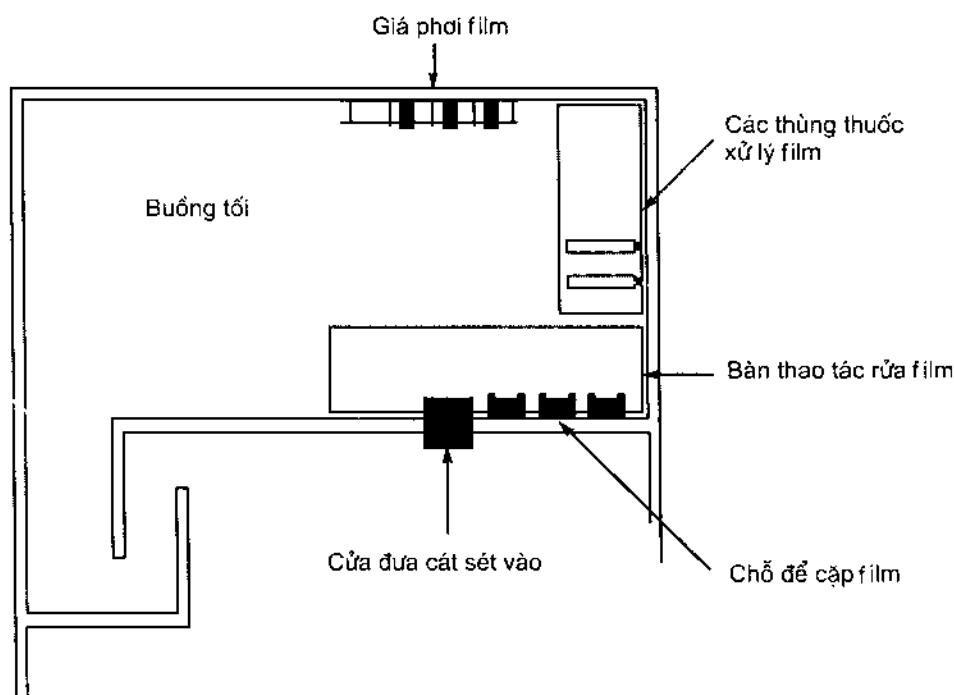
3. KỸ THUẬT BUỒNG TỐI

Buồng tối xử lý film phải đảm bảo tối. Khi cửa buồng đóng lại, không được có bất kỳ ánh sáng nào lọt vào.

Kiểm tra điều này bằng cách đi vào buồng tối đóng cửa lại khoảng 10 phút, sau đó nhìn xung quanh một cách cẩn thận để tìm xem có bất kỳ ánh sáng nào lọt qua khe xung quanh. Kiểm tra buồng tối vào các thời gian khác nhau trong ngày để thay đổi góc chiếu của mặt trời.

Buồng tối phải luôn luôn sạch sẽ, khô thoáng, không bụi, bẩn, nhất là bàn thao tác film và cassette. Sàn nhà nên lau chùi hàng ngày. Bể chứa hoá chất xử lý film cần phải giữ sạch sẽ và phải đậy kín khi không sử dụng.

– Ánh sáng được dùng trong buồng tối có thể là xanh lá cây, da cam, vàng hoặc nâu. Tất cả các loại ánh sáng an toàn nên treo cao ít nhất 1,3m cách bàn thao tác film, công suất các đèn phát ra ánh sáng an toàn không được vượt quá 25W.



Hình 6.3. Buồng rửa film theo tiêu chuẩn WHO.

– Xử lý film là chuỗi các thao tác nhằm có được hình ảnh đáng tin cậy. Trong quá trình xử lý film thứ tự các thao tác gồm các bước sau:

- Ghi tên bệnh nhân lên film.
- Nhúng film vào thuốc hiện hình.
- Làm sạch thuốc hiện qua nước sạch.
- Nhúng film vào thuốc hãm.

e) Lau sạch vết không cần thiết trên film.

f) Sấy khô film.

– Thuốc rửa film là các hoá chất bột, gồm có thuốc hiện hình và hãm hình.

* Thuốc hiện hình gồm:

Metol	5g
Sulfit natri tinh thể	80g
Hydroquynon	8g
Cabonat kali	40g
Bronua kali	3g
Nước	1000ml

* Thuốc hãm hình

Hyposulfit natri tinh thể	400g
Sulfit natri tinh thể	50g
Axit boric	40g
Nước	1000ml

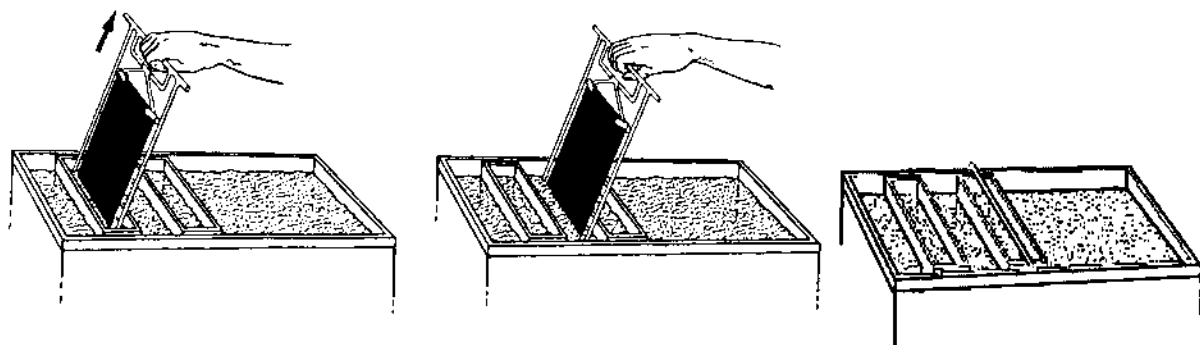
Các máy rửa film tự động thường dùng thuốc nước đóng từng chai đã pha chế sẵn.

Thuốc hiện hình ký hiệu là chữ D (Developer)

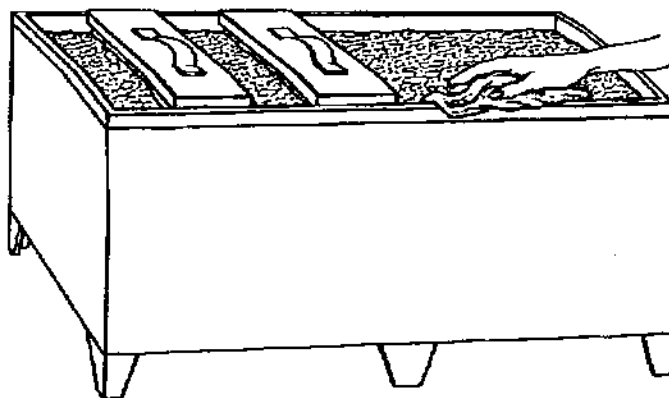
Thuốc hãm hình ký hiệu là chữ F (Fixer)

Chú ý đọc kỹ hướng dẫn sử dụng trên từng chai để pha thêm lượng nước cho phù hợp. Nước dùng để pha thuốc rửa film là nước mềm, không lẫn tạp chất, tốt nhất là dùng nước cất một lần. Không được dùng lẫn lộn giữa thùng đựng thuốc hiện và thùng đựng thuốc hãm. Que khuấy thuốc cũng phải dùng riêng. Lau chùi sạch sẽ các hoá chất bị dấy ra thành thùng hoặc xuống sàn nhà. Đậy nắp thùng khi không sử dụng.

Quy trình xử lý film được minh hoạ trên hình 6.4.



Hình 6.4. Lấy film ra khỏi thuốc hiện sau đó cho film vào thuốc hãm.



Hình 6.5. Sau khi xử lý film vệ sinh đáy nắp thùng lại.

4. BẢO VỆ KHỎI TIA X

Tia X là một loại bức xạ điện từ ion hóa, giống như các bức xạ ion hóa khác : α , β , γ các bức xạ này đều gây nên ảnh hưởng sinh học cho cơ thể. Khi sử dụng tia X cần phải tôn trọng những quy định bảo vệ tia X cho bệnh nhân, nhân viên và dân cư quanh vùng.

4.1. Các tác hại do tia X gây ra

Tuỳ theo liều lượng chiếu xạ và độ nhạy cảm tia X của một cấu trúc sinh học, các tổn hại sẽ ở mức độ khác nhau.

Tác dụng sinh học của tia X trên các tế bào thường mang đặc tính huỷ hoại. Có 3 loại tác dụng là: di truyền, thân thể và ngẫu nhiên.

Tác dụng di truyền chỉ thấy ở thế hệ tiếp sau của vật thể bị nhiễm tia X, nhưng lại có một đặc điểm quan trọng là chỉ một liều nhỏ đã có thể gây nên tác hại nghiêm trọng, thí dụ như hiện tượng ngẫu biến.

Tác dụng trên cơ thể có thể hiểu là những tổn thương của tế bào, tổ chức hay cơ quan của sinh vật bị nhiễm xạ. Đây chính là cơ sở để trị liệu bằng tia X nhằm tiêu diệt các mô tổ chức bệnh lý (ví dụ khối u). Những tổn hại này còn gặp ở các cán bộ y tế thường xuyên tiếp xúc với tia X và các chất phóng xạ (có thể gây nên viêm da hoặc ung thư) có hai loại tổn thương cấp tính và tổn thương muộn.

Tổn thương cấp tính là bị nhiễm một liều nhiễm xạ tia X quá lớn mà chúng ta có thể phát hiện ra ngay.

Nguy hiểm hơn là các tổn thương muộn mà có một khoảng thời gian tương đối dài từ lúc bị nhiễm xạ đến lúc xảy ra tổn thương. Khi phát hiện ra đã muộn.

4.2. Tác hại trên các bộ phận cơ thể

Cơ quan tạo huyết rất nhạy cảm với tia X và phóng xạ, phản ứng thường gặp ở tuần thứ 3 và thứ 6 sau khi bị nhiễm xạ phá hủy bạch cầu và kìm hãm sinh sản của cơ quan tạo huyết gây ra giảm bạch cầu huyết đồ chuyển trái.



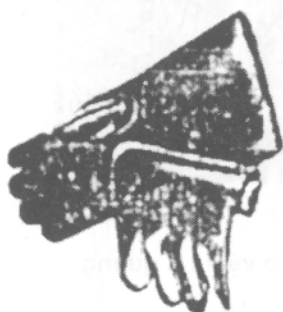
O - 45



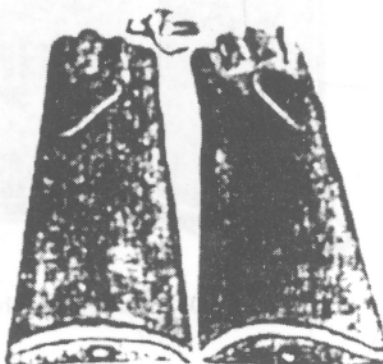
O - 46



Hình 6.6. Các loại áo chì bảo vệ tia X quang.

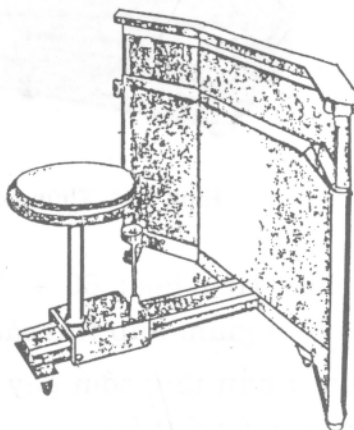
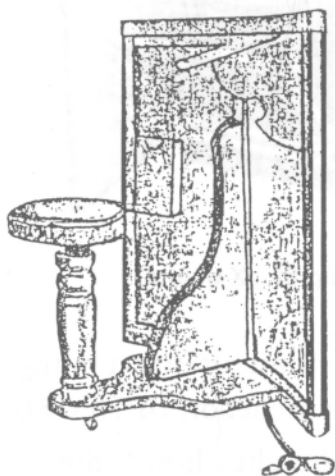


O-62

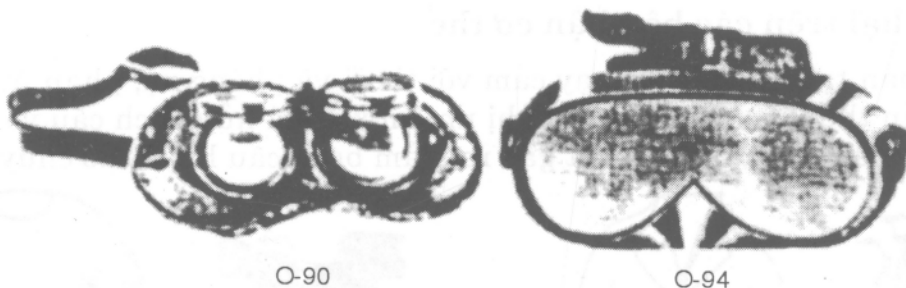


O-64

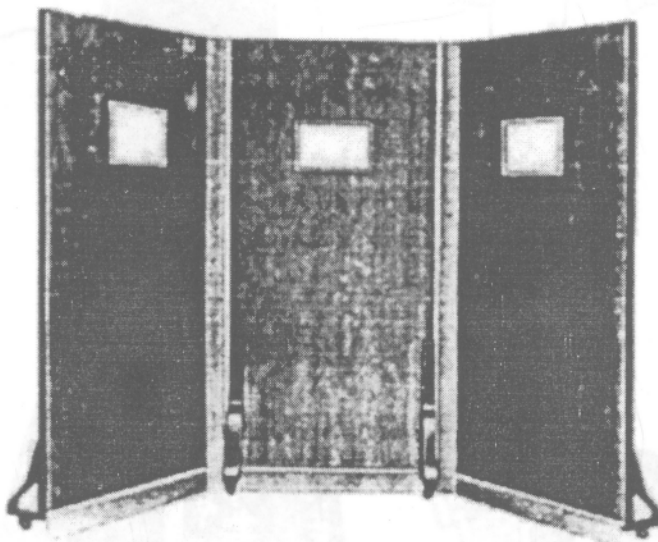
Hình 6.7. Các loại găng tay chì bảo vệ tia X quang.



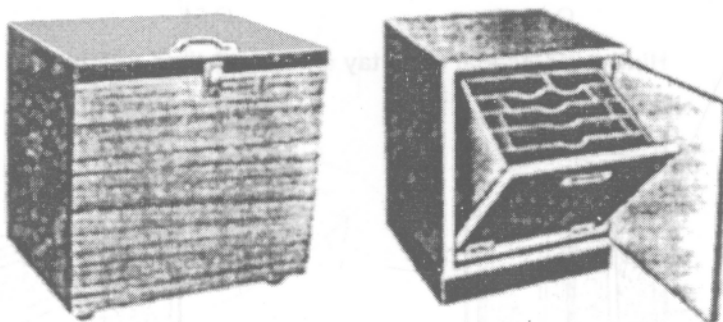
Hình 6.8. Các loại ghế có dát chì cho KTV – X quang



Hình 6.9. Các loại kính bảo vệ tia X quang.



Hình 6.10. Bình phong chì bảo vệ tia X quang



Hình 6.11. Thùng có đất chì đựng film X quang.

– Ở bộ máy tiêu hóa: 60 ÷ 70% bệnh nhân điều trị vùng bụng bằng quang tuyến X bị giảm hấp thụ các chất hidrat cacbon từ 10 ÷ 50%.

– Trên da: Phản ứng sớm gây đỏ da có thể chia làm 3 đợt: vài giờ đến 3 ngày, 3 tuần lễ; trên 6 tuần.

Phản ứng kéo dài, cứng da, khô da, loét do quang tuyến nếu liên tục tại chỗ trên 2.000R

- Ổ xương: Mất vôi, xơ rỗ xương, hoại tử xương.

- Hô hấp: Niêm mạc miệng và họng hay bị nhất, viêm và phù nề tạo thuận lợi cho u phát triển. Ở phổi có thể gây viêm phổi, xơ phổi, u phổi. Để giảm tác hại do tia X gây ra, khi làm việc với tia X, ta phải dùng các thiết bị bảo vệ sau:

- Các loại áo chì để bảo vệ khỏi tia X.

- Các loại găng tay chì bảo vệ khỏi tia X.

- Các loại ghế bảo vệ cho người sử dụng máy X quang.

- Các loại kính bảo vệ tia X.

- Bình phong chì bảo vệ tia X.

- Thùng đựng film có dát chì chống tia X.

- Thần kinh: Liều từ 1.500 ÷ 5.000R gây ra phù não tổn thương các mạch máu não, chảy máu và hoại tử não. Tổn thương chậm: u não.

- Mắt: viêm loét giác mạc và màng tiếp hợp, thủy tinh thể rất mẫn cảm với tia xạ (vì không có mạch nuôi). Với liều 400 ÷ 450R gây ra đục thủy tinh thể chậm.

- Cơ quan nội tiết: Độ mẫn cảm giảm dần theo trình tự sau: tuyến ức, tuyến yên, vỏ thượng thận, giáp trạng.

- Sinh dục: Cầm xạ cao nhất với tia xạ.

- 300R gây ra vô sinh tạm thời, trên 400R gây ra vô sinh vĩnh viễn.

- Trên 500R giảm chức năng nội tiết sinh dục.

Các rối loạn của các tế bào giống của nam và nữ có thể xảy ra từ liều rất thấp và gây ngẫu biến ở thế hệ F_1 (dị tật, quái thai).

4.3. Các biện pháp để giảm liều lượng tia X

- Chỉ phát xạ tia X khi thật cần thiết.

- Thu nhỏ diện phát xạ đến mức tối thiểu cần thiết.

- Giảm liều chiếu xạ theo thời gian và không gian.

- Che chắn bằng các phương tiện bảo vệ đối với các bộ phận không cần thiết (bảo vệ bằng chì, cao su chì).

- Giữ đúng khoảng cách (tiêu điểm – film) theo quy định.

- Không gây nhiễm xạ nếu không cần thiết. Phòng đợi của bệnh nhân phải ở ngoài khu vực nhiễm xạ.

– Đo liều nhiễm xạ ở các phòng máy và các phòng lân cận để kiến nghị các biện pháp an toàn phóng xạ.

– Đo liều nhiễm xạ cho nhân viên hành nghề X quang.

– Sử dụng các trang bị bảo vệ quang tuyến.

Bình phong chì, kính chì, găng tay, yếm bảo vệ mỗi khi tiếp xúc với quang tuyến.

– Chỉ định chiếu, chụp X quang chặt chẽ, chính xác.

– Phòng máy X quang phải an toàn về điện, máy phải có dây tiếp đất thật tốt.

– Phòng đặt máy cần thông thoáng, không để tia X lọt ra ngoài.

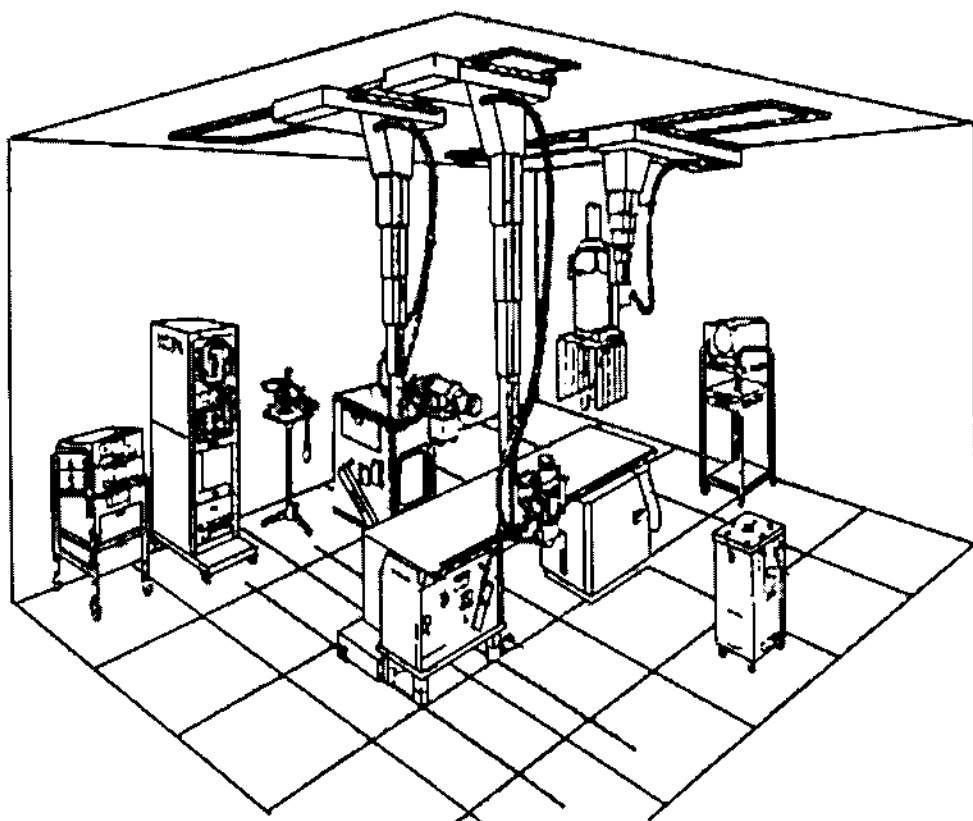
– Cửa phòng, đặt máy phải có lớp bảo vệ tương đương với 1/5mm chì.

– Tường phòng đặt máy phải tương đương với 2mm chì.

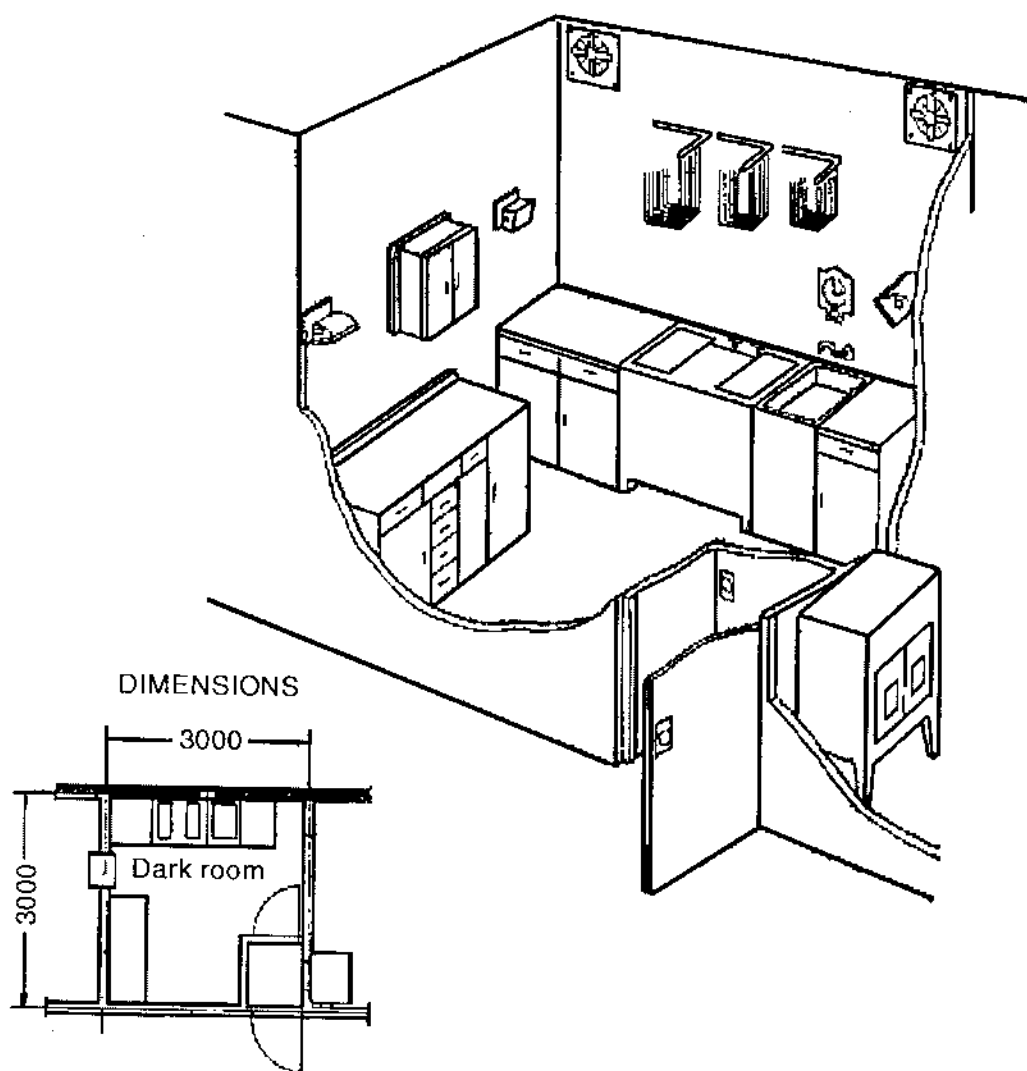
(Độ dày vữa tường 4cm gồm xi măng + barit công nghiệp tỷ lệ 1/3).

– Diện tích phòng máy không nên dưới $20m^2$, chiều cao không được dưới 3m.

– Đối với các máy có buồng chiếu thì yêu cầu buồng phải đủ tối, nếu cần nên trang bị máy điều hòa và máy hút ẩm để đảm bảo cho máy có tuổi thọ cao.



Hình 6.12. Quang cảnh một buồng X quang.



Hình 6.13. Một buồng rửa film X quang.

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

- | | |
|--|-------------|
| 1. Hình ảnh chụp bằng tia X là ảnh phẳng xếp chồng. | Đúng – Sai. |
| 2. Khi tăng kV bước sóng tia X tăng. | Đúng – Sai |
| 3. Lọc tia X là loại trừ các tia có bước sóng ngắn. | Đúng – Sai. |
| 4. Khi chụp các chi tiết cần thăm khám chúng ta đặt khoảng cách giữa bóng và vật chụp là như nhau. | Đúng – Sai. |
| 5. Phòng đặt máy X quang không cần dát chì hoặc trát barit. | Đúng – Sai. |

6. Tốc độ di chuyển của tấm lọc động không ảnh hưởng đến chất lượng film X quang.

Đúng – Sai.

7. Các dụng cụ trong buồng tối như: Thuốc rửa film, bìa tăng quang, cần tránh ánh sáng mạnh chiếu vào.

Đúng – Sai.

Chọn câu trả lời đúng nhất:

8. Khi chụp phổi thẳng sau trước chúng ta đặt khoảng cách giữa tiêu điểm của bóng và bệnh nhân là:

a) 0,8m.

b) 1m.

c) 1,5m.

9. Tấm lọc có tác dụng:

a) Ngăn cản tia X có bước sóng ngắn.

b) Ngăn cản tia X có bước sóng dài.

c) Ngăn cản tia thứ cấp.

10. Ánh sáng đèn trong buồng xử lý film là:

a) Màu vàng công suất 25W.

b) Màu trắng công suất 30W.

c) Màu trắng công suất 25W.

Các câu tự lượng giá:

11. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc bóng X quang 2 cực chân không? Điều kiện để một bóng X quang làm việc tốt.

12. Trình bày sự khác nhau về cấu tạo của bóng X quang anốt quay và bóng X quang anốt cố định? Ưu điểm của bóng X quang anốt quay.

13. Trình bày các thông số cơ bản của một bóng X quang. Những điểm cần lưu ý khi thay thế một bóng X quang.

14. Vẽ và trình bày nguyên lý làm việc mạch chỉnh lưu cầu 1 pha?

15. Vẽ và trình bày nguyên lý làm việc mạch chỉnh lưu 3 pha nửa sóng?

16. Vẽ và trình bày nguyên lý làm việc mạch chỉnh lưu 3 pha cả sóng?

CƠ SỞ KỸ THUẬT MÁY X QUANG CAO TẦN

Mục tiêu:

- Vẽ được sơ đồ khối một máy X quang cao tần.
- Phân tích được nhiệm vụ chính các khối.
- Trình bày được sự khác nhau giữa máy X quang cao tần và máy X quang tần thấp.
- Trình bày được nguyên lý tạo tần số cao được sử dụng trong máy X quang cao tần.

1. KHÁI NIỆM CHUNG

Các máy X quang thông thường khối cao áp được cung cấp điện áp tần số công nghiệp 50Hz hoặc 60Hz, chúng đều có nhược điểm:

- Độ gọn sóng của điện áp sau chỉnh lưu cao áp khi phát tia khá lớn.
- Tia X bức xạ không liên tục do vậy chùm tia X có nhiều bước sóng không mong muốn.
- Công suất của biến thế cao áp lớn dẫn đến khối cao áp cấu trúc nặng nề, cồng kềnh.

Để khắc phục các nhược điểm trên chúng ta đã cho ra đời máy X quang thế hệ mới, đó là máy X quang cao tần.

Khi sử dụng tần số cao có ưu điểm:

- Độ gọn sóng của điện áp sau chỉnh lưu bé, chỉ cần tụ lọc có chỉ số điện dung khoảng $0,1 \rightarrow 1\mu\text{F}$ là đủ, rất dễ dàng cho việc chế tạo.
- Khi tăng tần số, vật liệu chế tạo lõi biến thế cũng thay đổi, chúng ta có thể sử dụng lõi ferit là vật liệu có trọng lượng riêng thấp hơn tôn silic rất nhiều, nên đã giảm được trọng lượng và kích thước biến thế cao áp.
- Mật khác số vòng dây của biến thế cao áp cũng giảm do trở kháng cuộn dây tăng theo tần số ($Z_L = 2\pi fL$).
- Tần số của các máy X quang cao tần đang sử dụng ở nước ta là: 30kHz – 100kHz ($30.000\text{Hz} \rightarrow 100.000\text{Hz}$).

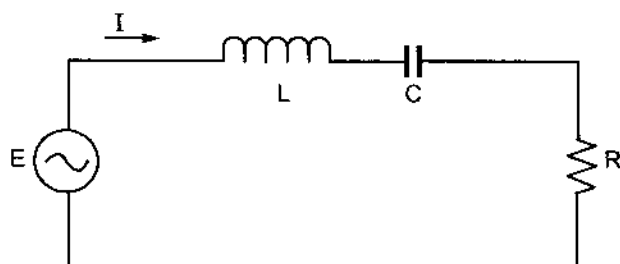
2. MÁY X QUANG CAO TẦN

2.1. Cơ sở lý thuyết máy X quang cao tần

Mạch cộng hưởng gồm 3 phần tử R.L.C nối tiếp (hình 7.1).

Trở kháng của mạch được tính:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (7.1)$$



Hình 7.1. Mạch cộng hưởng R.L.C nối tiếp.

Biểu thức này nói lên sự phụ thuộc của $|Z|$ vào tần số góc ω của nguồn E:

$$\omega = 2\pi f \quad (7.2)$$

Quả biểu thức (7.2) chúng ta nhận thấy $|Z|$ phụ thuộc vào tần số nguồn f , từ biểu thức (7.1) ta nhận thấy $|Z|$ có giá trị cực tiểu khi:

$$\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 = 0$$

Giải phương trình này ta có:

$$\begin{aligned} \omega L - \frac{1}{\omega C} &= 0 \\ \omega^2 LC &= 1 \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0 \end{aligned} \quad (7.3)$$

Từ (7.2) và (7.3) ta có:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = f_0$$

$$\text{Khi:} \quad f = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}})$$

$$Z = R$$

f_0 : Gọi là tần số cộng hưởng.

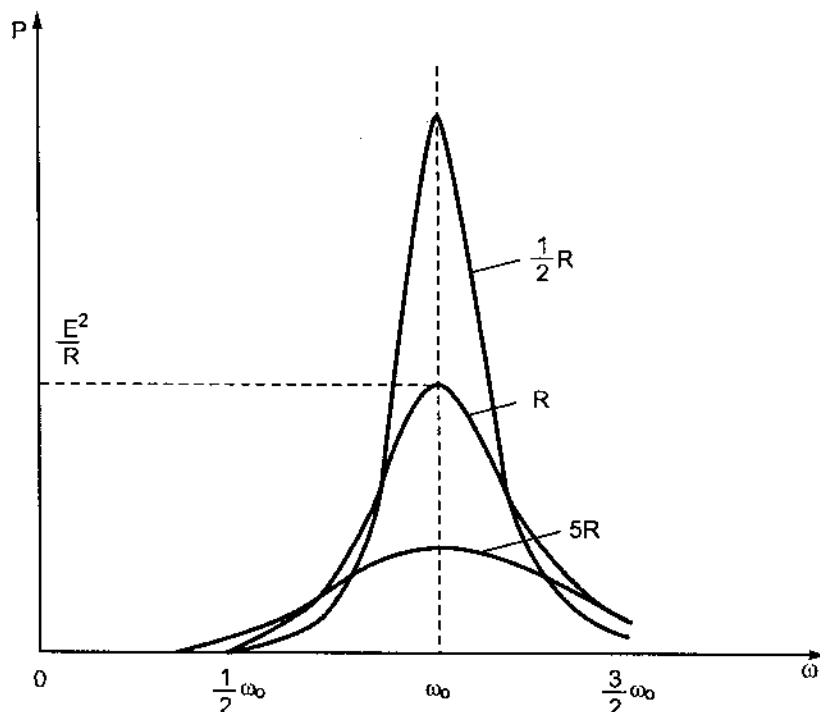
ω_0 : Gọi là tần số góc cộng hưởng.

Nhìn vào biểu thức (7.1) ta nhận thấy, khi tần số của nguồn cung cấp

thay đổi, giá trị $|Z|$ cũng thay đổi $\Rightarrow$ dòng trong mạch thay đổi $\Rightarrow$ công suất điện trở nhận được cũng thay đổi theo biểu thức: $P = R|I|^2$

$$P = R \left(\frac{E}{|Z|} \right)^2 = \frac{RE^2}{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \quad (7.4)$$

Chúng ta có thể biểu diễn quan hệ giữa công suất và tần số góc theo đồ thị sau: (hình 7.2: Quan hệ giữa công suất và tần số góc). Đây là nguyên lý cơ bản được áp dụng vào máy X quang cao tần loại cộng hưởng nối tiếp.



Hình 7.2. Quan hệ giữa công suất và tần số góc.

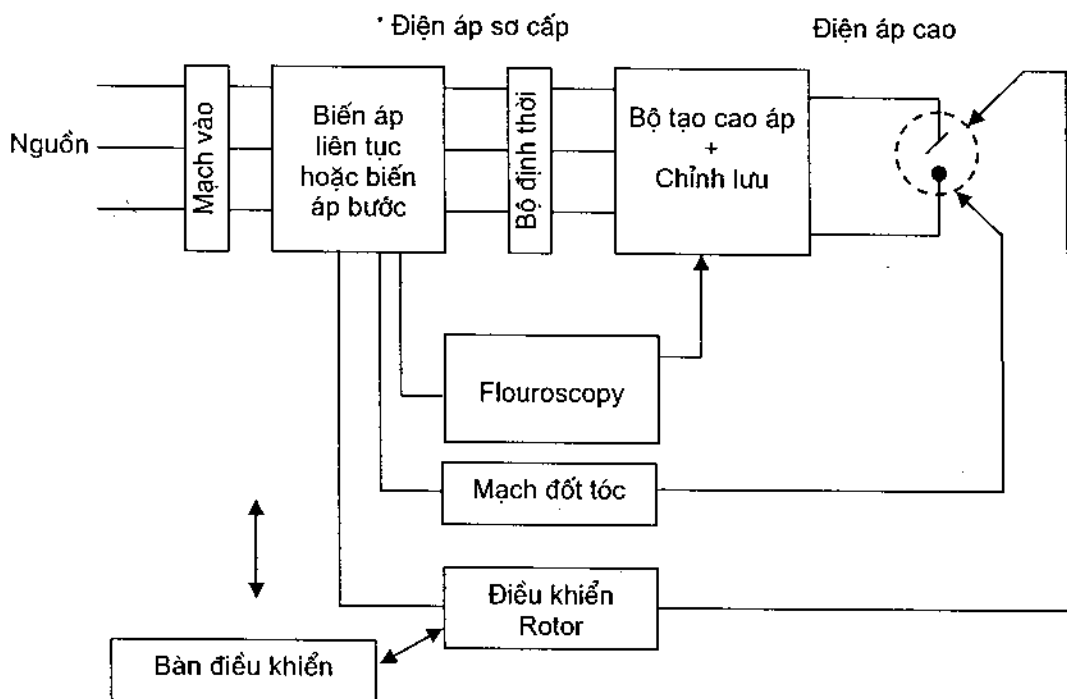
2.2. Sơ đồ khối máy X quang cao tần

Chúng ta hãy so sánh sơ đồ khối máy X quang cao tần và máy X quang tần số thấp (hình 7.3: (a) và (b)).

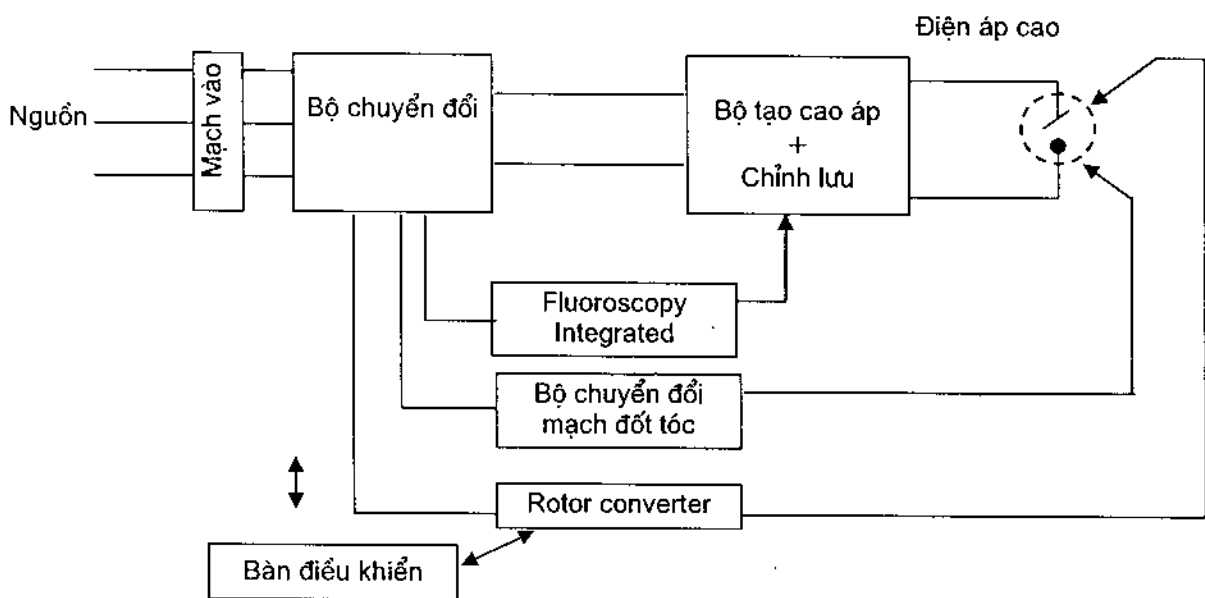
Nhìn vào sơ đồ khối chúng ta thấy:

– Máy X quang cao tần và máy X quang tần thấp đều có các khối chức năng như nhau, nhưng nguyên lý hoạt động của chúng khác nhau chút ít. Vì máy X quang cao tần sử dụng tần số cao ở một số mạch: tạo cao áp, đốt tóc đèn, anốt quay, nên các mạch này đều có thêm mạch biến đổi tần số “converter”.

Do việc sử dụng tần số cao nên việc điều chỉnh kV, mA trong máy X quang cao tần cũng hoàn toàn khác so với máy X quang tần số thấp. Chúng ta sẽ đề cập đến cụ thể cho từng hệ thống.



Hình 7.3. a. Sơ đồ khối máy X quang tần số thấp.



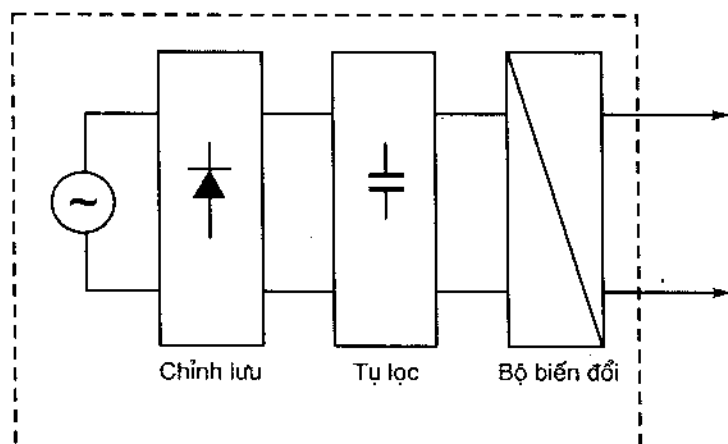
Hình 7.3 b. Sơ đồ khối máy X quang cao tần.

3. NGUYÊN LÝ TẠO TẦN SỐ CAO

3.1. Cấu tạo sơ đồ khối bộ đổi tần

Sự khác nhau cơ bản của máy X quang cao tần là bộ đổi tần.

Bộ đổi tần trong máy X quang cao tần gồm các khối (hình 7.4).

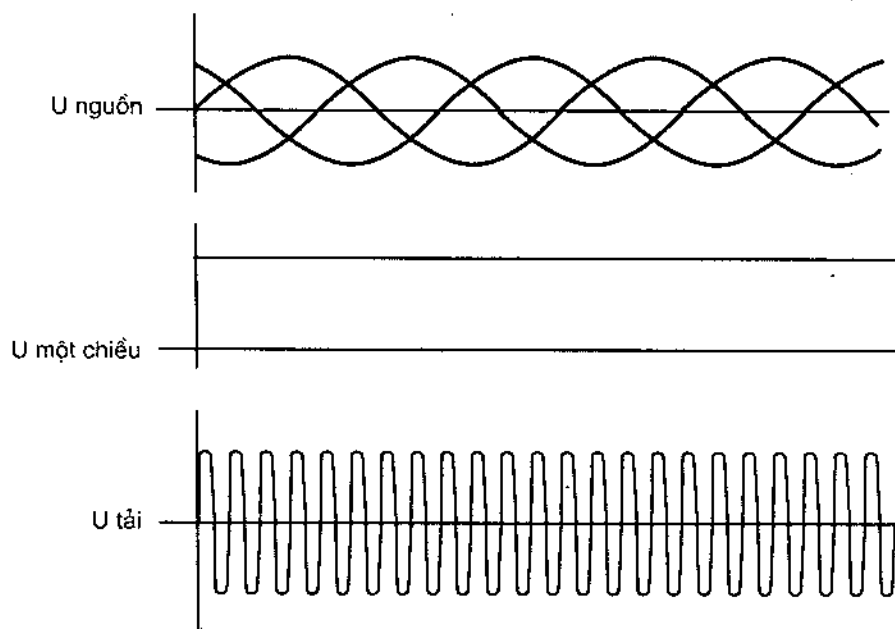


Hình 7.4. Bộ đổi tần.

Gồm:

- Mạch nguồn DC.
- Mạch tạo xung.
- Mạch dao động liên tiếp.

Sau khi qua bộ đổi tần dạng sóng ra như hình sau: (hình 7.5).

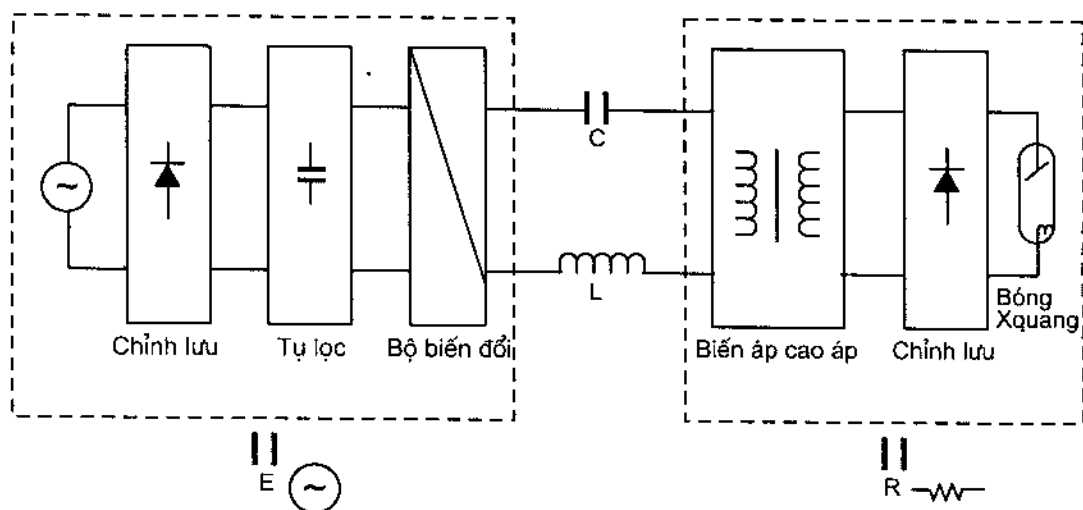


Hình 7.5. Dạng sóng ra bộ đổi tần.

3.2. Mạch tạo cao áp máy X quang cao tần

– Sơ đồ khối (hình 7.6)

Ngoài bộ đổi tần đã nói trên nó còn có thêm biến thế cao áp, chỉnh lưu cao áp, bóng X quang.



Hình 7.6. Sơ đồ khối mạch tạo cao áp máy X quang cao tần.

Điện áp sau khi qua bộ đổi tần cung cấp cho tải là điện áp xoay chiều (AC) nhưng tần số đã được thay đổi theo yêu cầu mong muốn. Chúng ta có thể xem khối cao áp như tải R, gồm: Biến thế cao áp, chỉnh lưu cao áp, bóng X quang:

$$P = kV \cdot mA$$

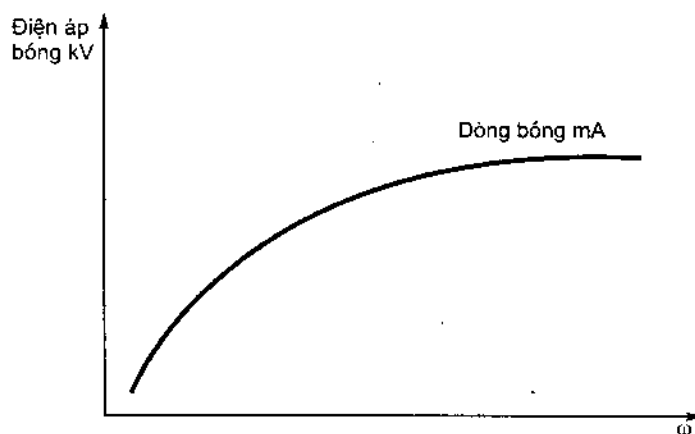
kV: Điện áp đặt lên anốt bóng X quang.

mA: Dòng qua bóng X quang.

Với R là điện trở thuần ta có quan hệ:

$$R \approx \frac{kV}{mA}$$

Kết hợp với các tham số hình 7.2 ta có thể vẽ được đồ thị quan hệ giữa điện áp đặt anốt bóng X quang và tần số góc ω như hình 7.7.

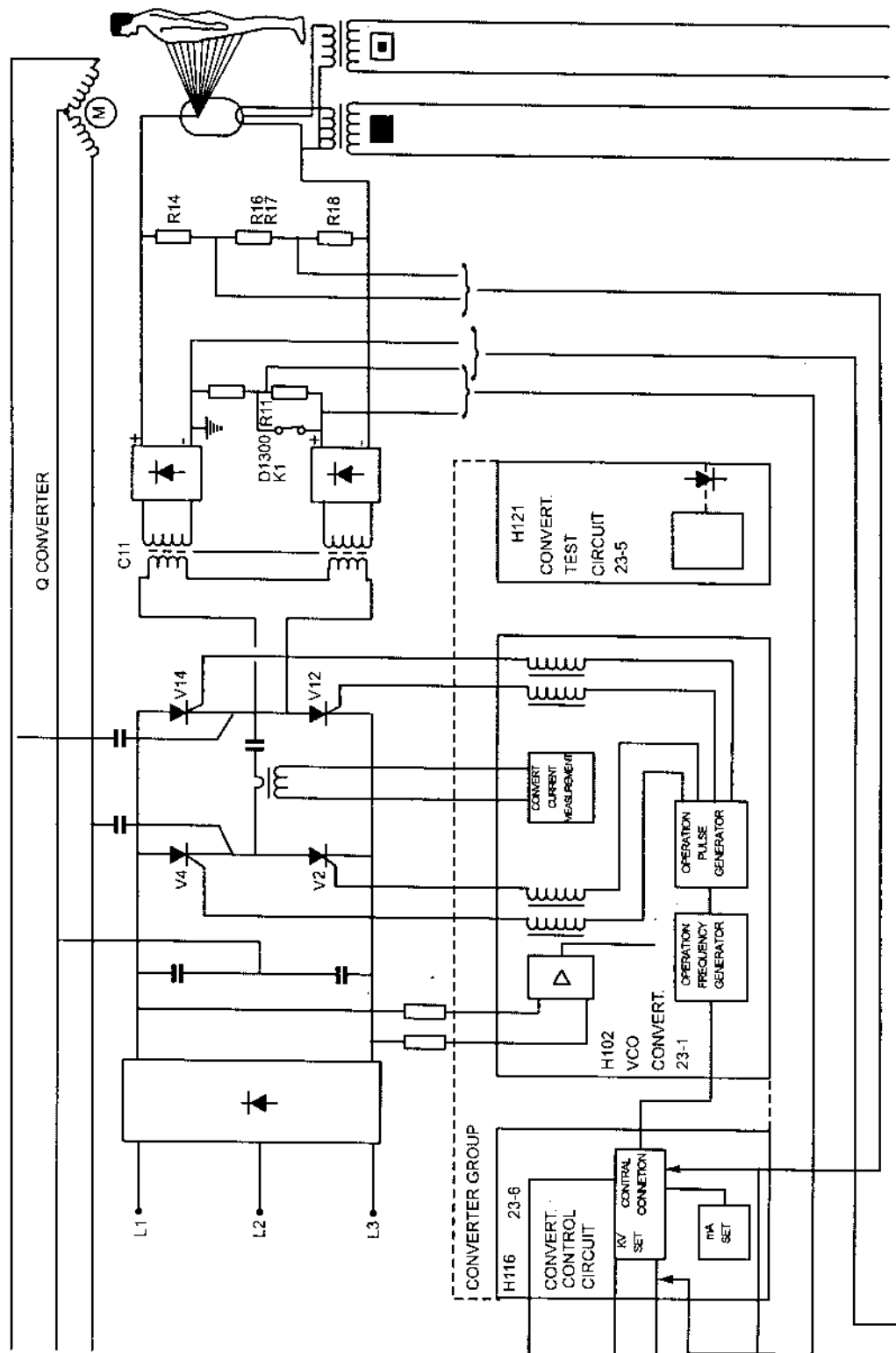


Hình 7.7. Quan hệ giữa điện áp đặt anốt bóng X quang và tần số góc ω .

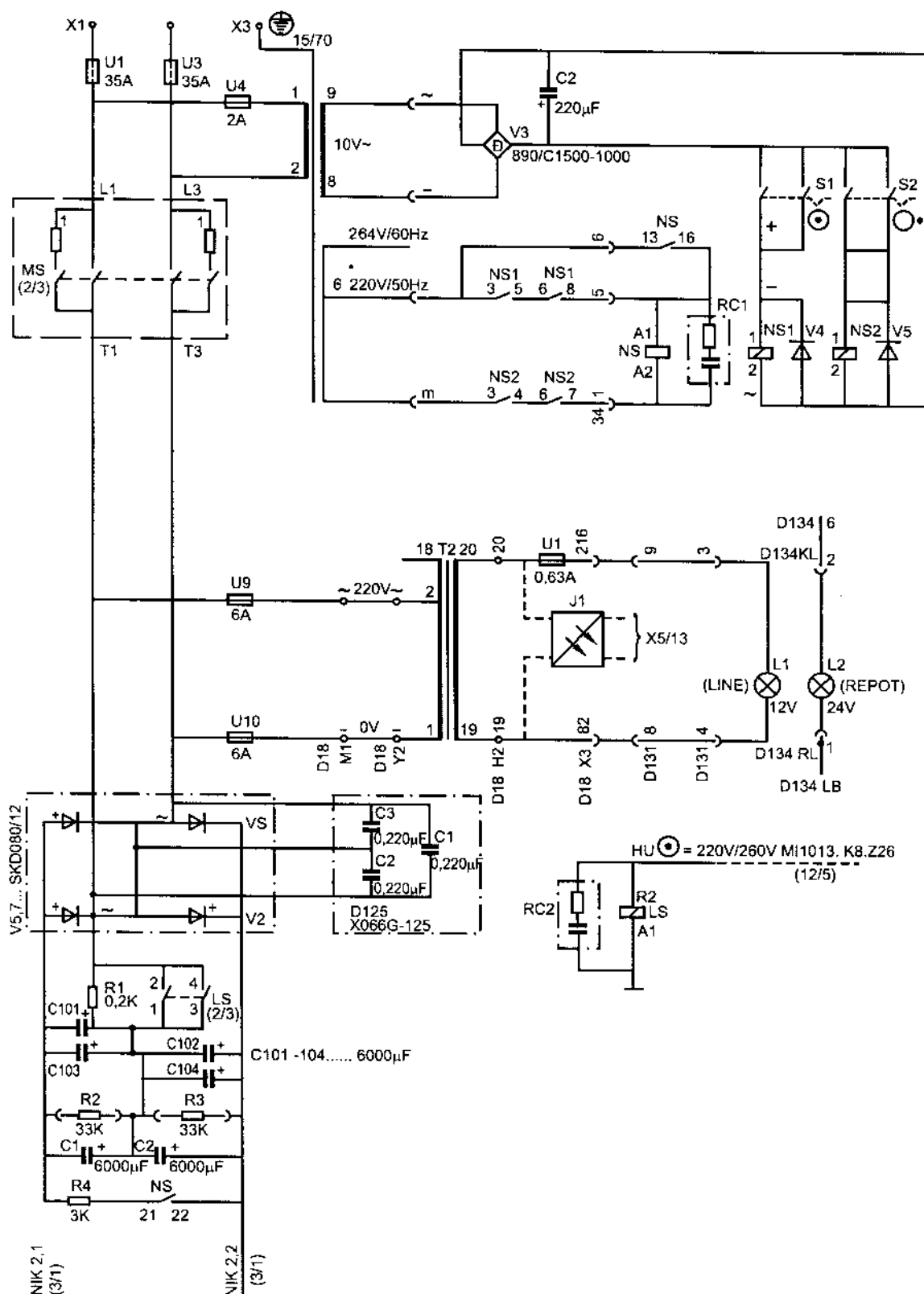
Với giá trị dòng qua bóng không đổi, khi tần số góc thay đổi dẫn đến điện áp đặt anốt bóng cũng thay đổi.

3.3. Xét một số sơ đồ thực tế

(Xem sơ đồ hình 7.8; hình 7.9)



Hình 7.8. Mạch tạo cao áp máy X quang cao tần.



Hình 7.9. Sơ đồ mạch cấp nguồn DC của 1 máy X quang cao tần.

– Mạch nguồn DC

Đây là mạch chỉnh lưu nó được nối trực tiếp với nguồn 1 pha hoặc 3 pha. Với nguồn 1 pha thường được sử dụng mạch chỉnh lưu bội áp (nhân đôi, hình 7.9), trong đó các cặp diốt chéo nhau lần lượt hoạt động khi nguồn điện đảo chiều.

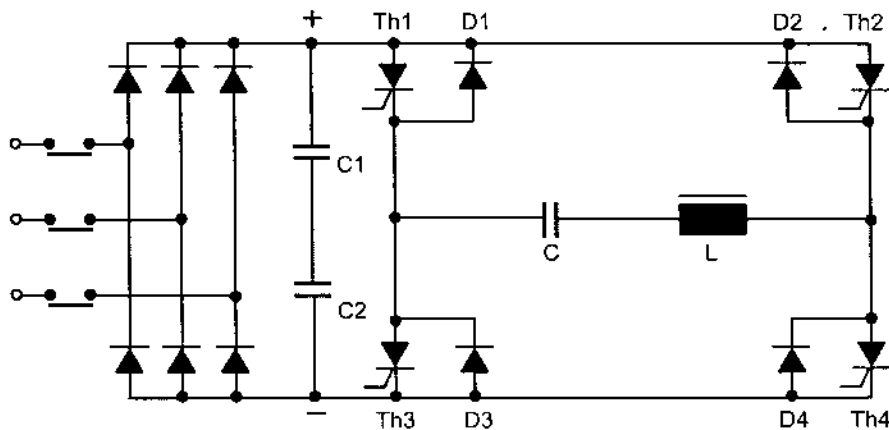
Điện áp DC sẽ bằng tổng điện áp trên hai tụ C_1 , C_2 . Điện áp sau khi chỉnh lưu được lọc bởi tụ C , điện dung của tụ C phụ thuộc vào công suất của máy X quang, công suất càng lớn thì trị số điện dung càng cao. Để tăng thêm điện dung ta phải bổ sung thêm các tụ C_{101} , C_{102} , C_{103} , C_{104} nối song song với tụ C_1 , C_2 , mỗi tụ này có trị số khoảng $6.000 \mu F$ ($1 \mu F = 10^{-6} F$), trị số này rất lớn nên phải là tụ hóa.

– Mạch tạo xung

Nhiệm vụ của mạch là phải tạo ra các xung vuông có tần số f có thể điều chỉnh được, mạch tạo xung trong các máy X quang cao tần hiện nay thường sử dụng các mạch tổ hợp (Intergrated Circuit). Chuỗi xung này được dùng để điều chỉnh việc đóng mở các chuyển mạch điện tử trong mạch dao động liên tiếp.

– Mạch dao động liên tiếp

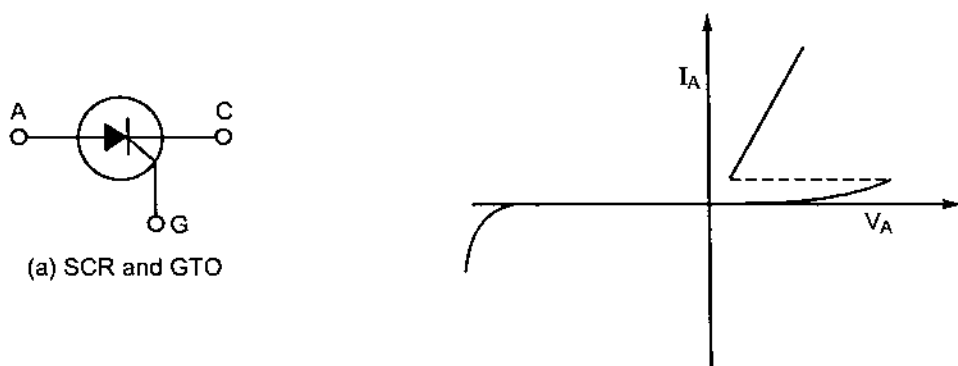
Mạch dao động liên tiếp bao gồm 4 chuyển mạch điện tử : Th_1 , Th_2 , Th_3 , Th_4 (hình 7.10) được nối thành mạch cầu, trong đó một đường chéo của cầu nối với nguồn DC, đường chéo còn lại nối với phụ tải.



Hình 7.10. Mạch dao động liên tiếp dùng Thyristor.

Hiện nay các chuyển mạch điện tử thường dùng là thyristor, nó là loại linh kiện bán dẫn 3 cực: anốt (A), katốt (C), cực điều khiển (G). Ký hiệu và đặc tuyến của nó ở hình 7.11.

Thyristor chỉ dẫn dòng theo chiều từ A $\rightarrow$ C khi có điện áp dương với trị số đủ lớn (khoảng 1V) giữa cực G và A. Khi đã dẫn dòng, thyristor tự duy trì trạng thái này chừng nào dòng I_A còn lớn hơn một giá trị gọi là dòng duy trì. Như vậy thyristor hoạt động như một công tắc cơ khí, so với công tắc cơ khí nó có ưu điểm nổi bật sau:

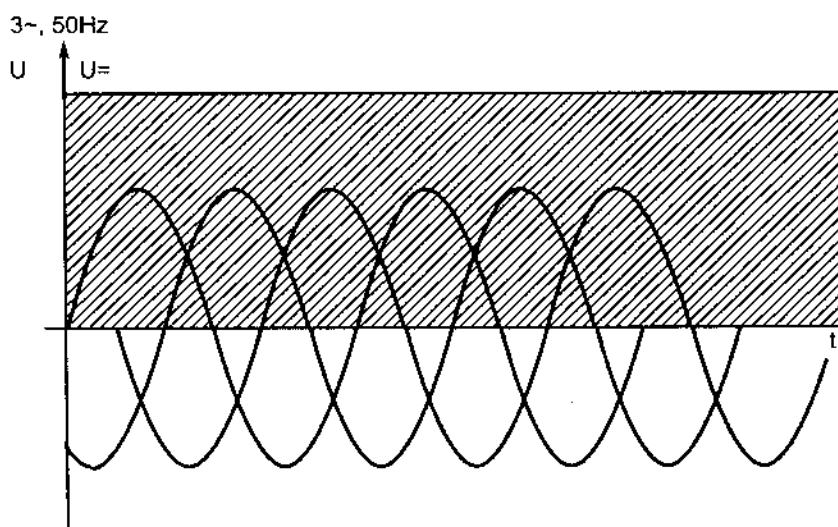


Hình 7.11. Ký hiệu thyristor và đặc tuyến vol-ampe của nó.

- + Đóng cắt tức thời, gần như không có thời gian trễ.
- + Không phát hồ quang vì không có tiếp điểm cơ khí.
- + Dòng có thể đạt hàng trăm ampe.
- + Tuổi thọ cao, độ tin cậy lớn.

Phụ tải của cầu là một mạch gồm: Điện trở, điện cảm, điện dung (R, L, C) nối tiếp.

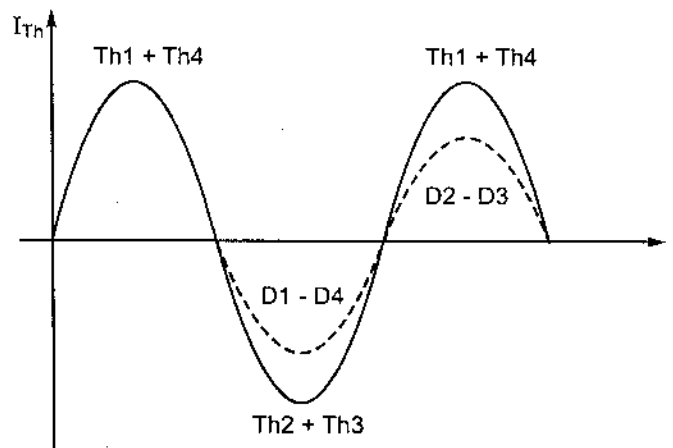
Điện áp xoay chiều tần số 50Hz được đưa vào mạch chỉnh lưu gồm 6 điốt → đầu ra ta có điện áp 1 chiều DC (hình 7.12).



Hình 7.12. Điện áp 3 pha và điện áp 1 chiều sau chỉnh lưu.

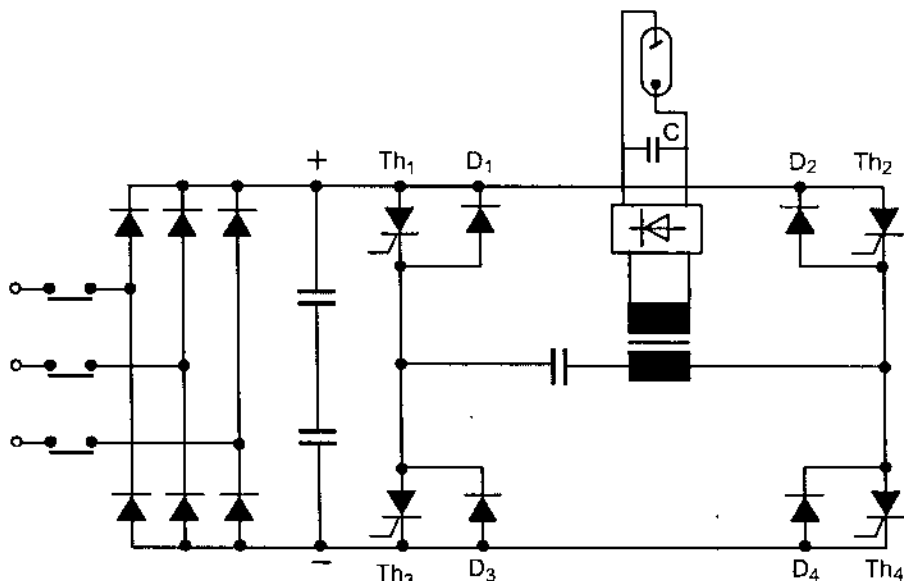
Điện áp 1 chiều sau khi chỉnh lưu được đưa đến 2 thyristor Th_1 , Th_4 , mạch cộng hưởng gồm tụ C, điện cảm L mắc ở điểm giữa của cầu (hình 7.10). Giả sử tại thời điểm có xung đưa đến cực G của Th_1 , Th_4 , 2 thyristor này thông, có dòng qua cuộn dây L, tụ C. Khi điện áp chuyển qua "0" 2 thyristor Th_1 , Th_4 tắt, Th_2 , Th_3 thông, xuất hiện dòng qua L, C theo chiều ngược lại.

Khi các thyristor chuyển động từ thông $\rightarrow$ tắt trên cuộn L sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng có biên độ thấp hơn và ngược chiều với dòng điện khi thyristor thông. Đây là dòng điện không mong muốn, để triệt tiêu dòng điện này người ta dùng 4 diốt D_1, D_2, D_3, D_4 , mỗi diốt song song với 1 thyristor (hình 7.13), là dòng qua các thyristor khi chúng làm việc.



Hình 7.13. Dòng điện qua các thyristor khi chúng làm việc.

Vì có các thành phần điện cảm L, điện dung C, khi có dòng xoay chiều chạy trong mạch, mạch này sẽ dao động với tần số bằng tần số xung điều khiển, trên cuộn L sẽ xuất hiện điện áp cảm ứng U_L , điện áp này sẽ được tăng áp và chỉnh lưu để cung cấp cho anốt bóng X quang.

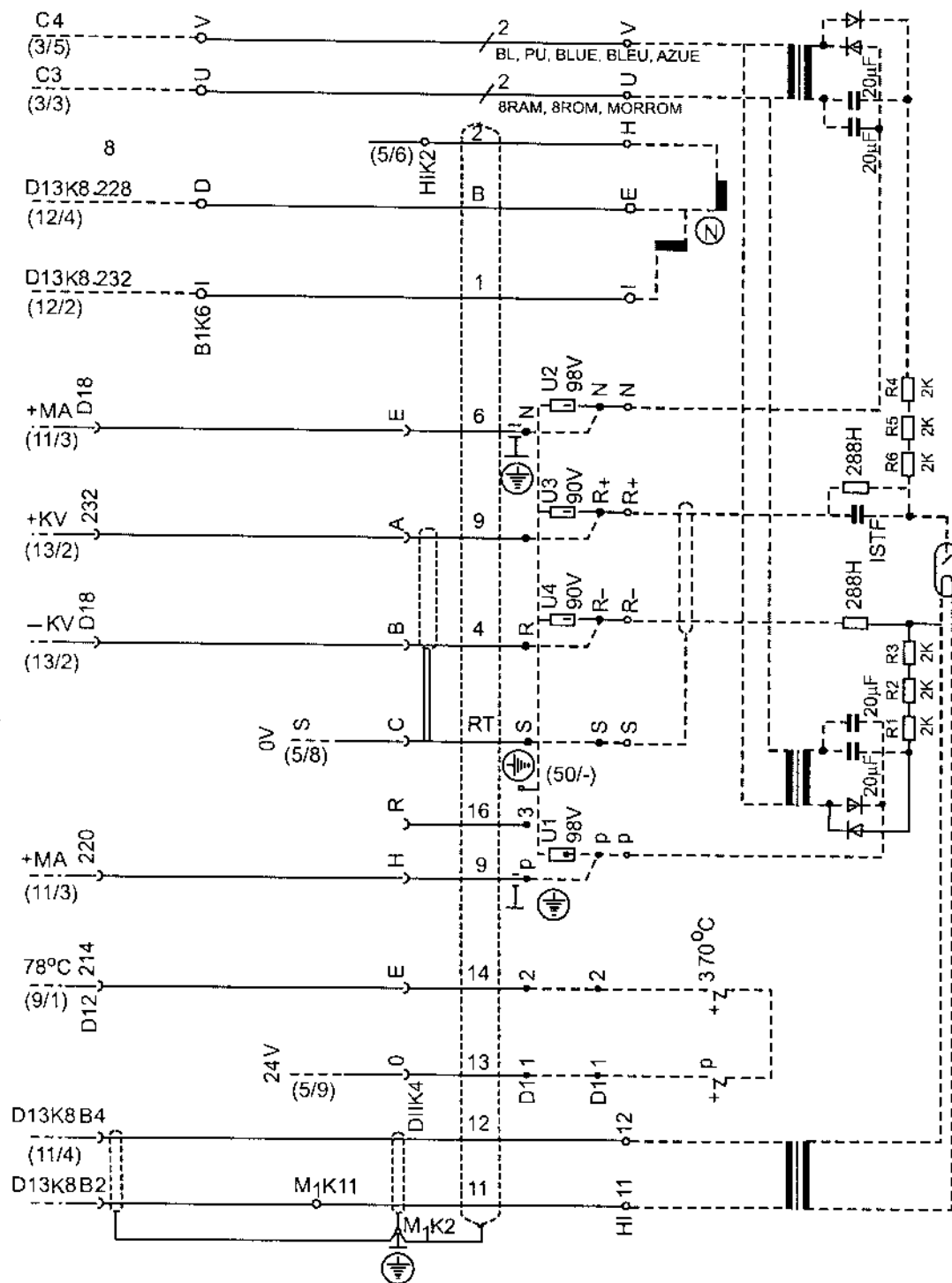


Hình 7.14. Sơ đồ nguyên lý mạch chỉnh lưu cao áp.

– Mạch chỉnh lưu cao áp.

Nhiệm vụ của mạch là tạo ra điện áp DC cung cấp cho anốt bóng X quang. Về cơ bản các mạch chỉnh lưu cũng tương tự như máy X quang tần số thấp. Cuộn dây thứ cấp của biến thế cao áp cũng được chia làm 2 cuộn (hình 7.14; 7.15. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ máy thực tế). Điểm giữa của 2 cuộn cũng được nối với vỏ máy, để giảm sự chênh lệch điện áp giữa anốt với vỏ máy và katốt với vỏ máy. Chính điều này đã tiết kiệm được vật liệu cách điện của

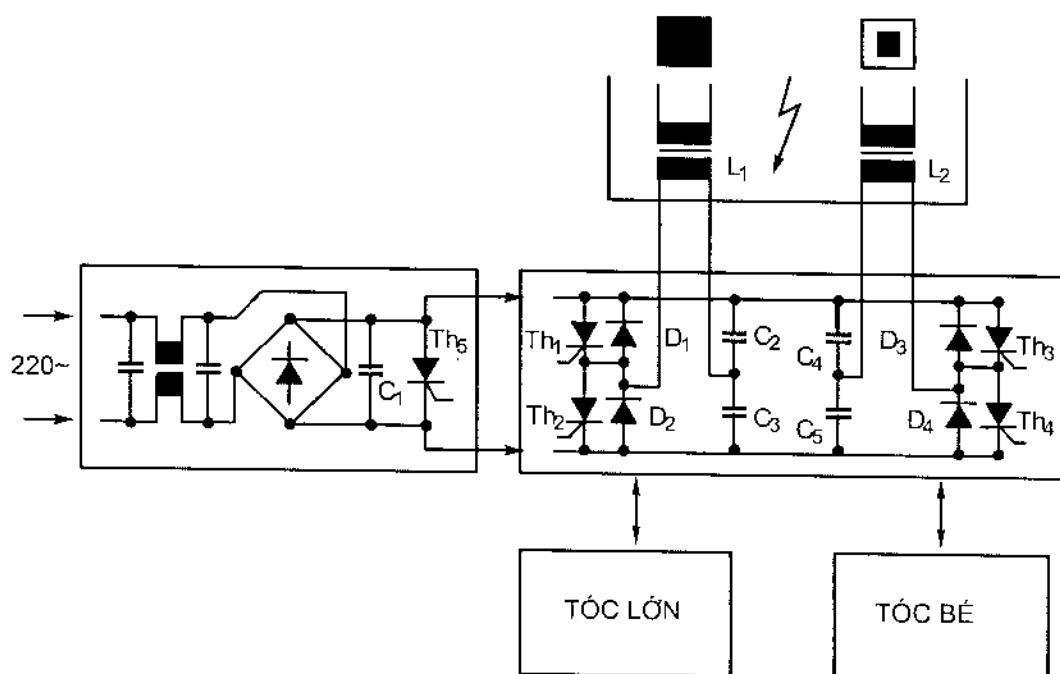
biến thế cao áp, cáp dẫn cao áp cũng chịu điện áp giảm 1/2 lần dẫn đến giá thành cáp cao áp và biến thế cao áp giảm. Mạch chỉnh lưu cao áp thường sử dụng là mạch cầu 1pha hoặc chỉnh lưu bội áp như hình 7.15.



Hình 7.15. Mạch chỉnh lưu cao áp máy X quang cao tần.

4. MẠCH ĐỐT TÓC ĐÈN MÁY X QUANG CAO TẦN

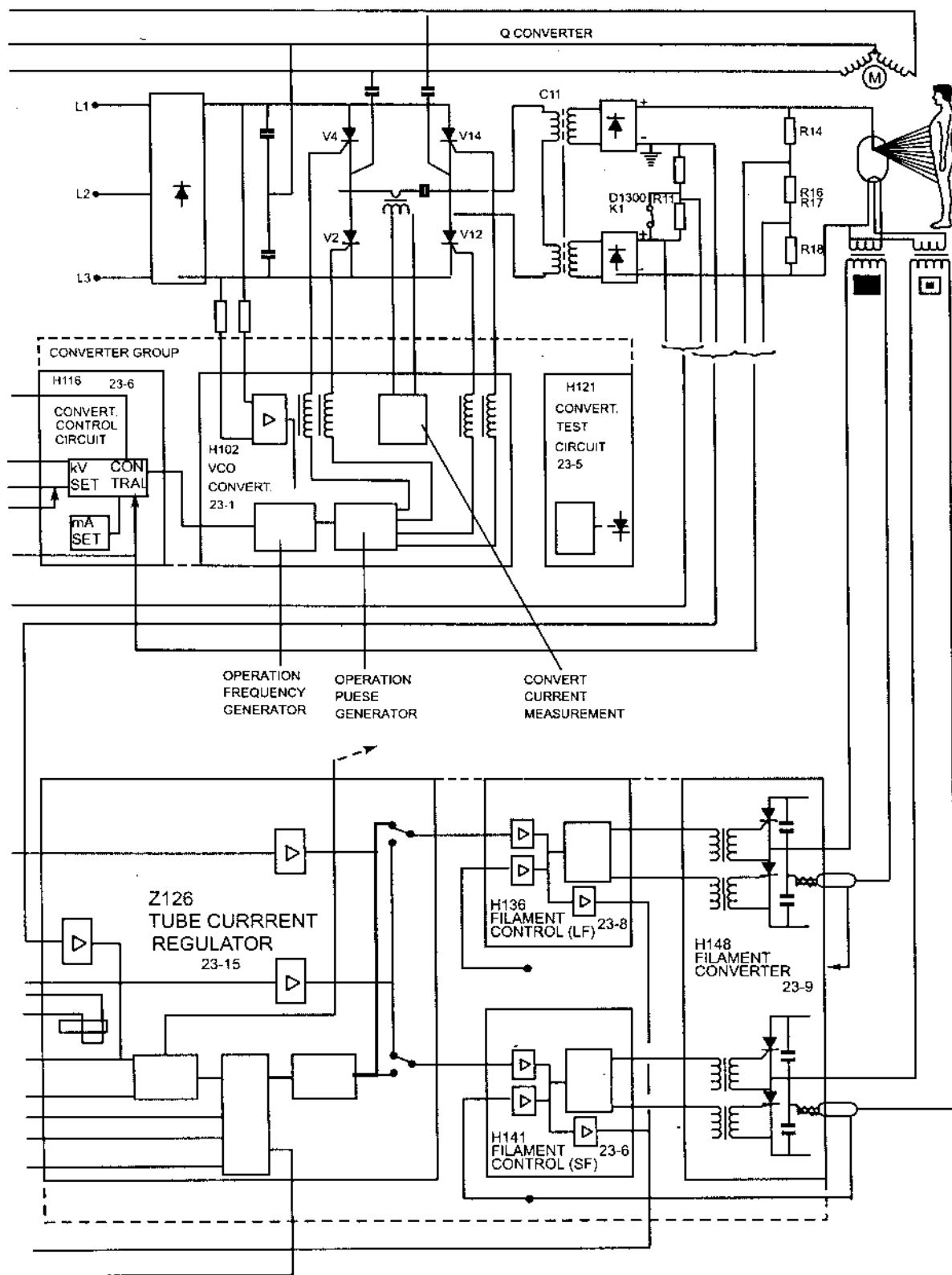
Cũng tương tự như khối tạo cao áp, muốn sử dụng điện áp tần số cao cung cấp cho mạch đốt tóc chúng ta cũng phải sử dụng mạch biến đổi tần số (bộ đổi tần).



Hình 7.16. Sơ đồ nguyên lý mạch đốt tóc máy X quang cao tần.

Người ta cũng sử dụng mạch cầu như trong khối tạo cao áp. Trong sơ đồ hình 7.16 người ta sử dụng 1/2 cầu cho tóc nhỏ (SF) và 1/2 cầu cho tóc lớn (LF). 1/2 cầu sử dụng cho tóc lớn gồm: Th_1 , Th_2 , D_1 , D_2 , cuộn cảm L_1 , tụ C_2 và C_3 , như vậy điện áp DC ở C_1 cung cấp cho C_2 , C_3 điện áp mỗi tụ bằng $1/2 U_{C1}$ vì hai tụ C_2 , C_3 mắc song song với C_1 .

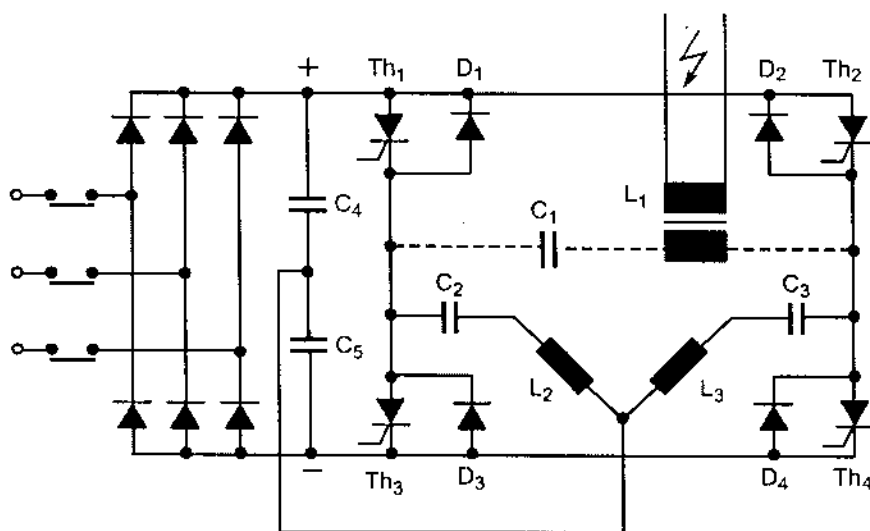
Cũng tương tự như 1/2 cầu sử dụng cho tóc nhỏ gồm C_4 , C_5 diốt D_3 , D_4 , thyristor Th_3 , Th_4 . Sơ đồ mạch đốt tóc của một máy X quang cao tần được minh họa trên hình 7.16:



Hình 7.17. Mạch đốt tóc đèn một máy X quang cao tần.

5. MẠCH ANỐT QUAY MÁY X QUANG CAO TẦN

Nguyên lý hoàn toàn tương tự như mạch biến đổi tần số của khối tạo cao áp và đốt tóc đèn. Sơ đồ nguyên lý mạch anốt quay của máy X quang cao tần được vẽ trên hình 7.18.



Hình 7.18. Mạch anốt quay của máy X quang cao tần.

Người ta cũng sử dụng mạch cầu gồm 4 thyristor Th_1, Th_2, Th_3, Th_4 , 2 cuộn stator L_2, L_3 , mỗi cuộn sử dụng 1/2 cầu. Điện áp DC được đặt lên hai tụ C_4, C_5 .

* 1/2 cầu gồm: $L_2, C_2, Th_1, Th_3, D_1, D_3$

* 1/2 cầu còn lại gồm: $C_3, L_3, Th_2, Th_4, D_2, D_4$

CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Trả lời đúng, sai

1. Máy X quang cao tần là máy sử dụng nguồn điện 1 pha, 2 pha, 3 pha tần số cao. Đúng – Sai.
2. Trong máy X quang cao tần muốn thay đổi điện áp ta thay đổi điện áp đưa vào sơ cấp biến thế cao áp. Đúng – Sai.
3. Muốn thay đổi mA trong máy X quang cao tần người ta thay đổi dòng sơ cấp biến thế cao áp. Đúng – Sai.
4. Máy X quang tần số cao sinh ra tia thứ cấp ít hơn máy X quang tần thấp. Đúng – Sai.

5. Trong các máy X quang cao tần người ta sử dụng mạch CONVERTER

Đúng – Sai.

Chọn câu trả lời đúng nhất:

6. Vật liệu để làm lõi biến thế cao áp trong các máy X quang cao tần thường dùng là:

- a) Tôn silic.
- b) Thép kỹ thuật.
- c) Ferit.

7. Cách ghép giữa mạch dao động liên tiếp và biến thế cao áp là :

- a) Trục tiếp.
- b) Thông qua mạch cộng hưởng nối tiếp.
- c) Thông qua mạch cộng hưởng song song.

8. Muốn thay đổi điện áp trong các máy X quang cao tần người ta thường:

- a) Thay đổi điện áp đưa vào sơ cấp biến thế cao áp.
- b) Thay đổi tần số điện áp đưa vào sơ cấp biến thế cao áp.
- c) Thay đổi dòng sơ cấp biến thế cao áp.

9. Muốn thay đổi mA trong các máy X quang cao tần người ta thường thay đổi:

- a) Dòng sơ cấp biến thế đốt tóc.
- b) Tần số nguồn điện áp đưa vào sơ cấp biến thế đốt tóc.
- c) Điện áp đưa vào sơ cấp biến thế đốt tóc.

Các câu tự lượng giá:

10. Vẽ sơ đồ khối một máy X quang cao tần, nói rõ nhiệm vụ các khối?

11. Trình bày ưu điểm của máy X quang cao tần so với máy X quang tần số thấp?

12. Trình bày nguyên lý làm việc của khối cao áp trong máy X quang cao tần?

13. Trình bày phương pháp điều chỉnh các tham số kV.mA.s trong máy X quang cao tần? So với máy X quang tần số thấp có gì khác nhau?

ĐÁP ÁN CÁC CÂU HỎI LƯỢNG GIÁ

Bài 1. Tính chất vật lý tia Rơnghen

Trả lời đúng, sai

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 1. Sai | 2. Sai | 3. Đúng |
| 4. Đúng | 5. Đúng | 6. Sai |

Chọn câu trả lời đúng nhất

- | | | |
|------|------|------|
| 7. a | 8. d | 9. e |
|------|------|------|

Bài 2. Máy X quang tần số thấp

Trả lời đúng, sai

- | | | |
|--------|---------|--------|
| 1. Sai | 2. Đúng | 3. Sai |
| 4. Sai | 5. Đúng | |

Chọn câu trả lời đúng nhất

- | | | |
|------|------|------|
| 6. a | 7. c | 8. b |
|------|------|------|

Bài 3. Khối điều khiển trung gian

Trả lời đúng, sai

- | | | | |
|---------|--------|---------|--------|
| 1. Đúng | 2. Sai | 3. Đúng | 4. Sai |
|---------|--------|---------|--------|

Chọn câu trả lời đúng nhất

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 5. c | 6. d | 7. b | 8. c |
|------|------|------|------|

Bài 4. Mạch cắt thời gian chụp

Trả lời đúng, sai

- | | | | |
|---------|--------|--------|--------|
| 1. Đúng | 2. Sai | 3. Sai | 4. Sai |
|---------|--------|--------|--------|

Chọn câu trả lời đúng nhất

- | | | |
|------|------|------|
| 5. e | 6. c | 7. d |
|------|------|------|

Bài 5. Khối tạo cao áp và bóng X quang

Trả lời đúng, sai

- | | | |
|---------|--------|---------|
| 1. Đúng | 2. Sai | 3. Đúng |
| 4. Đúng | 5. Sai | 6. Đúng |

Chọn câu trả lời đúng nhất

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| 7. c | 8. b | 9. c | 10. c |
|------|------|------|-------|

Bài 6. Kỹ thuật tạo ảnh bằng tia X

Trả lời đúng, sai

- | | | | |
|---------|--------|---------|--------|
| 1. Đúng | 2. Sai | 3. Sai | 4. Sai |
| 5. Sai | 6. Sai | 7. Đúng | |

Chọn câu trả lời đúng nhất

8. c

9. b

10. a

Bài 7. Cơ sở kỹ thuật máy X quang cao tần

Trả lời đúng, sai

1. Sai

2. Sai

3. Sai

4. Đúng

5. Đúng

Chọn câu trả lời đúng nhất

6. c

7. b

8. b

9. b

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Tài liệu tập huấn về thiết bị X quang*, 1992 dự án ME-07
2. D.Noreen Chesney, Muriel O.Chesney X-Ray Equipment for student Radiographers, 1971 by Blackwell Scientific Publication 5 Alfred Street Oxford England
3. By Bertil Jacobson, John GWeboter Medicine and Clinical Engineering
4. Maintenance and laboratory diagnostic Imaging and hospital Equipment (WHO) Geneva, 1994.
5. Manual of Darkroom Technique (WHO) Geneva, 1985.
6. Các tài liệu tập huấn của hãng SHIMADZU-VIET NAM, 2005.
7. Medical Equipment Service Manual. (Theory and Maintenance Procedures) Frank Biloon. (Neu Jersey 07632)
8. Theory of operation-Picker Company. (BGX-625R/F X-RAY), 1978.
9. Nguyễn Văn Nhò. *Điện tử công suất 1*, Nhà xuất bản đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2005.
10. Đặng Văn Đào, Trần Khánh Hà, Nguyễn Hồng Thanh. *Giáo trình máy điện*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2004.

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Chịu trách nhiệm nội dung:

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc Công ty CP Sách ĐH-DN
TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập và sửa bản in:

NGUYỄN DUY MẠNH

Trình bày bìa:

BÙI QUANG TUẤN

Chế bản:

ĐINH XUÂN DŨNG

LÝ THUYẾT THIẾT BỊ HÌNH ẢNH Y TẾ – TẬP 1

Mã số: 7K757Y8 – DAI

In 1.000 bản (QĐ : 19), khổ 19 x 27 cm. In tại Công ty CP In Anh Việt.

Địa chỉ : Số 74, ngõ 310, đường Nghi Tàm, Tây Hồ, Hà Nội.

Số ĐKKH xuất bản : 183 – 2008/CXB/17 – 363/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 5 năm 2008.

**HEVOBCO**

25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI

Website : www.hevobco.com.vn

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO Y HỌC CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- | | |
|--|---|
| 1. Sinh học phân tử | GS. TS. Nguyễn Văn Thanh (Chủ biên) |
| 2. Bào chế và sinh dược học – Tập 2 | PGS. TS. Lê Quan Nghiêm – TS. Huỳnh Văn Hoá (Đồng chủ biên) |
| 3. Thực vật dược | TS. Trương Thị Đẹp (Chủ biên) |
| 4. Ký sinh trùng | PGS. TS. Phạm Văn Thân (Chủ biên) |
| 5. Hoá đại cương | PGS. TSKH. Phan An (Chủ biên) |
| 6. Điều dưỡng cơ bản 1 | PGS. TS. Phạm Văn Linh – TS. Lê Văn An (Đồng Chủ biên) |
| 7. Điều dưỡng cơ bản 2 | PGS. TS. Hoàng Ngọc Chương
BSCKII. Trần Đức Thái (Đồng Chủ biên) |
| 8. Kiểm nghiệm thuốc | Trần Tích (Chủ biên) |
| 9. Nhân khoa | PGS. TS. Hoàng Thị Phúc (Chủ biên) |
| 10. Sinh lý học | GS. TS. Phạm Thị Minh Đức (Chủ biên) |
| 11. Phẫu thuật miệng – Tập 1 | TS. BS. Lê Đức Lánh (Chủ biên) |
| 12. Hoá phân tích – Tập 1 | PGS. TS. Võ Thị Bạch Huệ (Chủ biên) |
| 13. Công nghệ bào chế dược phẩm | PGS. TS. Hoàng Minh Châu (Chủ biên) |
| 14. Dược lý học – Tập 1 | GS. TS. Đào Văn Phan (Chủ biên) |
| 15. Vệ sinh phòng bệnh | PGS. TS. Trần Văn Dần (Chủ biên) |
| 16. Dinh dưỡng | TS. Phạm Thị Thuý Hoà (Chủ biên) |
| 17. Sức khoẻ sinh sản | TS. Bùi Thị Thu Hà (Chủ biên) |
| 18. Lý thuyết thiết bị hình ảnh y tế – Tập 1 | KS. Trần Văn Sơn (Chủ biên) |
| 19. Lý thuyết thiết bị hình ảnh y tế – Tập 2 | KS. Lê Tiến Khoan (Chủ biên) |

Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục :

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187B Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ;

Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh ; Số 62 Nguyễn Chí Thanh ;

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : Cửa hàng 451B – 453, Hai Bà Trưng, Quận 3 ;

240 Trần Bình Trọng – Quận 5.

Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4 ;

Website : www.nxbgd.com.vn



8 934980 819326

**Giá: 34.000 đ**