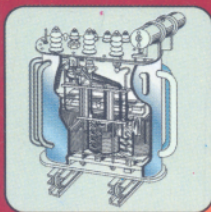
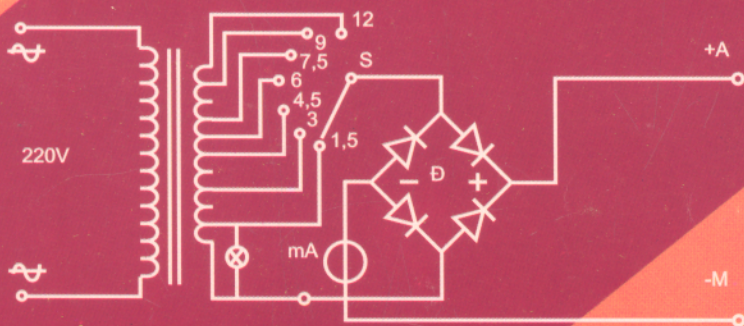


KS. BÙI VĂN YÊN

# Sử dụng và sửa chữa CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP NHỎ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

KS. BÙI VĂN YÊN

# SỬ DỤNG VÀ SỬA CHỮA CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP NHỎ

*(Tái bản lần thứ nhất)*

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

**Công ty Cổ phần sách Đại học - Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục giữ quyền công bố tác phẩm.**

*Mọi tổ chức, cá nhân muốn sử dụng tác phẩm dưới mọi hình thức phải được sự đồng ý của chủ sở hữu quyền tác giả.*

# ỜI NÓI ĐẦU

---

Biến áp là một thiết bị điện được sử dụng phổ biến trong mọi lĩnh vực công nghiệp, giao thông vận tải, xây dựng cơ bản và trong dân dụng...

Lý thuyết về biến áp thì trừu tượng và phức tạp, mà mục tiêu của cuốn **"Sử dụng và sửa chữa các loại máy biến áp nhỏ"** là thực hành nên tác giả giới thiệu qua những vấn đề chủ yếu về nguyên lý làm việc của máy biến áp.

Công dụng của máy biến áp vô cùng phong phú, đa dạng: từ chiếc biến áp nhỏ có thể đặt trong lòng bàn tay để nạp điện cho điện thoại, máy biến áp âm tần trong đài bán dẫn, biến áp tivi, biến áp tự ngẫu ở các gia đình, các loại ổn áp và biến áp đo lường... đến những biến áp hàn điện hồ quang – biến áp dùng cho hàn điểm, hàn đường, hàn lặn, hàn đối đầu, hàn bán tự động và hàn tự động. Cuốn sách còn đề cập đến biến áp điện 3 pha loại nhỏ, điện áp cao dùng trong truyền tải và cung cấp điện năng.

Để giúp người thợ điện, cán bộ kỹ thuật phần nào thuận lợi trong việc sử dụng, sửa chữa các loại máy này sao cho đảm bảo hiệu suất cao và an toàn nhất. Đối với những biến áp nhỏ như biến áp nguồn, biến áp điều khiển, chấn lưu, máy hàn... thì nêu cả những công thức, kinh nghiệm để tính toán sửa chữa, tự trang tự chế, những sơ đồ điện, những bản tính sẵn để áp dụng. Với những biến áp 3 pha điện áp cao thì chỉ nêu một vài kinh nghiệm trong sửa chữa, kiểm tra, xử lý sự cố khi vận hành; các phương pháp đóng, cắt điện theo quy trình để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

Sách viết ngắn gọn, dùng những ngôn từ dễ hiểu phục vụ cho thợ điện và cũng là tài liệu tham khảo tốt cho kỹ thuật viên đang làm việc ở các cơ sở kinh tế thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau.

Mặc dù tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng cuốn sách không thể tránh khỏi những khiếm khuyết. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để lần tái bản sau sách được hoàn chỉnh hơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin được gửi về Công ty Cổ phần Sách Đại học và Dạy nghề (HEVOBCO), 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

*Tác giả*

**KS. BÙI VĂN YÊN**

## Chương 1

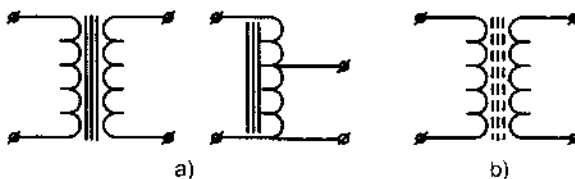
# SỬA CHỮA MÁY BIẾN ÁP DÙNG TRONG VÔ TUYẾN ĐIỆN

### 1.1. KHÁI NIỆM VỀ CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP

Máy biến áp được sử dụng rất rộng rãi trong công nghiệp và trong đời sống. Ở mỗi lĩnh vực, mục đích sử dụng khác nhau nên kết cấu máy biến áp cũng khác nhau.

Trong kỹ thuật điện tử, biến áp cao tần và biến áp trung tần được dùng ở các tầng khuếch đại cao tần, khuếch đại trung tần, các bộ dao động cao tần, dao động ngoại sai... thường chỉ quấn ít vòng bằng dây điện từ cỡ nhỏ (có loại chỉ vài vòng dây cỡ  $0,02 \div 0,08\text{mm}$ ). Lõi của biến áp thường làm bằng ferit, cấu tạo theo kiểu ren vít để có thể điều chỉnh lên, xuống được. Các cuộn dây có từ 2 đến nhiều đầu dây và có thể quấn xô, quấn theo lớp hoặc quấn tổ ong. Cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp có thể quấn cách ly hoặc quấn theo kiểu máy biến áp tự ngẫu. Chúng được bọc kín bằng kim loại phía ngoài để chống cản nhiễu.

Ký hiệu các loại máy biến áp minh họa trên hình 1.1.



Hình 1.1. Ký hiệu biến áp.

a) Biến áp cách ly và biến áp tự ngẫu lõi sắt; b) Biến áp có lõi ferit.

Ngoài ra còn có biến áp siêu cao tần dùng lõi không khí để giảm tổn hao. Loại này dùng dây điện từ cỡ  $0,3 \div 0,6\text{mm}$  quấn  $5 \div 10$  vòng thành lò xo cố định gắn chặt trên mạch in.

Biến áp âm tần là loại biến áp được dùng trong các tầng khuếch đại

có tần số âm thanh như: khuếch đại điện áp, khuếch đại công suất đơn hoặc đẩy kéo, khuếch đại micro, các bộ khuếch đại công suất mạnh...

Đó là các loại biến áp đảo pha, biến áp loa, biến áp micro, biến áp mạnh... và các biến áp đường dây loa. Các biến áp này lõi thường làm bằng tôn silic  $\Theta 41$  hoặc pecmaloi có dạng chữ E và I.

Trong công nghiệp và dân dụng thường sử dụng các biến áp nguồn cho các thiết bị điện tử, các biến áp một pha dùng trong mạch điều khiển và tín hiệu ở máy công nghiệp, các bộ đổi điện, các bộ nắn dòng, các máy tăng giảm điện và ổn áp dân dụng, các cuộn chặn, lọc nguồn và các loại chấn lưu đèn ống.

Các máy biến áp 3 pha có công suất lớn và điện áp cao tới 500kV dùng cho lưới điện truyền tải. Các máy biến áp có công suất trung bình và nhỏ, điện áp trung và hạ áp từ  $6 \div 35\text{kV}/0,4\text{kV}$  dùng cho lưới điện địa phương, các nhà máy, công trường, xí nghiệp.

Ngoài các máy biến áp điện lực ở trên, còn phải kể đến các loại máy biến áp đo lường như TU, TI để sử dụng cho đo đếm điện và bảo vệ tự động v.v...

Đặc biệt các loại máy biến áp chuyên dùng như biến áp cho hàn điện, biến áp 3 pha cho các lò luyện kim, cho chỉnh lưu để điện phân, mạ điện.

## **1.2. SỬA CHỮA MÁY BIẾN ÁP DÙNG TRONG CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN VÀ ĐIỆN TỬ**

Biến áp cao tần và biến áp trung tần dùng trong các thiết bị điện tử có đặc điểm rất dễ nhận ra là kích thước nhỏ gọn và được bọc kim loại kín (vỏ nhôm, sắt mạ... tròn hoặc vuông) để chống cản nhiễu.

Hầu hết các biến áp này không bao giờ bị cháy vì công suất nhỏ và dòng điện rất nhỏ, làm việc không nóng nên hư hỏng thường là do va chạm, rung động mạnh làm đứt dây, hoặc do bị gỉ sét ẩm mốc, côn trùng, gián, chuột phá hoại.

Khi quan sát thấy những biến áp cao tần bị đứt cuộn dây, nhẹ nhàng gỡ dần ra cho đến chỗ đứt rồi hàn lại, lót cách điện và quấn lại theo đúng vết cũ là tốt nhất, không nên quấn lại cả. Với máy biến áp trung tần thường bị đứt mối dây chỗ chân hàn, đem hàn lại bằng thiếc là sự cố đã được sửa; nếu không tìm ra chỗ đứt phải thay trung tần mới cùng loại. Không được sửa chữa mò mẫm, điều chỉnh lõi trung tần khi không có máy phát sóng.

Đặc biệt ở mạch vào của bộ phận tín hiệu từ xa bằng sóng vô tuyến của

tivi, máy điều hòa nhiệt độ, máy đóng mở cửa v.v... có lắp biến áp cao tần, cuộn dao động lõi không khí, tụ điện tham gia vào mạch cộng hưởng dùng ngay điện dung ký sinh giữa các vòng dây (cỡ pF) để tạo cộng hưởng.

Trong khi sửa chữa, nếu thấy trên mạch in có những vòng dây cỡ  $0,3 \div 0,6\text{mm}$  quấn thành "lò xo" dù nằm xiêu vẹo, nghiêng ngả, không được kéo dẫn ra hoặc nắn cho thẳng lại. Vì làm như vậy điện dung ký sinh của cuộn siêu cao tần này sẽ bị thay đổi, hậu quả là làm lệch tần số cộng hưởng, tivi sẽ mất hình, máy không hoạt động, không điều khiển từ xa được nữa.

Biến áp âm tần sử dụng trong mạch điện tử đóng vai trò để phối hợp trở kháng ra ( $Z_r$ ) lớn của tầng trước với trở kháng vào ( $Z_v$ ) nhỏ của tầng sau, sao cho  $Z_r = Z_v$  nhằm đạt được công suất lớn nhất. Yêu cầu này đã được nhà chế tạo tính toán cẩn thận về lõi dẫn từ, cỡ dây, số vòng và kiểu quấn dây thích hợp, nên khi cần quấn lại chỉ cần sao chụp, làm đúng như cũ là máy sẽ làm việc tốt. Tuy vậy, với biến áp âm tần yêu cầu này không chặt chẽ như biến áp trung tần hoặc cao tần, tùy thực tế về nguyên vật liệu. Chẳng hạn, một biến áp loa quấn thiếu hàng trăm vòng hoặc quấn dây nhỏ hơn một vài cấp thì loa vẫn kêu được mặc dù công suất ra sẽ bị giảm và âm thanh trầm có mất đi đôi chút.

Tóm lại, biến áp âm tần hỏng, có thể quấn lại để đạt chất lượng như mới, sử dụng tốt và bền.

### 1.3. MỘT SỐ KINH NGHIỆM SỬA CHỮA MÁY BIẾN ÁP NHỎ

Trong các loại máy vô tuyến, biến áp giữ một vị trí quan trọng. Nó dùng để cung cấp điện cho toàn bộ máy, nối các tầng khuếch đại với nhau hoặc giữa các tầng khuếch đại cuối cùng với phần âm thanh hoặc hình ảnh v.v...

Dưới đây nêu một số kinh nghiệm khôi phục lại biến áp hỏng sao cho đạt chất lượng tốt nhất.

Để phân tích những hư hỏng có thể phân biến áp ra làm hai loại:

- Biến áp âm tần gồm các biến áp ra, biến áp nối tầng, biến áp đường dây, biến áp micro, biến áp mạnh, các cuộn tự cảm...
- Loại thứ hai là các biến áp cung cấp điện.

#### 1.3.1. Hiện tượng và nguyên nhân hư hỏng chính của các biến áp âm tần

1. Hiện tượng bị hỏng phổ biến nhất là khi tháo biến áp hỏng ra, thấy cuộn dây có các đốm gỉ xanh ở cuộn sơ cấp (quấn bằng dây cỡ nhỏ từ

0,07÷0,15mm). Các dóm gỉ xanh làm cho dây đứt thành nhiều đoạn, hoặc làm chập mạch một số vòng. Nếu đứt hẳn thì máy không hoạt động nữa. Những trường hợp chưa bị đứt rời tạo nên, những điểm tiếp xúc xấu gây ra nhiều tiếng nổ "lục đục" ở máy thu, máy ghi âm hay ở biến áp nối tăng của các máy khuếch đại cỡ lớn.

Nguyên nhân chính gây ra sự cố trên là do biến áp bị nhiễm ẩm, hơi ẩm thâm nhập vào trong ruột cuộn dây tới mức đọng lại thành những hạt nước rất nhỏ bám vào làm dây bị gỉ dần cho đến khi bị đứt hẳn, làm hỏng biến áp âm tần của các máy thu dân dụng, máy ghi âm và máy khuếch đại từ 10W trở xuống.

2. Những biến áp âm tần cỡ lớn có dây quấn  $\geq 0,25\text{mm}$  thì hiện tượng hỏng phổ biến nhất là do những tia lửa đánh xuyên qua những lớp giấy cách điện, hoặc do giữa lớp dây trên xuống lớp dưới, hoặc đánh lửa xuyên qua một đầu dây sơ cấp với lõi sắt hay giữa sơ cấp và thứ cấp.

Có 2 nguyên nhân gây ra sự cố này:

– Nguyên nhân thứ nhất là sử dụng không đúng quy trình. Để máy làm việc không đúng tải (gánh quá tải) hoặc không tải (vì quên không đấu đường dây loa); mắc nhiều loa quá hoặc đường dây loa bị đứt hay bị chập. Trở kháng của đường dây loa không thích hợp với trở kháng của thứ cấp của biến áp ra làm cho máy làm việc không bình thường (gặp sự cố này máy không những bị hỏng biến áp ra, mà còn cháy cả đèn công suất, đèn van cao áp, đứt loa, biến áp loa).

– Nguyên nhân thứ hai là do ảnh hưởng của khí trời ẩm ướt cộng với nhiệt độ cao về mùa hè làm cho hệ số cách điện của giấy lót giữa các lớp dây, bìa cách điện lót giữa cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp bị giảm sút. Khi biến áp phải làm việc với những đỉnh sóng của âm tần ở mức độ cao nhất dễ bị đánh thủng.

Ngoài hai nguyên nhân chính trên còn có trường hợp biến áp hỏng do đứt dây vì bị nắm móc, côn trùng, chuột, loài gặm nhấm,... phá hoại.

### **1.3.2. Hiện tượng và nguyên nhân hư hỏng các biến áp cung cấp điện (biến áp nguồn)**

Tháo những biến áp hỏng ra có thể thấy ba nguyên nhân gây ra sự cố:

1. Điện áp nguồn không ổn định, có lúc vọt lên cao quá định mức; tần số thấp không đạt 50Hz nên biến áp nóng quá mức quy định, tính chất

cách điện bị giảm sút làm phóng điện từ sơ cấp sang thứ cấp. Vậy phải có cả hai yếu tố: nóng quá mức và điện áp vọt lên cao mới gây ra chập mạch các cuộn dây.

Trường hợp cắm nhầm điện (máy chạy 110V cắm nhầm 220V) thì phần lớn làm nổ tụ điện lọc, đứt và cháy ngay các linh kiện điện tử. Nếu các linh kiện bảo vệ hỏng mà không nổ cầu chì thì sau đó mới cháy biến áp.

2. Khi tháo biến áp ra thấy các cuộn dây bị cháy đen, đặc biệt là cuộn cao áp, cuộn sơ cấp, giấy cách điện, men dây bị giòn... là do biến áp thiết kế quá sát, dây quấn chọn mật độ dòng điện cao hoặc tiết diện lõi từ nhỏ, máy biến áp làm việc lâu, nóng nhiều dễ bị cháy. Trường hợp này khi quấn lại nên chọn mật độ dòng điện nhỏ hơn dây cũ hoặc tăng cường toả nhiệt bằng quạt gió nhỏ thì biến áp quấn lại mới bền.

3. Khí hậu ẩm ướt, độ ẩm cao, cũng ảnh hưởng xấu đến chất cách điện của biến áp. Với những máy điện áp dưới 1kV. Khi làm việc máy nóng và có khả năng tự chống ẩm, nên nếu quấn lại cẩn thận và có sơn cách điện là máy sẽ làm việc tốt, bền. Với những biến áp làm việc ở mức điện áp >1kV, trong các máy thu hình, máy hiện sóng, hoặc máy dùng trong y tế... phải có biện pháp chống ẩm sau khi quấn dây như: tẩm phủ sơn cách điện tốt, ngâm trong dầu có hộp kín v.v... kéo dài bị phá hỏng vì điện cao áp.

## **1.4. QUẤN LẠI CÁC BIẾN ÁP NHỎ**

### **1.4.1. Biến áp âm tần bị hỏng phải quấn lại**

– Tháo biến áp hỏng ra, quan sát hiện tượng hỏng để xử lý cho sát như cách quấn dây, lót cách điện... đo cỡ dây, đếm số vòng dây 'quấn để làm lại như cũ.

– Đo kích thước lõi dẫn từ để làm khuôn quấn dây cho đúng (xem mục 2.6).

– Tiến hành quấn dây vào khuôn.

– Ghép các lõi sắt vào lõi dẫn từ.

– Đổ nhựa vào biến áp để chống ẩm.

### **1.4.2. Biến áp nguồn, biến áp điều khiển**

Biến áp nguồn, biến áp trong mạch điều khiển ở đồ điện và điện tử thường là loại có công suất nhỏ, lõi từ dạng chữ E hoặc chữ U. Cuộn sơ

cấp quấn dây nhỏ nhiều vòng để sử dụng với nguồn điện 100V hoặc 220V. Cuộn thứ cấp quấn bằng dây cỡ lớn hơn nhưng ít vòng cho ra điện áp  $6V \div 24V$  tùy nhu cầu điều khiển.

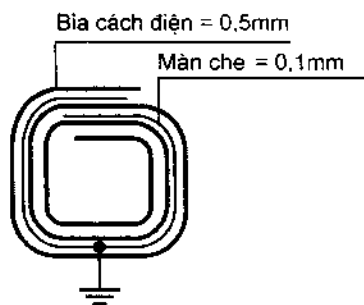
- Những biến áp nguồn ở radio, catsét, tivi, nhất là ở máy đời mới như ở tivi màu Trung Quốc dùng điện 220V có bộ nguồn ổn áp ngắt - mở. Phía thứ cấp của biến áp có nhiều cuộn dây đưa ra 7 loại điện áp được ổn áp theo các cách khác nhau để cấp điện cho các mạch trong máy gồm: +110V cấp cho khối quét dòng; +17V cấp cho khối âm thanh; +180V cấp cho khối khuếch đại công suất; +25V cấp cho khối quét màn hình; +5V cấp cho mạch vi xử lý; +12V cấp cho khối chọn kênh; +5V cấp cho khối khuếch đại trung tần... thì khi quấn lại phải lấy dấu, ghi chép các số liệu kỹ càng.

Thông thường khi quấn lại biến áp bằng dây mới phải làm đúng theo số liệu cũ về cỡ dây, số vòng và cách quấn.

Nếu biến áp cháy do nóng quá giới hạn cho phép thì chất lượng của lõi dẫn từ sẽ giảm. Bởi vậy khi quấn lại nên tăng số vòng dây quấn cho mỗi cuộn lên 5% so với trước. Phải quấn sao cho điện áp ra đúng như thiết kế của máy, công suất tải đủ yêu cầu mà không kêu, không nóng hơn trước. Quan sát, kiểm tra của sổ, nếu dây quấn cũ còn vơi thì nên tăng đường kính dây mới quấn lên một cấp để giảm nóng. Ngược lại, nếu dây quấn cũ đã đầy thì có thể giảm đường kính dây quấn xuống một cấp. Tuyệt đối không được giảm vòng dây của biến áp trong mọi trường hợp.

Nếu quấn lại những biến áp nguồn sử dụng cho radio, catsét, tivi đời cũ thì sự phân cách giữa cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp phải đủ mức để giảm tiếng ù ở loa.

- Có biến áp dùng màn chắn Faraday để chống nhiễu, chống ù. Cuộn sơ cấp được quấn đủ vòng phía trong thì lót cách điện, rồi đặt một lá đồng mỏng che kín xung quanh (không để 2 đầu lá đồng chạm nhau).



Hình 1.2. Đặt màn chắn chống ù giữa sơ cấp và thứ cấp.

Cũng có thể dùng dây điện từ cỡ  $0,3 \div 0,5mm$  quấn trùm một lượt kín cuộn sơ cấp, một đầu để trống, một đầu nối ra mát như hình 1.2. Sau cùng mới tiếp tục quấn cuộn thứ cấp vào khuôn cho đủ số vòng như cũ.

– Hiện nay, có loại biến áp khuôn được đúc bằng nhựa làm thành hai ô riêng cạnh nhau, quấn tách cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp không để trùm lên nhau, hoặc làm khuôn nhỏ bên trong để quấn cuộn sơ, ở giữa là khoảng trống phân cách rồi mới đến lõi nhựa to trùm bên ngoài để quấn cuộn thứ cấp nên bỏ được màn chắn, máy vẫn vận hành tốt.

Quấn lại biến áp hỏng cần phải ghi lại các tham số như: công suất, điện áp vào  $U_1$ , điện áp ra  $U_2$  có trên nhãn. Khi thực hành, cần tháo lõi từ nhẹ nhàng để khỏi vỡ khuôn cũ, tháo dây đã cháy ra đếm số vòng  $n_1, n_2, n_3, \dots$ , đốt hết men cháy rồi dùng thước panme đo cỡ dây  $d_1, d_2, d_3, \dots$ . Trường hợp này, cần phải quan sát lõi thép, nếu còn tốt thì không cần tính toán mà quấn lại đúng như cũ là được. Nếu chất lượng lõi đã kém thì linh hoạt tăng số vòng dây quấn các cuộn như tỷ lệ trên.

#### 1.4.3. Cách quấn dây vào khuôn

Người quấn dây quyết định chất lượng của biến áp, muốn tránh hiện tượng gỉ dây thì người quấn phải rất ít mồ hôi tay, tay càng khô càng tốt.

Lắp khuôn vào máy quấn dây thật cân (chính giữa) và phải xiết thật chặt vào trục máy để khi quấn không bị quay tròn (làm sai số vòng đã quấn).

Khi quấn nên tránh không cầm trực tiếp vào dây mà phải lót tay bằng giấy mỏng (dây nhỏ nếu lót tay bằng giấy của tụ điện dầu là tốt nhất), dây to phải dùng vải khô để lót tay.

Khi thao tác: Một tay quay máy, tay kia đưa dây phải đều tay và đủ chặt, quấn lần lượt từng lớp thật khít, không được chồng lên nhau và cũng không được để hở. Nếu là loại biến áp có lót giấy mỏng giữa các lớp thì những lớp giấy này phải miết cho thật chặt, chỗ giáp mối phải đặt ra ngoài phía cửa sổ.

Quấn đủ số vòng và đúng cỡ dây của cuộn sơ cấp. Lót một lớp bìa cách điện mỏng ( $0,1 \div 0,2\text{mm}$ ) rồi quấn tiếp các cuộn thứ cấp; quấn dây theo từng lớp, từ trong ra ngoài, đến chỗ nào cần đưa đầu dây ra thì luôn qua lỗ đuôi sẵn ở thành khuôn (có loại biến áp không dùng thành khuôn, thì cần lót vải để giữ cho đầu dây không bị tụt ra).

Những biến áp quấn dây từ  $0,15\text{mm}$  trở lên có thể bố trí cho dây ra thẳng: biến áp quấn dây nhỏ hơn mức này thì phải dùng đồng lá mỏng (khoảng  $0,2 \div 0,3\text{mm}$ ) để luồn vào làm đầu dây ra, hoặc gấp vài lần sợi nhỏ này lại mới cho ra ngoài để khỏi bị đứt đầu dây ra.

Các đoạn dây nối ra ngoài cần phải bọc cách điện thật tốt, kỹ. Tất cả các đầu dây ra của biến áp phải bố trí trên một miếng bìa làm vỏ.

bọc ngoài cùng cuộn dây, có làm những khuyết đồng lá rồi hàn các đầu dây vào đấy để dây không bị đứt và không dẫn ẩm vào trong ruột biến áp.

#### **1.4.4. Cách ghép lõi sắt dẫn từ**

Nói chung các biến áp cỡ nhỏ như biến áp nối tăng, biến áp loa... đều lắp ghép lõi dẫn từ xong mới đem nhúng nhựa để bao phủ kín cả biến áp sẽ có tác dụng chống ẩm tốt, vì khi làm việc máy không bị nóng nên nhựa không bị chảy ra.

Những biến áp nguồn, biến áp đường dây khi làm việc thường bị nóng, nếu lắp sắt dẫn từ trước rồi nhúng nhựa vừa tốn và phải cần loại nhựa chịu nhiệt cao hơn. Vì vậy, người ta nhúng nhựa cho cuộn dây trước, sau đó ghép sắt sau.

Lắp các lá thép chữ E vào cuộn dây đã quấn theo kiểu đảo chiều nhau từng lá một, lắp đủ các lá chữ E rồi mới cài thanh chữ I. Đóng và ép thật chặt lõi thép cho khít, không còn khe hở, không chồng lên nhau, không bỏ sót dù chỉ là một lá chữ I; nếu ghép thiếu, tiết diện thực của lõi từ giảm đi và biến áp sẽ bị nóng (xem mục 2.2).

Sau khi lắp hết sắt phải gõ lại cho phẳng, không để các lá sắt thò ra, thụt vào làm giảm tiết diện lõi từ; phải bắt chặt để khỏi gây tiếng ù khi làm việc.

Những biến áp nguồn được tẩm sơn cách điện thì sau khi ghép và bắt chặt lõi từ sẽ kiểm tra cách điện giữa cuộn dây sơ cấp với thứ cấp và với mát, đo thông mạch rồi cắm điện, đo điện áp ra đúng yêu cầu, máy không kêu, không nóng. Nếu mọi thông số bình thường thì mới tẩm sơn cách điện.

#### **1.4.5. Cách đổ nhựa, tẩm sấy, biến áp nhỏ**

Do thời tiết và khí hậu nước ta nóng và ẩm, mùa hè có khi nóng tới 40°C, độ ẩm trung bình thường là trên 80%, có khi trên 95%, bởi vậy các biến áp cao tần và âm tần dễ bị ẩm, gây ra sự cố "gỉ xanh", sự cố "phóng điện" làm hỏng biến áp.

Vì vậy, việc đổ nhựa, tẩm phủ các biến áp sau khi sửa chữa là một trong những yếu tố quyết định đến chất lượng và tuổi thọ của máy.

Biến áp cao tần và âm tần khi làm việc không bị nóng nên có thể nhúng kín bằng hỗn hợp paraffin (paraffine) + nhựa thông. Paraffin

nóng chảy ở nhiệt độ khoảng 60°C và rất linh động, còn nhựa thông thì mềm dần khi nóng, đến 125°C sẽ lỏng. Bởi vậy dùng hỗn hợp khoảng 50% paraffin với 50% nhựa thông là tốt nhất. Dùng hỗn hợp này sẽ giúp cho chất tẩm phủ ngấm sâu vào trong biến áp lấp kín những khe hở, không cho không khí tiếp xúc với dây quấn nên biến áp sẽ được chống ẩm tốt.

Trước khi nhúng biến áp, phải nấu paraffin cho thật lỏng (>100°C) khuấy kỹ lên một lúc để hơi nước bốc hết rồi cho dần nhựa thông đã tán nhỏ vào nồi nấu, vẫn tiếp tục khuấy đều để nó hòa lẫn với paraffin cho vừa đủ tỷ lệ là đạt (hỗn hợp thường có màu vàng sẫm như sáp ong).

Để hiệu quả của công việc tẩm phủ được tốt, cần phải sấy biến áp trước khi tẩm vài giờ cho thật khô rồi treo biến áp vào giữa nồi nấu hỗn hợp cho ngập 2/3 dung dịch đang nóng chảy (không được để sát xuống đáy nồi, để hỏng biến áp và không thoát được khí ẩm còn sót). Lúc đầu chất nhúng sẽ sủi rất nhiều bọt lên, khi hết bọt thì có thể hạ ngập biến áp xuống và ngừng đun.

Đợi khi nhựa đã quánh lại (ở trên bề mặt nồi nấu) thì lấy biến áp ra, chờ nguội hẳn là sử dụng được ngay.

Đối với biến áp đường dây (truyền thanh) khi làm việc hơi bị nóng, dùng hỗn hợp nhựa đường số 5 (bittum nóng ở 155°C thì bắt đầu chảy) và nhựa thông đổ kín vào biến áp để bám chặt vào dây vừa chống ẩm, lại chịu nhiệt, khi làm việc không bị chảy ra, đạt kết quả tốt. Những chấn lưu 40W/220V do nhà máy Điện cơ Hải Phòng sản xuất cách đây gần 30 năm sử dụng hỗn hợp trên đến nay vẫn chưa hỏng.

#### **1.4.6. Tẩm, sấy sơn cách điện vào biến áp khi sửa chữa**

Phương pháp chống ẩm bằng hỗn hợp paraffin + nhựa thông áp dụng cho biến áp âm tần, trung tần là hợp lý vì nó đơn giản, dễ làm và rẻ tiền.

Với những biến áp nguồn thường dùng cách sơn tẩm bằng sơn cách điện, vừa chống được ẩm, lại chịu được nhiệt.

Ta biết rằng, máy điện không sơn tẩm chỉ chịu được nhiệt độ cao nhất là 90°C (cấp Y); nếu sơn tẩm tốt thì có thể chịu được nhiệt độ làm việc lâu dài là 105°C (cấp A); như vậy nhờ sơn tẩm, máy biến áp sẽ tăng thêm được tính chịu nhiệt. Đồng thời sau khi sơn tẩm, sơn cách điện sẽ chảy vào bịt kín những lỗ nhỏ giữa các lớp dây ở trong biến áp, bịt kín

các mao quản của vật liệu cách điện bằng xenlulô làm cho nó không thể hút nước, hút ẩm được nữa.

Biến áp sơn tẩm tốt có thể tăng thêm khả năng toả nhiệt (vì sơn dẫn nhiệt tốt hơn không khí). Cuộn dây sẽ bớt nóng hơn, mặt khác nó còn làm tăng điện trở và sức chịu đựng điện áp của vật liệu cách điện, làm cho các vòng dây dính chặt với nhau nên ít bị ảnh hưởng vì rung động, tăng thêm được sức bền cơ học và sức chịu mòn.

Ở những máy biến áp sử dụng trong môi trường khắc nghiệt như: tàu biển; nhà máy hóa chất... người ta còn dùng một loại sơn phủ bên ngoài để tạo ra một lớp màng bảo vệ chống được hơi nước mặn, chống mốc, chống sự ăn mòn.

Máy biến áp các loại sau khi quấn dây đều phải tẩm sơn cách điện, tùy điều kiện từng nơi mà áp dụng các phương pháp khác nhau: tẩm sơn bằng cách tăng áp lực, tẩm sơn dưới chân không v.v...

Trong sửa chữa các biến áp nguồn, biến áp điều khiển, biến áp nạp điện cho ắc quy v.v... những cơ sở sửa chữa nhỏ thường áp dụng phương pháp "nhúng sơn" cách điện và thực hiện qua ba giai đoạn:

- Sấy chuẩn bị;
- Sơn cách điện;
- Sấy khô.

**a) Sấy chuẩn bị:** Biến áp sau khi đã quấn xong, kiểm tra cách điện, do điện áp thử cấp (không tải) đạt yêu cầu là có thể đem sấy chuẩn bị bằng lò sấy hoặc bóng đèn cỡ lớn.

Ta biết rằng, trong quá trình quấn dây hơi ẩm hoặc mồ hôi tay người thợ có thể xâm nhập vào dây, giấy cách điện, giấy lót... nên trước khi tẩm sơn, biến áp phải được sấy chuẩn bị để hơi ẩm bay ra hết.

Thời gian sấy vào khoảng  $4 \div 8$  giờ tùy theo biến áp nhỏ hay to. Nhiệt độ sấy khoảng  $100^{\circ}\text{C}$ .

**b) Sơn cách điện:** Sấy chuẩn bị xong, lấy biến áp ra cho nhiệt độ hạ xuống khoảng  $70^{\circ}\text{C}$  rồi mới nhúng sơn hoặc dội sơn cách điện, vì nếu sơn ngay trong lúc biến áp còn nóng trên  $70^{\circ}\text{C}$  thì sơn thấm vào cuộn dây, bốc hơi quá mạnh tạo thành một lớp màng mỏng phủ kín biến áp, chắn không cho sơn thấm sâu vào trong các lớp dây, còn để nguội quá thì sơn cũng không đủ sức thấm. Biến áp nhỏ thì nhúng toàn bộ vào chậu sơn; biến áp lớn thì phải dội sơn, dốc ngược biến áp lên để dội sơn vào các khe

hở, sau đó lật lại tiếp tục dội dấm sơn đến khi nào sơn không thể ngấm nữa mới thôi.

Sau đó treo biến áp lên để cho sơn rơi bớt đi (thời gian  $< 1/2$  giờ) rồi tiếp tục giai đoạn sấy khô.

c) **Sấy khô:** Đây là một giai đoạn rất quan trọng tùy theo từng loại sơn cách điện mà chọn nhiệt độ sấy, thông thường sấy ở nhiệt độ  $110^{\circ}\text{C}$ ; thời gian sấy khô từ  $6 \div 24$  giờ tùy theo biến áp lớn, nhỏ và chủng loại sơn (sấy đến khi sờ vào màng sơn tấm không bị dính tay là được).

Chú ý lúc bắt đầu sấy khô phải điều chỉnh nhiệt độ từ từ tăng dần từ  $70^{\circ}\text{C}$  đến  $110^{\circ}\text{C}$  để tránh hiện tượng "trong ướt, ngoài khô", làm giảm chất lượng của biến áp.

Những biến áp phải làm việc ở môi trường khắc nghiệt, người ta còn tẩm thêm một lần sơn nữa (loại đặc hơn) để máy tốt và tuổi thọ cao hơn.

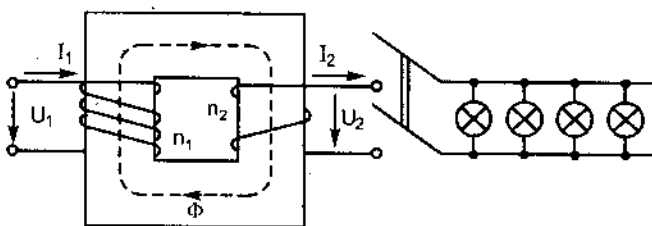
## Chương 2

# MÁY BIẾN ÁP ĐIỆN LỰC

### 2.1. MÁY BIẾN ÁP MỘT PHA

#### 2.1.1. Nguyên lý làm việc của máy biến áp một pha

Máy biến áp là một thiết bị điện từ tĩnh làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, dùng để truyền tải năng lượng từ phía đầu vào sang phía đầu ra và biến đổi điện áp này sang điện áp khác với tần số không đổi. Quá trình này diễn ra như hình 2.1



Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lý máy biến áp khi không tải

Máy biến áp một pha gồm có lõi từ làm bằng những lá thép kỹ thuật điện được quấn 2 cuộn dây  $n_1$  và  $n_2$ . Dây quấn thu năng lượng của dòng điện xoay chiều vào gọi là dây quấn sơ cấp  $n_1$ , dây quấn đưa năng lượng ra gọi là dây quấn thứ cấp  $n_2$ . Tương ứng với tên gọi các dây quấn này ta có các lượng liên quan chung như: điện áp, dòng điện, công suất... cũng có tên như trên.

#### a) Khi không tải

Cuộn dây sơ cấp nối với nguồn điện áp xoay chiều  $U_1$ , cuộn thứ cấp hở mạch. Khi đó ở cuộn sơ cấp sẽ có dòng điện  $I_1$  đi qua,  $I_1$  được gọi là dòng không tải để từ hóa lõi thép có giá trị bằng  $I_0$ . Từ thông chính  $\Phi$  trong lõi thép chỉ do dòng sơ cấp không tải sinh ra, có giá trị bằng dòng từ hóa  $I_0$ .

Dòng điện từ hóa tạo nên từ thông xoay chiều  $\Phi_0$  chạy khép kín trong lõi thép móc vòng cả 2 dây quấn  $n_1$  và  $n_2$ ; khi đó cả 2 cuộn dây này đều cảm ứng ra sức điện động sơ cấp và thứ cấp.

Khi điện áp nguồn có dạng hình sin, trị số hiệu dụng của các sức điện động này bằng:

$$E_1 = 4,44.f.n_1.\Phi_{\max} \cdot 10^8 \quad (2.1)$$

$$E_2 = 4,44.f.n_2.\Phi_{\max} \cdot 10^8 \quad (2.2)$$

Trong đó: 4,44 – hệ số hình dáng đường cong điện hình sin.

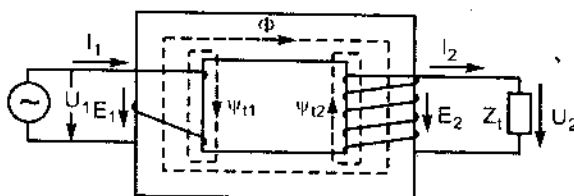
$f$  – tần số của nguồn điện xoay chiều.

$n_1, n_2$  – số vòng ở cuộn sơ cấp và thứ cấp.

$\Phi_{\max}$  – trị số cực đại của từ thông.

### b) Khi có tải

Nếu nối cuộn  $n_2$  với tổng trở phụ tải  $Z_L$  và cấp điện áp xoay chiều  $U_1$  vào cuộn sơ cấp  $n_1$  (hình 2.2).



Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý máy biến áp khi có tải

Khi đó, trong cuộn sơ cấp có dòng điện  $I_1$  và ở cuộn thứ cấp có dòng điện  $I_2$ , trong mạch từ (lõi thép) có từ thông  $\psi_1$  và  $\psi_2$ . Vì  $\psi_2$  là do  $\psi_1$  sinh ra nên hai từ thông sẽ ngược chiều nhau.

Nếu tăng dòng điện phụ tải  $I_2$  thì từ thông  $\psi_2$  tăng làm cho tổng từ thông trong mạch từ giảm, do đó các sức điện động  $E_1, E_2$  giảm.  $E_1$  giảm nên  $I_1$  phải tăng lên, do đó  $\psi_1$  tăng và tổng từ thông  $\psi_1 - \psi_2$  cũng tăng.  $E_2$  giảm làm giảm  $I_2$  và  $\psi_2$  vì thế làm tăng từ thông tổng; do đó sự thay đổi từ thông tổng do dòng điện  $I_2$  tăng đã được bù lại.

Kết quả là từ thông tổng  $\Phi$  thực tế không thay đổi. Ngoài từ thông chính  $\Phi$  trong máy biến áp còn có từ thông tản  $\psi_{11}$  và  $\psi_{12}$  rất nhỏ.

Trị số dòng điện  $I_1$  có thể tính được theo định luật bảo toàn năng lượng.

Nếu bỏ qua tổn thất năng lượng ở trong các cuộn dây và trong mạch từ thì công suất ở cuộn sơ cấp bằng công suất ở cuộn thứ cấp tức là:

$$E_1.I_1 = E_2.I_2 \quad (2.3)$$

Nếu bỏ qua điện áp nối trên các dây quấn  $n_1$  và  $n_2$  có thể coi gần đúng

$U_1 \approx E_1$ ;  $U_2 \approx E_2$  và dòng điện  $I_1$  chạy qua dây quấn  $n_1$  biến đổi theo

quy luật hình sin với tần số  $f_1$  thì dòng điện  $I_2$  chạy qua dây quấn  $n_2$  cũng biến đổi theo quy luật hình sin cùng tần số  $f_1$ .

Từ phương trình 2.1 và 2.2 và các quá trình vật lý khi máy biến áp không tải và có tải ta có thể xác định hệ số biến áp  $k$  như sau:

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2.4)$$

Vậy tỷ số biến đổi của máy biến áp là tỷ số giữa điện áp sơ cấp với điện áp thứ cấp lúc không tải.

### 2.1.2. Các lượng định mức

Tình trạng làm việc định mức của máy biến áp là các số liệu do nhà chế tạo quy định có những đại lượng không ghi trên nhãn máy như: hiệu suất, định mức, nhiệt độ định mức, môi trường làm lạnh v.v...

Trên nhãn hiệu của máy biến áp thường được ghi những lượng định mức sau:

- Công suất (dung lượng) định mức:  $S_{dm}$  là công suất biểu kiến của máy biến áp.

- Đơn vị của công suất là VA (vôn – ampe), kVA (kilôvôn – ampe), MVA (megavôn – ampe).

- Điện áp định mức:  $U_{1dm}$ ,  $U_{2dm}$  là điện áp dây trên các dây quấn sơ cấp và thứ cấp khi không tải. Đơn vị tính là V, kV.

- Dòng điện định mức:  $I_{1dm}$ ,  $I_{2dm}$  là dòng điện dây ở công suất định mức tính bằng A, kA.

- Tần số; số pha.

- Điện áp ngắn mạch tính bằng phần trăm:

$$U_n \% = \frac{U_n}{U_{dm}} \cdot 100 \quad (2.5)$$

- Các máy biến áp 3 pha còn ghi giản đồ mạch điện và loại tổ nối dây.

- Các máy hàn điện còn ghi chế độ làm việc (liên tục hoặc ngắn hạn) TL%.

Ngoài những đại lượng đặc trưng trên, trên nhãn hiệu máy lớn còn ghi: trọng lượng dầu, trọng lượng toàn bộ máy biến áp v.v...

## 2.2. NHỮNG BỘ PHẬN CẤU TẠO CHỦ YẾU CỦA MÁY BIẾN ÁP

### 2.2.1. Lõi sắt dẫn từ

Ta đã biết, trong máy biến áp năng lượng điện ở phía đầu vào được biến thành từ trường, nhờ lõi từ bằng thép kỹ thuật điện có độ từ thẩm  $\mu$

cao tập trung được dòng sức khởi tản ra ngoài gây mất mát, nên thông qua lõi dẫn từ năng lượng từ bên sơ cấp gần như được truyền nguyên vẹn sang bên thứ cấp phía đầu ra.

Như vậy lõi biến áp đóng vai trò quan trọng trong việc truyền công suất từ bên sơ cấp sang bên thứ cấp. Lõi nhỏ chỉ truyền được công suất nhỏ, nếu cố tình bắt máy truyền công suất lớn thì lõi sẽ bị bão hòa từ gây nóng biến áp, cháy dây, nếu là biến áp âm tần sẽ làm méo tín hiệu.

Muốn chế tạo biến áp phải chọn bộ lõi có tiết diện đủ lớn phù hợp với công suất yêu cầu, lõi lớn quá thì sử dụng không hết năng lực, công kênh nặng nề và lãng phí.

Để giảm bớt tổn hao do dòng điện xoáy (Fucô) lõi thép được dùng là thép lá kỹ thuật điện chứa  $4 \div 5\%$  silic (D41  $\div$  D43 Trung Quốc,  $\text{D41} \div \text{D43}$  Nga, RM12DF Nhật).

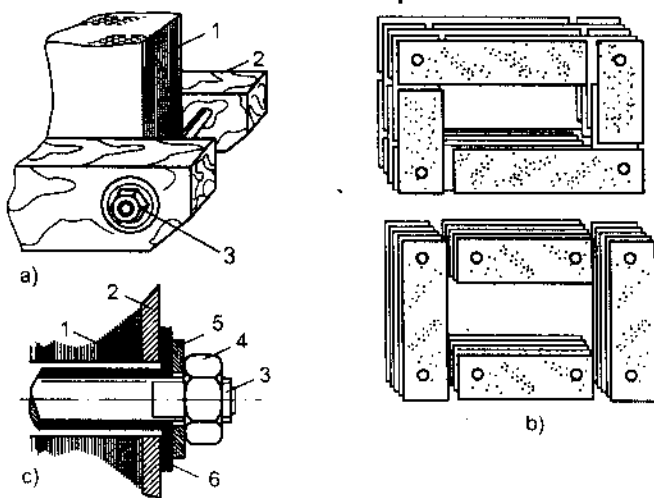
– Bề dày lá thép là  $0,35 \div 0,5\text{mm}$  đối với biến áp điện lực (loại mỏng tốt hơn loại dày, tổn hao ít, suất tổn hao của D41  $\div$  D43 ở  $f = 50$  từ  $1,05 \div 1,55\text{W/kg}$ ).

Hiện nay sử dụng rộng rãi loại thép kỹ thuật điện cán nguội ký hiệu D330, D414... có độ từ thẩm cao, điện trở suất lớn và mức tổn hao thấp hơn nữa.

Với biến áp âm tần lõi là tôn silic, lá tôn thường có chiều dày từ  $0,1 \div 0,2\text{mm}$ ; có loại tôn tiến dùng pecmaloi (màu trắng) dẫn từ tốt, tổn hao nhỏ hơn. Trên thị trường nước ta hiện nay có bán lõi hình xuyến để làm tăng giảm điện, lõi đã được cuộn thành hình trụ rỗng bằng những lá thép quấn xếp liên tục, trông giống các khăn xếp nên được gọi là lõi hình vành khăn. Ưu điểm của loại lõi này là không có khe hở, từ tản ít, tổn hao nhỏ nhưng khi quấn dây vào lõi phải luồn từng vòng vòng khó khăn.

Những máy biến áp lớn trước khi cắt tôn hoặc dập định hình để ghép với nhau giữa các lá thép cần được cách điện cả hai mặt bằng một lớp sơn cách điện đặc biệt hoặc dán một lớp giấy mỏng (máý cổ).

Ghép các lá thép (hình lá dài) thành lõi thường làm theo cách xen kẽ (hình 2.3b) rồi gồng chặt lại như hình 2.3a, dùng gỗ kẹp để tránh mạch vòng cho khỏi nóng. Nếu kẹp bằng sắt hình L phải lót cách điện, các lỗ bu lông cũng phải lót ống cách điện (hình 2.3c).



**Hình 2.3. Ghép tôn – lót cách điện và ép khung từ máy biến áp.**

1. Lõi từ; 2. Miếng kẹp; 3. Bu lông; 4 – 5. Ęcu và long đen; 6. Bìa hoặc ống cách điện.

Những lõi có dạng EI, E vát hoặc UI đã dập định hình sẵn của biến áp nhỏ thì ghép theo kiểu xen kẽ trở đầu đuôi (hình 2.4). Tiết diện của lõi được tính theo công thức 2.6:

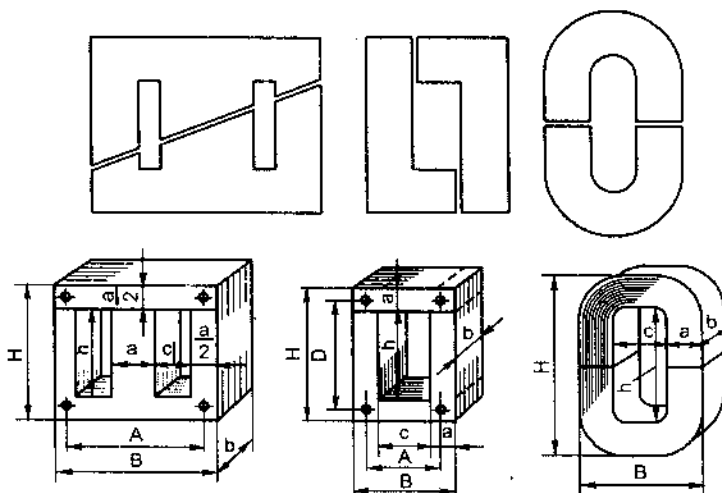
$$S_l = a \cdot b \quad (2.6)$$

Trong đó:  $S_l$  là tiết diện lõi tính bằng  $\text{cm}^2$ .

$a$  là độ rộng bản được tính bằng cm.

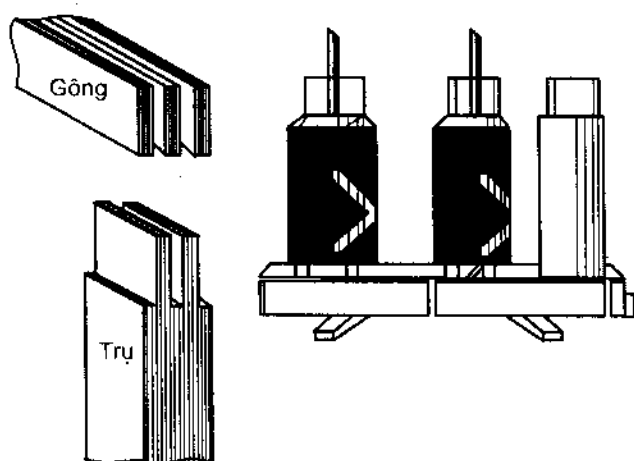
$b$  là chiều dày xếp tôn tính bằng cm.

Trên hình 2.4 là tiết diện lõi hình chữ nhật hoặc vuông, tròn, được dùng ở biến áp loại nhỏ.



**Hình 2.4. Lá tôn và lõi từ một số máy biến áp nhỏ.**

Trong các biến áp loại lớn, người ta đều chế tạo loại có lõi nhiều góc bậc thang. Dung lượng biến áp càng lớn, lõi sắt càng phải to và nhiều bậc thang chu vi của nó sẽ gần giống đường tròn. Do đó, chiều dài của mỗi vòng dây quấn cũng ngắn hơn nên tiết kiệm được đồng, các góc tạo thành các lỗ thông hướng toả nhiệt tốt nhưng tính toán tiết diện cũng phức tạp hơn (hình 2.5 và 2.7).



Hình 2.5. Ghép tôn vào lõi từ máy biến áp 3 pha 3 trụ.

### 2.2.2. Cuộn dây của máy biến áp

Cuộn dây gồm nhiều vòng dây điện từ hình tròn hoặc hình chữ nhật, đa số cuộn dây ở máy biến áp là dây đồng nhưng cũng có máy biến áp sử dụng dây nhôm. Cách điện giữa các vòng dây ở biến áp khô, cỡ nhỏ là dây men có tấm sơn cách điện để tăng độ bền cơ học, chống ẩm. Trong biến áp ngâm dầu thì cách điện giữa các vòng dây được quấn bằng vải sợi.

Những máy biến áp lớn, cách điện giữa các vòng dây bằng các băng giấy "điện thoại" hay "giấy cáp"; cuộn dây có tấm hoặc không tấm sơn cách điện.

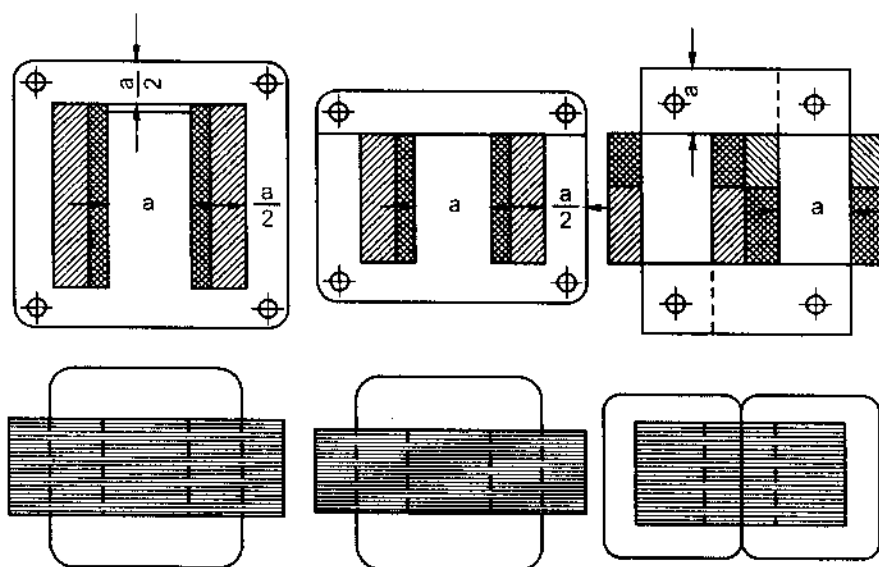
Với biến áp khô cỡ nhỏ lõi chữ E thì làm khuôn bằng bìa cách điện để quấn cuộn sơ cấp vào trước (dây nhỏ), sau đó lót một lớp bìa cách điện và quấn cuộn thứ cấp (dây to) chồng lên rồi lồng cuộn dây đó vào trụ giữa của chữ E. Hai trụ bên không quấn dây tạo thành hai nhánh dùng để dẫn từ thông chính không cho tản ra không khí, đảm bảo để máy làm việc khỏe, không tụt áp khi tải định mức (hình 2.6).

Nếu là lõi chữ nhật thì biến áp được làm hai khuôn, mỗi khuôn quấn 50%

số vòng cuộn sơ cấp và 50% số vòng cuộn thứ cấp rồi lồng vào hai trụ đứng. Sau đó, nối chúng lại với nhau (nối chéo) cho cùng chiều dòng điện (mạch từ cùng chiều) máy sẽ làm việc tốt.

Lỗi chữ nhật, nếu chỉ làm một khuôn để quấn cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp chồng lên nhau rồi lồng vào một trong hai trụ, thì máy biến áp vẫn làm việc được nhưng kém hơn kiểu quấn trên vì có từ tản nhiều, máy yếu hơn.

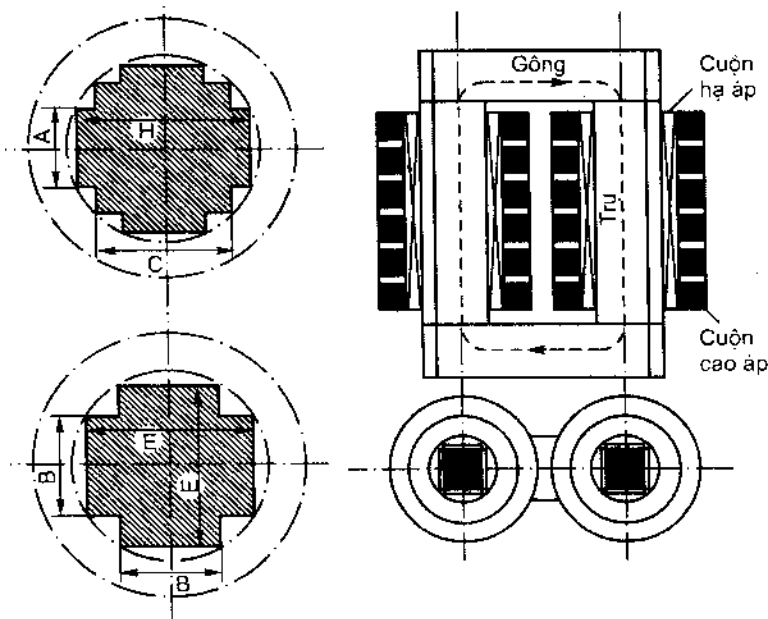
Trường hợp cũng làm hai khuôn nhưng lại quấn cuộn sơ cấp vào một trụ và cuộn thứ cấp vào cả trụ kia thì khi không tải máy biến áp vẫn có  $U_2$  định mức khi  $U_1$  đạt định mức. Nhưng khi mang tải điện áp ra tụt xuống rất thấp không làm việc được.



Hình 2.6. Quấn dây vào lõi chữ E và lõi chữ nhật.

Trên đây là loại dây quấn đồng tâm.

Những máy biến áp ngâm dầu (điện cao áp) thường có cuộn hạ áp đặt phía trong liền với lõi có ống cách điện bằng bakêlit hoặc các tông dày. Cuộn cao áp ở phía ngoài thường chia ra nhiều bánh nhỏ để cho điện áp mỗi bánh không quá  $600 \div 750V$  và cũng là để cải thiện điều kiện toả nhiệt, giữa các bánh (cuộn nhỏ) để những khoảng hở từ  $5 \div 6mm$  (hình 2.7). Những máy biến áp kiểu vỏ bọc cũng dùng loại dây quấn xen kẽ, các dây quấn cao áp và hạ áp lần lượt từng bánh đặt xen kẽ nhau dọc theo trụ thép.



Hình 2.7. Lõi từ và dây quấn máy biến áp cao áp.

### 2.2.3. Vỏ máy và các phụ kiện chủ yếu của máy biến áp

Vỏ máy là phần để bảo vệ những bộ phận bên trong của máy biến áp và đồng thời để đặt các phụ kiện làm mát máy như quạt gió (máy biến áp khô), thùng dầu (máy biến áp ngâm dầu).

Thùng dầu làm bằng thép, thường có hình bầu dục đựng đầy dầu biến áp, dùng để làm lạnh và tăng cường cách điện.

Tuỳ theo dung lượng của máy biến áp mà thùng dầu có hình dáng và kết cấu khác nhau: máy nhỏ < 30kVA thường thùng dầu đơn giản, phẳng. Máy biến áp công suất trung bình và lớn, để tăng bề mặt làm mát thường có cánh tản nhiệt bằng các ống thép hình phẳng, tròn hoặc bầu dục. Máy nhỏ các ống làm mát này hàn thẳng vào vỏ máy. Máy công suất lớn các ống này được hàn thành từng bộ riêng, các bộ cánh làm mát riêng này nối với vỏ máy bằng các mặt bích.

Nếu máy biến áp không có hệ thống quạt gió gọi là máy biến áp kiểu làm mát tự nhiên, những máy biến áp 3 pha, điện cao áp lớn từ 10.000kVA trở lên thường dùng bộ tản nhiệt có quạt gió để tăng cường sự làm lạnh cho máy.

Các máy biến áp có quạt thổi, nếu hỏng hệ thống quạt gió thì công suất của máy sẽ giảm chỉ còn khoảng 75% công suất định mức.

Ngoài hai kiểu làm mát trên, còn có loại máy làm mát kiểu dầu tuần hoàn cưỡng bức có quạt thổi và loại làm mát kiểu giàn nước.

Trên nắp đáy thùng dầu có doăng xiết kín, phía ngoài có đặt nhiều chi tiết quan trọng như: sứ cao áp, sứ hạ áp, bình dẫn dầu và ống bảo hiểm (ống phòng nổ), bộ truyền động điều chỉnh điện áp v.v... Bình dẫn dầu dùng để bảo đảm cho máy biến áp luôn đầy dầu, làm giảm diện tiếp xúc giữa dầu và không khí, như thế sẽ tránh cho dầu khỏi bị ôxy hóa và nhiễm ẩm, làm tăng thời gian sử dụng của dầu và chất cách điện. Để tăng độ bền của chất cách điện trong máy hơn nữa, người ta còn trang bị thêm bộ lọc xi phong nhiệt, hoặc ở bình dẫn dầu kín không cho tiếp xúc với không khí mà cho nó tiếp xúc với khí nitơ.

### 2.3. TÍNH TOÁN TRONG VIỆC SỬA CHỮA MÁY BIẾN ÁP

Khi phải tính toán lại một số các thông số kỹ thuật của dây quấn, của lõi từ đã mất số liệu sẽ gặp nhiều khó khăn. Biến áp hỏng lại do nhiều hãng, nhiều nước sản xuất, máy đời mới và đời cũ đều có, đồng thời nguyên vật liệu dùng cho sửa chữa cũng đa dạng trên thị trường; do vậy ở đây chỉ giới thiệu một phương pháp đơn giản tính gần đúng theo kinh nghiệm, miễn sao máy biến áp đạt yêu cầu sử dụng tốt (các hệ số được chọn đã kiểm nghiệm qua thực tiễn sản xuất).

Các công thức tính toán này có thể áp dụng cho cả các biến áp tự chế để sử dụng đơn chiếc trong đơn vị mình.

Tính lại các thông số của máy biến áp mất số liệu gốc:

Biến áp cháy hỏng còn cuộn dây nhưng do cháy nổ, dây sơ cấp bị dính vào nhau không gỡ ra đếm được, cũng có trường hợp số vòng ở cuộn sơ cấp quá nhiều, lại rất nhỏ (cỡ  $< 0,15\text{mm}$ ), sơn cách điện bó cứng, gỡ ra là bị đứt nên khó đếm được chính xác.

Trong những trường hợp này cần đếm số vòng  $n_2$  ở cuộn thứ cấp (dây to, ít vòng nên không đứt và dễ đếm), rồi từ công thức 2.4 suy ra số vòng của cuộn sơ cấp.

**Ví dụ:** Biến áp ở mạch điều khiển nổi cơ điện 220V/24V, công suất 4W bị cháy cần quấn lại. Tháo cuộn dây ra đo được:

$$d_1 = 0,12\text{mm}; d_2 = 0,31\text{mm}.$$

Số vòng dây quấn cuộn thứ cấp đếm được:  $n_2 = 360\text{vòng}$

Số vòng dây quấn cuộn sơ cấp nhỏ, bị đứt không đếm được.

Vậy phải tính  $n_1$  thế nào ?

**Giải:** Từ công thức 2.4 ta có:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \text{ suy ra } n_1 = \frac{U_1 n_2}{U_2} = \frac{220.360}{24} = 3300 \text{ vòng}$$

**Kết luận:** Lõi sắt còn tốt nên quấn lại biến áp theo số liệu sau:

Cuộn sơ cấp quấn dây  $d_1 = 0,12\text{mm}$  ; số vòng  $n_1 = 3300$  vòng.

Cuộn thứ cấp quấn dây  $d_2 = 0,31\text{mm}$  ; số vòng  $n_2 = 360$  vòng.

Quấn dây vào khuôn: cuộn sơ cấp quấn trước, cuộn thứ cấp quấn sau rồi ghép sắt E và I từng lá một xen kẽ trở đầu đuôi. Cuối cùng tẩm sơn cách điện, sấy khô để hoàn chỉnh.

## 2.4. TÍNH TOÁN LẠI BIẾN ÁP CHỈ CÒN LỖI TỪ

Biến áp mất hết cuộn dây mà chỉ còn lõi từ, muốn sử dụng lõi phải đo kích thước để xác định công suất có thể tải được như sau:

**Bước 1:** Có nhiều kiểu lõi và nhiều kích cỡ (hình 2.4), ở đây chỉ cần đo độ rộng  $a$  của bản và bề dày  $b$  của tôn ghép để tính tiết diện mặt cắt của mạch từ:  $S_l = a \cdot b$ .

Công suất của biến áp phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu sắt từ và tiết diện  $S_l$  của lõi, tính như sau:

$$P = \left( \frac{S_l}{K} \right)^2 \quad (2.7)$$

Trong đó:

$P$  là công suất biến áp tính bằng VA.

$S_l$  là tiết diện có ích lõi từ tính bằng  $\text{cm}^2$  (phải lấy tiết diện đo được nhân với 0,9 để trừ hao).

$K$  là hệ số thực nghiệm lấy từ 1,2 ÷ 1,5.

**Bước 2:** Số vòng dây quấn phụ thuộc vào điện áp tần số và từ thông theo công thức:  $n = \frac{U}{4,44.f.B.S_l}$ . Trong thực tế số vòng cho các cuộn dây

được tính dựa trên cơ sở lõi, lõi to và tốt thì quấn ít vòng, lõi nhỏ và tôn xấu thì quấn nhiều dây mới ít nóng.

Để tính được đơn giản, dễ dàng thường người ta tính số vòng dây qua

một đại lượng trung gian là số vòng/vôn ( $w$ ), sau đó nhân với điện áp sẽ được số vòng  $n$  của cuộn dây theo công thức kinh nghiệm:

$$w = \frac{K_c}{S_l} \quad (2.8)$$

Trong đó:

$S_l$ : là tiết diện lõi từ tính bằng  $\text{cm}^2$ .

$K_c$ : là hệ số chất lượng lấy từ 40 ÷ 60.

Tôn xấu, dày và cũ chọn đến 60, tôn đẹp (cỡ 0,5mm) của Trung Quốc, Nga, và các nước Đông Âu (bể 1 – 2 lần đã gãy) chọn  $R_c = 45 \div 50$  là đạt; tôn mỏng (cỡ 0,35mm) bể gập gãy ngay của Mỹ, Nhật... chỉ cần lấy  $K_c = 40$  là đã đạt yêu cầu (biến áp trong radio, cát xét dùng lõi của Nhật hệ số này còn chọn đến 35).

**Bước 3:** Tính toán đường kính dây.

Ta biết rằng, khi có dòng điện  $I$  chạy qua dây quấn thì sẽ sinh ra từ trường và phát nhiệt làm nóng dây. Với máy biến áp cỡ nhỏ (thông gió tự nhiên) muốn khỏi nóng quá chỉ chọn mật độ dòng điện trong khoảng  $3\text{A/mm}^2$ . Vậy quan hệ giữa cỡ dây và dòng điện là:

$$d = 0,72\sqrt{I} \quad (2.9)$$

Trong đó:

$d$ : là đường kính dây quấn tính bằng mm.

$I$ : là dòng điện đi qua dây tính bằng ampe.

Kiểm tra sau khi tính được các cỡ dây, số vòng cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp thì căn cứ vào diện tích của số  $S_c = h.c$  để kiểm tra xem dây có quấn được hết vào khuôn không rồi linh hoạt xử lý, điều chỉnh cho phù hợp.

**Ví dụ:** Có một lõi từ chữ E còn tốt (tôn Liên Xô cũ) đo kích thước được  $a = 7\text{cm}$ ,  $b = 5\text{cm}$ .

Hãy kiểm tra xem lõi này có thể quấn dây để hạ điện áp nguồn điện 220V xuống 100V và 12 V để cấp cho nồi cơm điện "nội địa" 100V – 500W và nạp điện cho ắc quy 12V, dòng điện nạp 4,5A (khoảng 54W)?

**Giải:** Tiết diện đo đạc của lõi  $S = 7.5 = 35\text{cm}^2$

- Tiết diện thực của lõi:  $S_l = 35.0,9 = 31,5\text{cm}^2$  (hệ số ép chọn là 0,9).

Công suất của lõi biến áp (công thức 2.7)

$$P = \left( \frac{S_l}{K} \right)^2 = \left( \frac{31,5}{1,25} \right)^2 \approx 630\text{VA}$$

Chọn  $K = 1,25$  ta thấy kết quả lỗi đủ công suất vì  $630 > 554$ .

Trường hợp này biến áp cấp điện cho nồi cơm điện là chính, với  $\cos\phi = 1$  nên coi như  $630VA = 630W$ .

*Bước 2:* Số vòng dây quấn cho 1.vôn (công thức 2.8)

$$w = \frac{K_v}{S_1} = \frac{45}{31,5} \approx 1,4 \text{ (lấy tròn)}$$

– Số vòng dây quấn cuộn sơ cấp ứng với  $U_1 = 220V$ :

$$n_1 = 220 \times 1,4 = 308 \text{ (lấy tròn 300 vòng)}$$

– Số vòng dây quấn cuộn thứ cấp dùng vào nồi cơm  $U_2 = 100V$ :

$$n_2 = 100 \times 1,4 = 140 \text{ vòng}$$

– Số vòng dây quấn cuộn thứ dùng để nạp ắc quy  $U_3 = 12V$ :

$$n_3 = 15 \times 1,4 = 21 \text{ (lấy tròn 20 vòng)}$$

$$\text{(lấy } U_3 = 15V, \text{ đọc tiếp ở 3.1)}$$

*Bước 3:* Dòng điện vào cuộn sơ cấp:

$$I_1 = \frac{\Sigma P}{U_1}$$

$$I_1 = \frac{500 + 54}{220} \approx 2,5A$$

– Cỡ dây quấn cuộn sơ (công thức 2.9):

$$d_1 = 0,72 \sqrt{I_1} = 0,72 \sqrt{2,5} \approx 1,16 \text{ mm (lấy tròn)}$$

– Cỡ dây quấn cuộn thứ cấp điện cho nồi cơm điện 5A:

$$d_2 = 0,72 \sqrt{5} \approx 1,56 \text{ mm (lấy tròn)}$$

– Cỡ dây quấn cuộn thứ cấp điện nạp ắc quy 4,5A,  $d_3 = 1,56$  chọn cùng cỡ để thuận tiện khi mua vật tư.

**Nhận xét:** Đây là cách tính toán theo kiểu biến áp cách ly nên không lợi về công suất, tốn nhiều vật tư. Thực ra lỗi từ này nếu làm theo kiểu tự ngẫu (phía 100V) có thể đạt được 1000VA giảm được khối lượng sắt từ và dây đáng kể (xem mục 3.5).

## 2.5. THIẾT KẾ BIẾN ÁP NHỎ THEO BẢNG LẬP SẴN

Để giảm bớt khối lượng tính toán biến áp công suất nhỏ, có thể sử dụng bảng 1, bảng 2 và bảng 3.

**Bảng 1. QUY CÁCH DÂY DẪN MÁY BIẾN ÁP CÔNG SUẤT NHỎ  
(LỖI TỪ 341 CỦA NGA)**

| Công suất<br>P (VA) | Lỗi từ<br>S (cm <sup>2</sup> ) | Số vòng/V (w) | Cỡ dây (với 220V)<br>d <sub>1</sub> (mm) |
|---------------------|--------------------------------|---------------|------------------------------------------|
| 2                   | 2,1                            | 21            | 0,09                                     |
| 4                   | 3                              | 15            | 0,12                                     |
| 6                   | 3,7                            | 12            | 0,15                                     |
| 8                   | 4,2                            | 10,7          | 0,17                                     |
| 10                  | 4,6                            | 9,8           | 0,18                                     |
| 12                  | 5                              | 9             | 0,20                                     |
| 14                  | 5,3                            | 8,5           | 0,24                                     |
| 16                  | 5,6                            | 8             | 0,23                                     |
| 18                  | 5,9                            | 7,6           | 0,21                                     |
| 20                  | 6,2                            | 7,3           | 0,25                                     |
| 22                  | 6,4                            | 7             | 0,26                                     |
| 24                  | 6,6                            | 6,8           | 0,27                                     |
| 26                  | 6,8                            | 6,6           | 0,28                                     |
| 28                  | 7,1                            | 6,4           | 0,29                                     |
| 30                  | 7,3                            | 6,2           | 0,30                                     |
| 32                  | 7,5                            | 6             | 0,31                                     |
| 34                  | 7,7                            | 5,8           | 0,31                                     |
| 36                  | 7,9                            | 5,7           | 0,32                                     |
| 38                  | 8,1                            | 5,6           | 0,33                                     |
| 40                  | 8,3                            | 5,4           | 0,34                                     |
| 50                  | 9,1                            | 4,9           | 0,38                                     |
| 60                  | 9,8                            | 4,6           | 0,41                                     |
| 70                  | 10,3                           | 4,3           | 0,44                                     |
| 80                  | 11                             | 4,1           | 0,47                                     |
| 90                  | 11,7                           | 3,9           | 0,49                                     |
| 100                 | 12,3                           | 3,7           | 0,50                                     |
| 110                 | 12,9                           | 3,5           | 0,51                                     |
| 120                 | 13,4                           | 3,4           | 0,53                                     |
| 130                 | 14                             | 3,3           | 0,57                                     |
| 140                 | 14,5                           | 3,1           | 0,59                                     |
| 150                 | 15                             | 3,0           | 0,62                                     |
| 160                 | 15,5                           | 2,9           | 0,64                                     |

– Bảng 2 là kích thước cơ bản của mạch từ có dạng E bằng tôn silic theo tiêu chuẩn ngành 4 TCN 9 – 69 của Bộ Công nghiệp nặng (cũ). Từ bảng này ta thấy, mỗi loại kích thước của biến áp công suất nhỏ này có 3 cấp công suất khác nhau do thay đổi số lá tôn ghép (b...)

**Bảng 2. KÍCH THƯỚC CƠ BẢN LỖI BIẾN ÁP CHỮ E**

| Cỡ lỗ tôn | Kích thước lỗ chữ E (mm) |    |    |    |    |
|-----------|--------------------------|----|----|----|----|
|           | a                        | b  | h  | c  | g  |
| E 10 x 10 | 10                       | 10 | 15 | 5  | 20 |
| E 10 x 15 | 10                       | 15 | 15 | 5  | 20 |
| E 10 x 20 | 10                       | 20 | 15 | 5  | 20 |
| E 12 x 12 | 12                       | 12 | 18 | 6  | 24 |
| E 12 x 18 | 12                       | 18 | 18 | 6  | 24 |
| E 12 x 24 | 12                       | 24 | 18 | 6  | 24 |
| E 14 x 14 | 14                       | 14 | 21 | 7  | 28 |
| E 14 x 21 | 14                       | 21 | 21 | 7  | 28 |
| E 14 x 28 | 14                       | 28 | 21 | 7  | 28 |
| E 16 x 16 | 16                       | 16 | 24 | 8  | 32 |
| E 16 x 24 | 16                       | 24 | 24 | 8  | 32 |
| E 16 x 32 | 16                       | 32 | 24 | 8  | 32 |
| E 18 x 18 | 18                       | 18 | 27 | 9  | 36 |
| E 18 x 27 | 18                       | 27 | 27 | 9  | 36 |
| E 18 x 36 | 18                       | 36 | 27 | 9  | 36 |
| E 20 x 20 | 20                       | 20 | 30 | 10 | 40 |
| E 20 x 30 | 20                       | 30 | 30 | 10 | 40 |
| E 20 x 40 | 20                       | 40 | 30 | 10 | 40 |
| E 24 x 24 | 24                       | 24 | 36 | 12 | 48 |
| E 24 x 36 | 24                       | 36 | 36 | 12 | 48 |
| E 24 x 48 | 24                       | 48 | 36 | 12 | 48 |
| E 30 x 30 | 30                       | 30 | 45 | 15 | 60 |
| E 30 x 45 | 30                       | 45 | 45 | 15 | 60 |
| E 30 x 60 | 30                       | 60 | 45 | 15 | 60 |
| E 40 x 40 | 40                       | 40 | 60 | 20 | 80 |
| E 40 x 60 | 40                       | 60 | 60 | 20 | 80 |
| E 40 x 80 | 40                       | 80 | 60 | 20 | 80 |

**Bảng 3. SỐ LIỆU KỸ THUẬT DÂY MEN QUẤN BIẾN ÁP**

| Đường kính (mm) |        | Tiết diện<br>(mm <sup>2</sup> ) | Điện trở 1m<br>(Ω) | Trọng<br>lượng 1m<br>(g) | Số sợi<br>trong<br>1cm <sup>2</sup> của<br>sổ (S <sub>c</sub> ) |
|-----------------|--------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Lõi             | Cả men |                                 |                    |                          |                                                                 |
| 1               | 2      | 3                               | 4                  | 5                        | 6                                                               |
| 0,10            | 0,115  | 0,0079                          | 2,23               | 0,0700                   | 6000                                                            |
| 0,11            | 0,125  | 0,0095                          | 1,85               | 0,0847                   | 5100                                                            |
| 0,12            | 0,135  | 0,0113                          | 1,55               | 0,101                    | 4400                                                            |
| 0,13            | 0,145  | 0,0133                          | 1,32               | 0,118                    | 4000                                                            |
| 0,14            | 0,155  | 0,0154                          | 1,14               | 0,137                    | 3800                                                            |
| 0,15            | 0,165  | 0,0177                          | 0,99               | 0,158                    | 2800                                                            |
| 0,16            | 0,175  | 0,0201                          | 0,87               | 0,179                    | 2600                                                            |
| 0,17            | 0,185  | 0,0227                          | 0,77               | 0,202                    | 2330                                                            |
| 0,18            | 0,195  | 0,0255                          | 0,69               | 0,227                    | 2000                                                            |
| 0,19            | 0,205  | 0,0284                          | 0,62               | 0,252                    | 1850                                                            |
| 0,20            | 0,215  | 0,0314                          | 0,56               | 0,280                    | 1650                                                            |
| 0,21            | 0,225  | 0,0346                          | 0,51               | 0,308                    | 1550                                                            |
| 0,23            | 0,250  | 0,0416                          | 0,43               | 0,370                    | 1300                                                            |
| 0,25            | 0,270  | 0,0491                          | 0,36               | 0,438                    | 1100                                                            |
| 0,27            | 0,295  | 0,0573                          | 0,31               | 0,509                    | 925                                                             |
| 0,29            | 0,315  | 0,0661                          | 0,27               | 0,589                    | 820                                                             |
| 0,31            | 0,340  | 0,0755                          | 0,23               | 0,673                    | 700                                                             |
| 0,33            | 0,360  | 0,0855                          | 0,21               | 0,762                    | 640                                                             |
| 0,35            | 0,380  | 0,0962                          | 0,18               | 0,857                    | 570                                                             |
| 0,38            | 0,410  | 0,1134                          | 0,15               | 1,01                     | 520                                                             |
| 0,41            | 0,440  | 0,1320                          | 0,13               | 1,18                     | 420                                                             |
| 0,44            | 0,475  | 0,1521                          | 0,115              | 1,36                     | 385                                                             |
| 0,47            | 0,505  | 0,1735                          | 0,101              | 1,55                     | 325                                                             |
| 0,51            | 0,545  | 0,2043                          | 0,080              | 1,82                     | 300                                                             |
| 0,53            | 0,570  | 0,2206                          | 0,079              | 1,96                     | 280                                                             |
| 0,55            | 0,590  | 0,2376                          | 0,074              | 2,12                     | 255                                                             |
| 0,57            | 0,620  | 0,2550                          | 0,069              | 2,28                     | 232                                                             |

**Bảng 3 (tiếp)**

| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0,59     | 0,640    | 0,2734   | 0,064    | 2,44     | 218      |
| 0,62     | 0,670    | 0,3019   | 0,058    | 2,69     | 197      |
| 0,64     | 0,690    | 0,3217   | 0,054    | 2,86     | 185      |
| 0,67     | 0,720    | 0,3526   | 0,050    | 3,14     | 170      |
| 0,69     | 0,740    | 0,3739   | 0,047    | 3,33     | 160      |
| 0,72     | 0,780    | 0,4060   | 0,043    | 3,63     | 154      |
| 0,74     | 0,800    | 0,4301   | 0,041    | 3,83     | 146      |
| 0,77     | 0,830    | 0,4640   | 0,038    | 4,15     | 132      |
| 0,80     | 0,860    | 0,5207   | 0,035    | 4,48     | 120      |
| 0,83     | 0,890    | 0,5390   | 0,032    | 4,82     | 114      |
| 0,86     | 0,920    | 0,5809   | 0,030    | 5,17     | 108      |
| 0,90     | 0,960    | 0,6362   | 0,027    | 5,67     | 100      |
| 0,93     | 0,990    | 0,6793   | 0,026    | 6,05     | 94       |
| 0,96     | 1,020    | 0,7238   | 0,024    | 6,45     | 88       |
| 1,00     | 1,070    | 0,7854   | 0,022    | 7,00     | 80       |
| 1,04     | 1,115    | 0,848    | 0,0206   | 7,57     | 73       |
| 1,08     | 1,155    | 0,916    | 0,0192   | 8,16     | 71       |
| 1,12     | 1,20     | 0,985    | 0,0179   | 8,76     | 65       |
| 1,16     | 1,24     | 1,057    | 0,0165   | 9,40     | 59       |
| 1,20     | 1,28     | 1,131    | 0,0155   | 10,11    | 54       |
| 1,25     | 1,33     | 1,227    | 0,0143   | 10,91    | 51       |
| 1,30     | 1,38     | 1,327    | 0,0132   | 11,81    | 45       |
| 1,35     | 1,43     | 1,431    | 0,0122   | 12,73    | 43       |
| 1,40     | 1,48     | 1,539    | 0,0114   | 13,70    | 40       |
| 1,45     | 1,53     | 1,651    | 0,0106   | 14,68    | 38       |
| 1,50     | 1,58     | 1,767    | 0,0099   | 15,80    | 33       |
| 1,56     | 1,64     | 1,911    | 0,0091   | 16,99    | 31       |
| 1,62     | 1,71     | 2,061    | 0,0085   | 18,32    | 30       |
| 1,68     | 1,77     | 2,217    | 0,0079   | 19,71    | 28       |

**Ví dụ:** Cần làm một biến áp (cách ly) an toàn, điện áp vào  $U_1 = 220V$ , điện áp ra  $U_2 = 36V$ ,  $I_2 = 1,4A$  để thắp sáng một bóng đèn  $36V$ ,  $1,4A - 50W$ ,  $P = 50VA$ . Lõi dẫn từ dạng chữ E, dùng thép lá kỹ thuật điện  $\Theta 41$ .

**Giải:** Từ bảng 1 ta chọn lõi từ, có tiết diện  $S_1 = 9,1cm^2$ . Số vòng dây quấn cho 1 vôn ( $w/V$ ) = 4,9, từ bảng 2 chọn lõi tôn chữ E cỡ 30 (lấy thêm 2 lá 0,5mm) sẽ có kích thước  $30 \times 31$  ( $a = 30$ ;  $b = 31$ ).

Vậy, tiết diện thật của lõi là:

$$S = 3 \cdot 3,1 = 9,3cm^2.$$

– Số vòng dây quấn cuộn sơ cấp 220V:

$$n_1 = 4,9 \cdot 220 = 1078 \text{ vòng, lấy tròn } 1100 \text{ vòng.}$$

– Số vòng dây quấn cuộn thứ cấp 36V:

$$n_2 = 4,9 \cdot 36 = 176,4 \text{ vòng, lấy tròn } 180 \text{ vòng.}$$

– Cỡ dây quấn cuộn sơ cấp:

$$d_1 = 0,38mm \text{ (bảng 1)}$$

– Cỡ dây quấn cuộn thứ cấp (công thức 2.9):

$$d_2 = 0,72 \sqrt{1,4} = 0,84mm. \text{ Chọn dây } 0,86mm.$$

**Kiểm tra:**

Từ bảng 2 có diện tích cửa sổ:

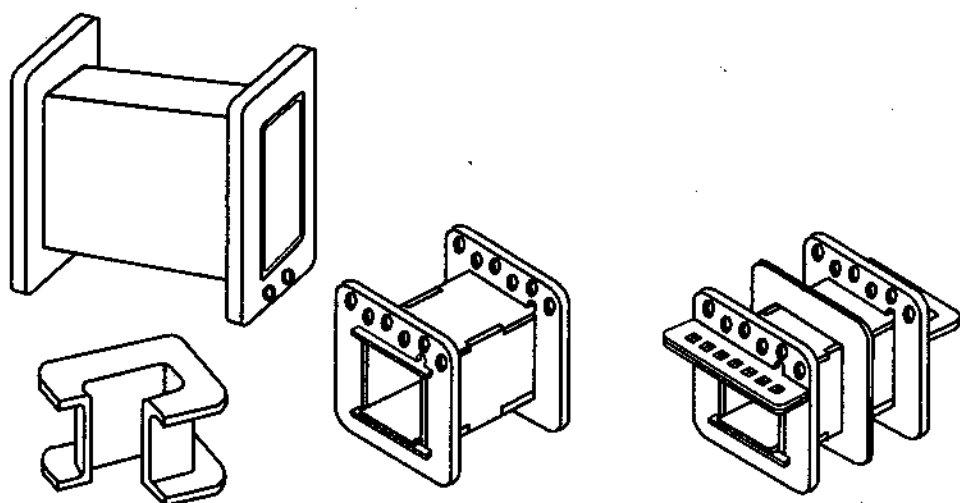
$$S_c = h \cdot c = 4,5 \cdot 1,5 = 6,75.$$

Từ bảng 3 ta biết rằng số sợi trong  $1cm^2$  cửa sổ của dây 0,38mm là 520 và của dây 0,86 là 108.

Tổng số vòng dây của cuộn sơ và cuộn thứ là  $\Sigma_n = 1100 + 180$  chỉ chiếm khoảng 3/4 diện tích cửa sổ cho nên có thể dễ dàng quấn dây vào khuôn cho biến áp.

## 2.6. CÁCH LÀM KHUÔN QUẤN BIẾN ÁP CÔNG SUẤT NHỎ

Thường khuôn lõi của biến áp cũ chưa bị vỡ, hỏng thì dùng ngay khuôn đó để quấn lại bằng dây mới nhưng trước khi quấn cần làm vệ sinh và sấy khuôn cho hết ẩm. Trường hợp khuôn lõi cũ bị hỏng thì lấy bakelit hoặc bìa cách điện  $\Theta B$  dày  $0,5 \div 1mm$  để làm thành khuôn mới như hình 2.8.



Hình 2.8. Một kiểu làm khuôn bằng bakêlit.

Làm khuôn bằng bakêlit tuy chắc chắn nhưng khó làm cần phải cưa, rũa và đục rồi mới ghép. Làm khuôn bằng bìa cách điện thì chỉ cần cắt và dán lại dễ dàng.

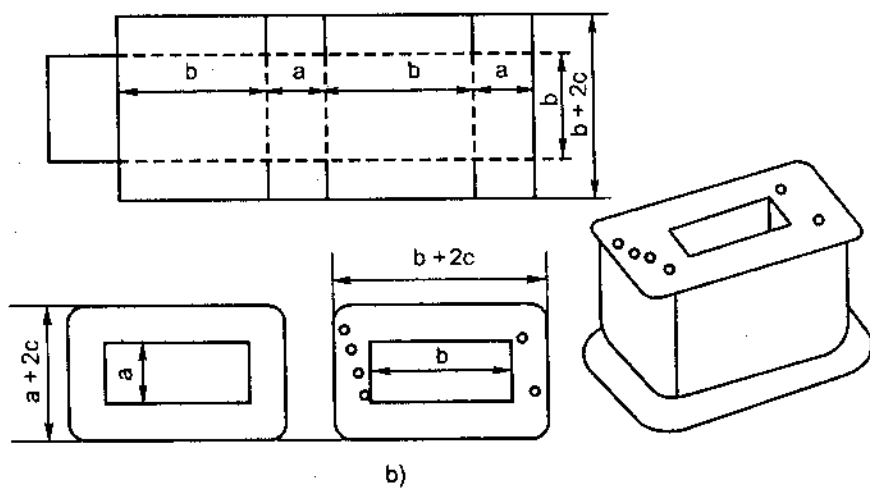
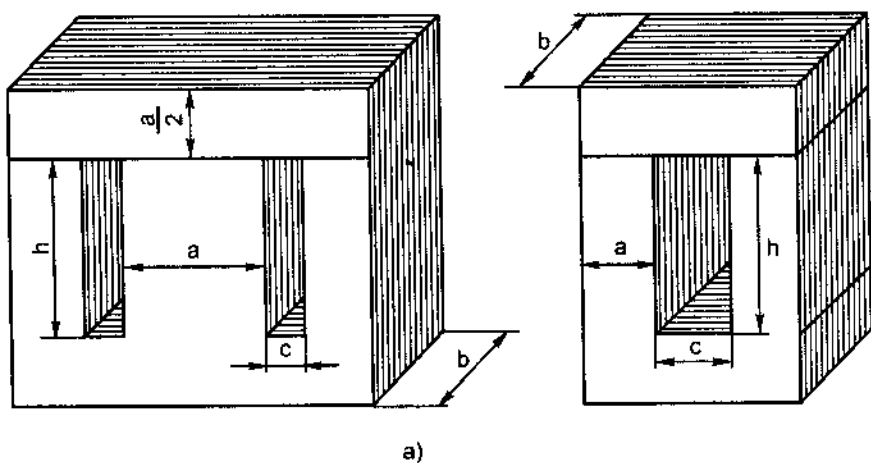
Khi làm khuôn cần đo các kích thước lõi từ như hình 2.9a. Đây là biến áp có lõi chữ U hoặc chữ EI được ghép bằng các lá thép mỏng kỹ thuật điện dày 0,5mm. Phải đo các kích thước: chiều ngang  $a$ , chiều dày tôn ghép  $b$  và chiều cao  $h$  của cửa sổ để vạch kích thước cụ thể trên bìa cách điện, cắt tạo khuôn như hình 2.9b: cắt theo các nét liền rồi gấp lên  $90^\circ$  theo nét đứt để có một hộp rỗng giống vỏ bao diêm.

Tiếp tục đưa 2 thành khuôn vào 2 đầu hộp này cho sát để đảm bảo khoảng cách  $h$ , sau đó dán lại bằng keo 202. Cần nhớ là 2 miếng bìa thành khuôn phải đục lỗ ( $a \times b$ ) rộng hơn một ít và dùi các lỗ đưa đầu dây ra trước khi dán vào hộp.

Sau khi khuôn đã dán khô cứng thì lấy lõi tôn chữ E đưa vào trụ giữa, dùng kéo sửa cho vuông vắn kể cả các góc lượn của hai thành khuôn.

Làm một lõi gỗ (biến áp nhỏ có thể gọt miếng xốp thay thế gỗ) bào nhẵn có khoan 1 lỗ vừa với trục máy quấn dây, rồi đưa vào trong khuôn làm cốt, để khi quấn dây khỏi móp khuôn.

Về cách quấn dây, tẩm sơn cách điện xem mục 1.4.



**Hình 2.9. Làm khuôn bằng bìa cách điện**

a) Cách đo kích thước lõi từ; b) Cắt bìa để làm khuôn.

### Chương 3

## BIẾN ÁP ĐIỆN LỰC MỘT PHA – CHỈNH LƯU – BIẾN ÁP TỰ NGÃU – ỔN ÁP – BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

### 3.1. TÍNH TOÁN MÁY BIẾN ÁP CHO CHỈNH LƯU

Các biến áp nguồn thì điện áp ra tải ở mạch thứ cấp cũng chính là dòng điện và điện áp trên cuộn thứ cấp, còn ở biến áp chỉnh lưu thì tải đấu với mạch thứ cấp thông qua mạch chỉnh lưu điốt và các mắt lọc LC nên cách tính biến áp chỉnh lưu phức tạp hơn biến áp nguồn. Phải thiết kế biến áp sao cho trên tải có được điện áp dòng điện và công suất theo trị số định mức ghi trên nhãn thiết bị nhận áp 1 chiều hoặc theo yêu cầu công nghệ. Ví dụ, nạp điện vào bình ắc quy 12V phải có 15V; nạp 6V phải chọn mức 7,5V (mỗi ngăn ắc quy chỉ khi nạp đầy đạt 2,5V)... Điện áp xoay chiều phía thứ cấp phải lấy cao hơn điện 1 chiều để trừ hao.

Hiện nay người ta không dùng mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ vì hiệu suất thấp, biến áp to công kênh gấp 3,09 lần, đắt tiền, mà thường gấp mạch chỉnh lưu cả chu kỳ, chỉnh lưu đối xứng có điểm giữa hoặc mạch chỉnh lưu cầu. Các số liệu cho ở bảng 4.

**Bảng 4. CÁC THÔNG SỐ KHI CHỈNH LƯU BẰNG ĐI ỐT**

| Sơ đồ chỉnh lưu<br>Các thông số | 1/2 chu kỳ  | Hình tia (1 pha<br>có điểm giữa) | Cầu 1 pha   | Tia 3 pha   | Cầu 3 pha   |
|---------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Số lần đập mạch                 | 1           | 2                                | 2           | 3           | 6           |
| Tần số đập mạch                 | 50Hz        | 100Hz                            | 100Hz       | 150Hz       | 300Hz       |
| Điện áp chỉnh lưu $U_d$         | 0,45U       | 0,9U                             | 0,9U        | 1,17U       | 2,34U       |
| I trung bình qua điốt           | $I_d$       | $I_d/2$                          | $I_d/2$     | $I_d/3$     | $I_d/3$     |
| U ngược max trên điốt           | $\sqrt{2}U$ | $2\sqrt{2}U$                     | $\sqrt{2}U$ | $\sqrt{6}U$ | $\sqrt{6}U$ |
| $I_2/I_d$                       | 1,57        | 0,78                             | 1,11        | 0,58        | 0,816       |
| S biến áp $/U_d I_d$            | 3,09        | 1,48                             | 1,23        | 1,34        | 1,05        |

**Ví dụ:** Tính biến áp để nạp điện vào một ắc quy 12V 60Ah dùng mạch chỉnh lưu cầu 1 pha để có biến áp dung lượng đủ dùng với điện nguồn  $U = 220V$ .

**Giải:** Nạp điện cho ắc quy thì lấy từ 7% đến 10% dung tích của bình. Vậy, phải thiết kế bộ nắn dòng cỡ 15V – 6A.

1. Tính điện áp và dòng điện thứ cấp:

$$U_2 = U_d \cdot 1,11 = 15 \cdot 1,11 = 16,65V$$

$$I_2 = I_d \cdot 1,11 = 6 \cdot 1,11 = 6,66A$$

2. Tính công suất mạch thứ cấp

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 16,65 \cdot 6,66 \approx 110VA$$

3. Tính công suất và dòng điện sơ cấp (lấy hiệu suất máy biến áp  $\eta = 0,9$ )

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{110}{0,9} \approx 122VA$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{122}{220} \approx 0,55A$$

4. Tính lõi biến áp (biến đổi từ công thức 2.7)

$$S_1 = K\sqrt{P_1} = 1,3\sqrt{122} = 14,36$$

(lấy  $K = 1,3$ )

Chọn lõi sắt chữ E:  $a = 5$ ,  $b = 3$ , vậy  $S_1 = 15cm^2$

5. Tính số vòng cuộn dây sơ cấp và thứ cấp:

Từ công thức 2.8 có:

$$w = \frac{50}{S_1} = \frac{50}{15} = 3,3 \text{ vòng/vôn}$$

– Số vòng cuộn sơ cấp 220 V là:

$$n_1 = 220 \cdot 3,3 = 726 \text{ vòng}$$

– Số vòng cuộn thứ cấp 16,6V là:

$$n_2 = 16,6 \cdot 3,3 = 54,7 \text{ vòng.}$$

Lấy tròn 55 vòng (trừ hao hụt).

Thực tế thường có thêm đảo mạch phía thứ cấp khoảng 5 nấc để nạp điện ở nhiều mức khác nhau. Vậy  $n_2$  sẽ là: 35 – 40 – 45 – 50 – 55.

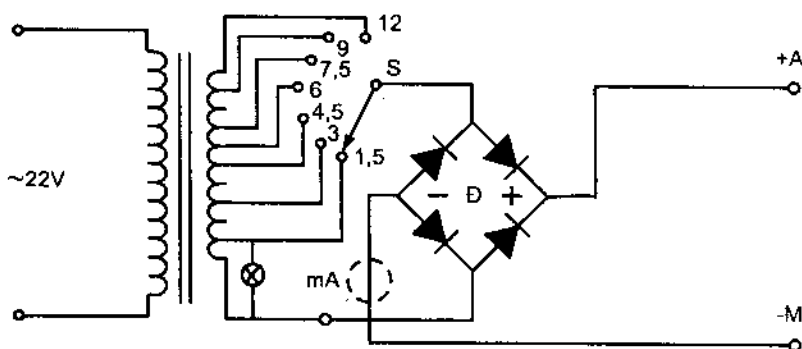
– Tính cỡ dây cuộn sơ cấp và thứ cấp (công thức 2.9).

$$d_1 = 0,72\sqrt{0,55} = 0,53 \rightarrow \text{chọn dây: } 0,50\text{mm}$$

$$d_2 = 0,72\sqrt{6,66} = 1,86 \rightarrow \text{chọn dây: } 1,85\text{mm}.$$

**Ghi chú:** Hiện nay trên thị trường có bán những bộ nắn dòng đa năng để sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau. Cuộn thứ cấp có nhiều đầu ra thông qua một chuyển mạch để thay đổi điện xoay chiều cấp cho mạch chỉnh lưu cầu (hình 3.1).

Các trị số về dòng điện nắn, điện áp ngược của diốt và điện áp đánh thủng của tụ lọc được chọn theo cấp điện áp ra lớn nhất.



Hình 3.1. Bộ nạp điện cho ắc quy.(loại đa năng).

### 3.2. MÁY BIẾN ÁP CÓ MẠCH TỰ ĐỘNG NẠP CHO ẮC QUY

Mạch sử dụng một biến áp 220V/12V (hình 3.2), cuộn thứ cấp có điểm giữa để nắn cả chu kỳ theo sơ đồ đối xứng cho ra điện 1 chiều nạp vào ắc quy.

**Cách làm việc của sơ đồ:** Điện nguồn 220V vào cuộn sơ cấp của biến áp, phía thứ cấp ra điện xoay chiều để đưa vào 2 diốt  $D_1$ ,  $D_2$  chỉnh lưu thành điện một chiều 12V nạp vào ắc quy.

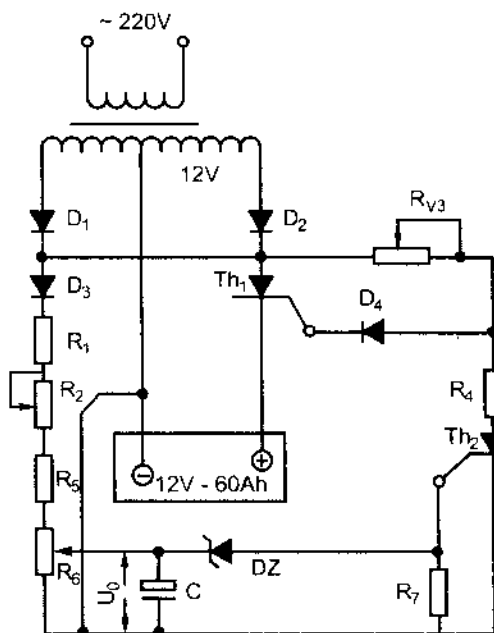
Điều chỉnh dòng điện nạp nhờ chiết áp  $R_{V3}$  thay đổi góc mở của thyristo  $Th_1$  trong khoảng  $0 \div 90^\circ$ .

Khi mới nạp, ắc quy “đói” điện,  $U_0$  thấp hơn  $U$  ngưỡng của diốt ổn áp  $D_z$  nên thyristo  $Th_2$  còn khóa, đến lúc ắc quy đầy điện thì  $U_0$  đạt mức ngưỡng kích  $Th_2$  mở;  $Th_1$  tự động khóa lại vì mất tín hiệu điều khiển, ắc quy sẽ ngừng nạp.

– Khi ắc quy phóng điện hết đến mức  $U_0$  nhỏ hơn  $U$  ngưỡng của  $D_z$  thì thyristo  $Th_2$  lại mất xung điều khiển và bị khóa. Lúc này thyristo  $Th_1$  lại được kích mở để nạp điện trở lại vào ắc quy.

Các linh kiện để lắp mạch gồm:

- Thyristo  $Th_1$ : C20F hoặc tương đương 10A.
- $Th_2$ : 2N1772.
- Điốt  $D_1, D_2$ : A40F;  $D_3, D_4$ : A14A.
- Điốt ổn áp:  $D_Z$  1772.



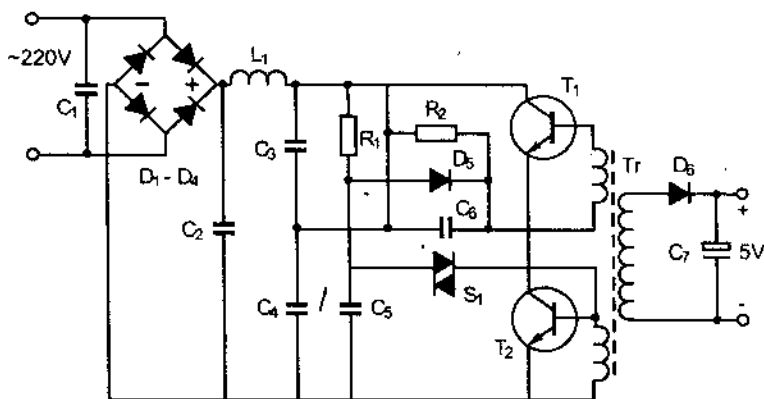
Hình 3.2. Mạch tự động nạp điện vào ắc quy qua biến áp, điều khiển bằng thyristo.

### 3.3. BỘ NẠP ĐIỆN SỬ DỤNG BIẾN ÁP CAO TẦN

Máy thu thanh bán dẫn, điện thoại di động, điện thoại để bàn... dùng pin crôm – niken, pin nicad, pin khuy... để làm nguồn cấp điện. Thực chất đây là loại ắc quy kiểm được bọc kín có thể nạp điện để dùng lại hơn 500 lần.

Thường dùng máy nắn dòng chất lượng cao (adaptor) để nạp điện. Ưu điểm của loại máy này là gọn nhẹ, có thể sử dụng vào nguồn AC từ 100 – 240V 50/60Hz. Hãng Sunlin Electronic (Hàn Quốc) đã sản xuất nhiều cỡ loại: model SR827A, mạch vào AC 100 – 240V, 0,3A max, mạch ra 5V – 2A.

Trong bộ nạp có 1 biến áp cao tần dùng lõi ferit chỉ quấn rất ít vòng dây (theo công thức 2 – 8, tần số càng cao, số vòng càng ít) nhỏ, nhẹ với 2 tranzito và một số linh kiện điện tử đấu dây vào mạch in như hình 3.3.



**Hình 3.3. Mạch điện nạp vào ắc quy chất lượng cao.**

Trong sơ đồ ta thấy điện xoay chiều 220V  $f = 50\text{Hz}$  trực tiếp đưa vào nắn cầu bằng 4 diốt  $D_1 \div D_4$  đổi thành điện 1 chiều rồi qua  $T_1, T_2$  đưa vào biến áp cao tần Tr.

Khi cắm điện, tụ  $C_5$  được nạp điện qua  $R_1$ , điện áp trên  $C_5$  tăng dần tới mức kích phát của diac  $S_1$  thì  $C_5$  phóng điện qua  $S_1$  tạo ra một xung dương để khởi động  $T_1, T_2$  làm nhiệm vụ dao động tạo ra tần số cao để cấp điện vào biến áp cao tần Tr, phía cuộn thứ của biến áp cao tần nhờ có diốt  $D_6$  có một tụ hóa  $C_7$  1000  $\mu\text{F} - 10\text{V}$  để san bằng (nắn thành điện 1 chiều để nạp vào pin crôm – niken).

Nhờ có đặc tính của mạch cộng hưởng mà bộ nạp có thể làm việc được ở mạng điện áp xoay chiều biến động từ 100 ÷ 240V.

### 3.4. THIẾT KẾ CHẤN LƯU SẮT TỪ CHO ĐÈN HUỖNH QUANG

Chấn lưu dùng cho đèn huỳnh quang có các nhiệm vụ: tạo ra một điện áp đủ cao, (khoảng 270 ÷ 300V tùy bóng) để dòng điện phóng qua đèn lúc khởi động, hạn chế dòng điện đi qua dây tóc lúc khởi động cũng như khi đèn sáng, ổn định và giảm điện áp vào đèn khi ở chế độ làm việc như bảng 5.

**Bảng 5. CÁC THÔNG SỐ CỦA ĐÈN HUỖNH QUANG**

| Chiều dài<br>(cm) | Công suất<br>(W) | Chế độ làm việc      |                      | Chế độ khởi động     |                      |
|-------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                   |                  | Điện áp $U_c$<br>(V) | Dòng điện $I$<br>(A) | Điện áp $U_c$<br>(V) | Dòng điện $I$<br>(A) |
| 45                | 15               | 90                   | 0,3                  | 127                  | < 0,6                |
| 60                | 20               | 88                   | 0,35                 | 127                  | < 0,7                |
| 90                | 30               | 168                  | 0,34                 | 220                  | < 0,7                |
| 120               | 40               | 156                  | 0,41                 | 220                  | < 0,8                |
| 150               | 80               | 156                  | 0,82                 | 220                  | < 1,4                |

Thiết kế chấn lưu nhằm mục đích để đèn đạt được các đặc tính nêu trong bảng 5.

Những vấn đề cần tính toán là: tiết diện và kích thước lõi thép, số vòng và cỡ dây quấn khe hở không khí trên mạch từ. Các công thức để tính:

1. Tiết diện lõi thép (silic 341)  $S_l$ :

$$S_l = 0,5 \sqrt{U_c \cdot I_c} \text{ cm}^2 \quad (3.1)$$

Trong đó:  $U_c$ : điện áp trên cuộn chấn lưu khi làm việc (V);

$I_c$ : dòng điện qua cuộn khi đèn sáng (A).

2. Số vòng dây quấn:

$$n = \frac{45 \cdot U_c}{S_l \cdot B} \text{ vòng} \quad (3.2)$$

Trong đó:  $U_c$ : điện áp trên chấn lưu khi đèn sáng (bảng 5).

$B$ : cảm ứng từ trong lõi thép (lấy bằng 1 tesla).

3. Đường kính dây điện từ:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{I_c}{J}} \text{ mm} \quad (3.3)$$

Trong đó:  $J$ : mật độ dòng điện thường lấy  $2,5 \div 3 \text{ A/mm}^2$ .

Nếu không muốn dùng phép khai căn có thể căn cứ vào dòng điện  $I_c$  và mật độ dòng điện  $J$  để tìm đường kính dây  $d$  theo tiết diện ở bảng 6.

4. Diện tích cửa sổ của lõi thép  $S_c$ :

$$S_c = \frac{n \cdot I_c}{100 \cdot K_d \cdot J} \quad (3.4)$$

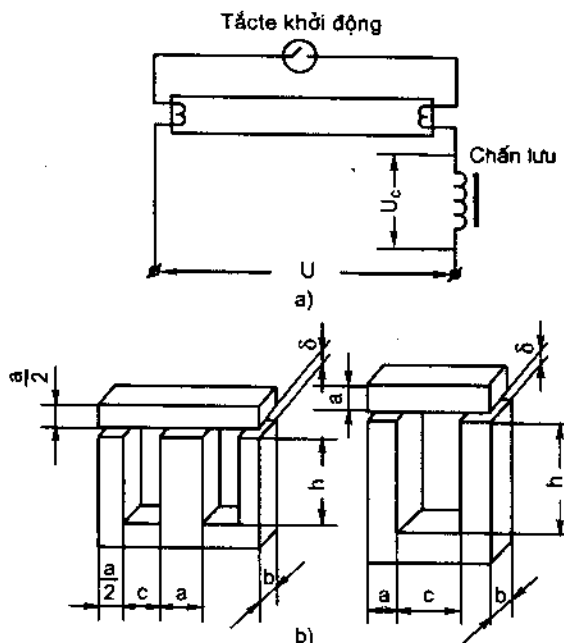
Trong đó:

$K_d$ : hệ số lấp đầy của cửa sổ thường lấy  $K_d = 0,33 \div 0,4$ . Nếu lấy  $K_d$  lớn cửa sổ sẽ rộng để quấn và ngược lại.

5. Chiều dày của khe hở:

$$\delta = \frac{n \cdot I_c}{0,56 \cdot B} 10^{-4} \text{ cm} \quad (3.5)$$

Lõi thép có thể làm theo kiểu lõi ngoài chữ U hoặc lõi trong chữ E. Khe hở không khí  $\delta$  được căn đúng bằng cách đệm những miếng bìa (hình 3.4), việc điều chỉnh này thực hiện theo dòng điện làm việc của chấn lưu.



Hình 3.4. Sơ đồ mắc đèn huỳnh quang (a) và các loại lõi chấn lưu (b).

**Ví dụ:** Tính toán chấn lưu cho đèn huỳnh quang 1,2m, 40W, 220V;

**Giải:** Theo trị số cho trong bảng 5 ta được  $U_c = 156V$ ,  $I = 0,41A$ .

1. Tiết diện lõi thép:

$$S_l = 0,5\sqrt{156 \cdot 0,41} = 4\text{cm}^2$$

2. Số vòng dây quấn (lấy  $B = 1\text{tesla}$ ):

$$n = \frac{45 \cdot 156}{4 \cdot 1} = 1755 \text{ vòng}$$

3. Đường kính dây quấn (lấy  $J = 2,7A/\text{mm}^2$ ):

$$d = 1,13\sqrt{\frac{0,41}{2,7}} = 0,44\text{mm}$$

Nếu không dùng phép khai căn thì tính được tiết diện dây là:

$$S = \frac{I}{J} = \frac{0,41}{2,7} = 0,152\text{mm}^2$$

Từ bảng 6 tra ra cỡ dây  $d = 0,44\text{mm}$

4. Diện tích cửa sổ  $S_c$  (chọn  $K = 0,33$  và  $J = 2,7$  trong công thức 3.4).

$$S_c = \frac{1755 \cdot 0,41}{100 \cdot 0,33 \cdot 2,7} = 8\text{cm}^2$$

– Kích thước lõi tôn, chọn bản rộng  $a = 2\text{cm}$ , thì:

$$b = \frac{1,1S_1}{a} = \frac{1,1 \times 4}{2} = 2,2\text{cm} \text{ (trừ hao phân cách điện và lực ép giữa các lá tôn).}$$

– Nếu có sẵn lõi thép mà của số  $S_c$  nhỏ hơn tính toán thì có thể giảm số vòng dây quấn và tăng bề dày lõi thép  $S_1$  (tăng thêm số lá) để đảm bảo mật độ từ thông trong lõi thép không đổi.

Giả sử chấn lưu này chỉ tìm được lõi thép có diện tích của số  $S_c = 6\text{cm}^2$  (nhỏ hơn) thì phải giảm số vòng xuống còn:

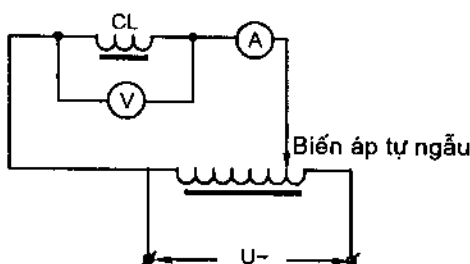
$$n' = \frac{100.S_c.K.J}{I} = \frac{100.6.0,33.2,7}{0,41} = 1300 \text{ vòng}$$

và tiết diện lõi thép phải tăng lên:

$$S'_1 = \frac{n.S_1}{n'} = \frac{1750.4}{1300} = 5,4\text{cm}^2$$

#### 5. Thí nghiệm hiệu chỉnh khe hở $\delta$ :

Sau khi quấn xong cần thí nghiệm hiệu chỉnh lại để đảm bảo điện áp và dòng điện qua cuộn chấn lưu đúng trị số đã định ban đầu (bảng 5). Sơ đồ đấu dây như hình 3.5.



Hình 3.5. Mắc dây, điều chỉnh  $\delta$  của chấn lưu.

Cách hiệu chỉnh như sau:

Vận núm điều chỉnh của biến áp tự ngẫu cho đến khi vôn kế mắc trên cuộn chấn lưu đạt trị số định mức (156V), lúc đó ampe kế phải chỉ dòng điện làm việc (0,41A).

Nếu trị số dòng điện không đúng, có thể thêm bớt số lượng miếng bìa cần để thay đổi trị số khe hở không khí cho đến khi dòng điện  $I$  chỉ đúng giá trị cho trong bảng 5.

Cuối cùng cố định lõi thép lại, lắp vỏ cho thật chặt, tẩm sấy bằng sơn cách điện và đổ kín bằng nhựa đường số 5 để biến áp khỏi kêu khi đèn sáng (chương 1).

**Bảng 6. ĐƯỜNG KÍNH, TIẾT DIỆN DÂY ĐIỆN TỪ**

| Đường kính d (mm) | Tiết diện S (mm <sup>2</sup> ) | Đường kính d (mm) | Tiết diện S (mm <sup>2</sup> ) | Đường kính d (mm) | Tiết diện S (mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 0,05              | 0,00196                        | 0,25              | 0,0491                         | 0,51              | 0,204                          |
| 0,06              | 0,00283                        | 0,26              | 0,0530                         | 0,53              | 0,221                          |
| 0,07              | 0,00385                        | 0,27              | 0,0573                         | 0,55              | 0,238                          |
| 0,08              | 0,00503                        | 0,28              | 0,0616                         | 0,56              | 0,246                          |
| 0,09              | 0,00636                        | 0,29              | 0,0661                         | 0,57              | 0,255                          |
| 0,10              | 0,00785                        | 0,30              | 0,0706                         | 0,59              | 0,273                          |
| 0,11              | 0,00950                        | 0,31              | 0,0755                         | 0,60              | 0,282                          |
| 0,12              | 0,01131                        | 0,32              | 0,0804                         | 0,62              | 0,302                          |
| 0,13              | 0,01327                        | 0,33              | 0,0855                         | 0,64              | 0,322                          |
| 0,14              | 0,01539                        | 0,34              | 0,0907                         | 0,65              | 0,331                          |
| 0,15              | 0,01767                        | 0,35              | 0,0962                         | 0,67              | 0,353                          |
| 0,16              | 0,0201                         | 0,36              | 0,1017                         | 0,69              | 0,374                          |
| 0,17              | 0,0227                         | 0,38              | 0,1131                         | 0,70              | 0,384                          |
| 0,18              | 0,0255                         | 0,40              | 0,1260                         | 0,72              | 0,407                          |
| 0,19              | 0,0284                         | 0,41              | 0,1320                         | 0,74              | 0,430                          |
| 0,20              | 0,0314                         | 0,44              | 0,1521                         | 0,75              | 0,442                          |
| 0,21              | 0,0346                         | 0,45              | 0,1590                         | 0,77              | 0,466                          |
| 0,22              | 0,0380                         | 0,47              | 0,1735                         | 0,80              | 0,503                          |
| 0,23              | 0,0415                         | 0,49              | 0,1886                         | 0,83              | 0,541                          |
| 0,24              | 0,0452                         | 0,50              | 0,1963                         | 0,85              | 0,567                          |

**Bảng 7. ĐƯỜNG KÍNH, TIẾT DIỆN DÂY ĐIỆN TỪ**

| Đường kính d (mm) | Tiết diện S (mm <sup>2</sup> ) | Đường kính d (mm) | Tiết diện S (mm <sup>2</sup> ) | Đường kính d (mm) | Tiết diện S (mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 0,86              | 0,581                          | 1,55              | 1,880                          | 2,30              | 4,154                          |
| 0,90              | 0,636                          | 1,56              | 1,911                          | 2,44              | 4,675                          |
| 0,93              | 0,679                          | 1,60              | 2,010                          | 2,50              | 4,908                          |
| 0,95              | 0,709                          | 1,62              | 2,060                          | 2,63              | 5,430                          |
| 0,96              | 0,724                          | 1,68              | 2,216                          | 2,70              | 5,725                          |
| 1,00              | 0,785                          | 1,70              | 2,269                          | 2,75              | 5,939                          |
| 1,04              | 0,849                          | 1,74              | 2,376                          | 2,83              | 6,287                          |
| 1,05              | 0,865                          | 1,75              | 2,405                          | 2,90              | 6,605                          |
| 1,08              | 0,916                          | 1,80              | 2,544                          | 3,05              | 7,306                          |
| 1,10              | 0,950                          | 1,81              | 2,573                          | 3,28              | 8,447                          |
| 1,12              | 0,985                          | 1,85              | 2,688                          | 3,53              | 9,784                          |
| 1,15              | 1,038                          | 1,88              | 2,775                          | 3,80              | 11,341                         |
| 1,16              | 1,057                          | 1,90              | 2,840                          | 4,10              | 13,202                         |
| 1,20              | 1,131                          | 1,95              | 2,986                          | 4,50              | 15,904                         |
| 1,25              | 1,227                          | 2,00              | 3,141                          | 4,80              | 18,095                         |
| 1,30              | 1,327                          | 2,02              | 3,204                          | 5,20              | 21,237                         |
| 1,35              | 1,431                          | 2,05              | 3,300                          | 5,50              | 23,758                         |
| 1,40              | 1,539                          | 2,10              | 3,463                          | 6,00              | 28,274                         |
| 1,45              | 1,651                          | 2,15              | 3,630                          | 6,30              | 31,172                         |
| 1,50              | 1,767                          | 2,26              | 4,011                          | 7,00              | 38,184                         |

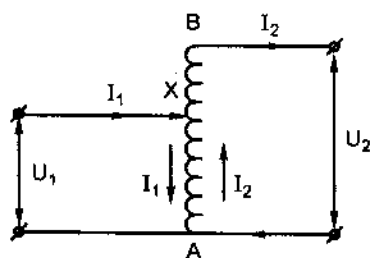
### 3.5. TÍNH TOÁN BIẾN ÁP TỰ NGẪU TĂNG ĐIỆN ÁP (LOẠI CỐ ĐỊNH)

Các biến áp thông thường có 2 cuộn dây: cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp riêng biệt cách ly với nhau về điện còn biến áp tự ngẫu thì chỉ có 1 cuộn dây vừa là sơ cấp vừa làm thứ cấp (hình 3.6).

Khi cho vào đầu AX (có số vòng  $n_1$ ) điện áp  $U_1$ , ta sẽ có điện áp thứ cấp  $U_2$  (với số vòng  $n_2$ ).

Có thể thay đổi con trượt X để thay đổi trị số điện áp  $U_2$  theo công thức 3.6:

$$U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1} \quad (3.6)$$



Hình 3.6. Mạch điện nguyên lý máy biến áp tự ngẫu (để tăng áp).

Từ sơ đồ ta thấy, giữa điện vào  $U_1$  và điện ra  $U_2$  vừa có liên hệ về từ (như biến áp thông thường) lại có cả liên hệ về điện. Bởi vậy, trong biến áp tự ngẫu có một phần công suất được truyền trực tiếp từ bên sơ cấp sang bên thứ cấp không qua mạch từ, nên với yêu cầu một công suất như nhau thì biến áp tự ngẫu có thể sử dụng lõi thép có tiết diện nhỏ hơn biến áp cách ly. Tiết diện lõi từ tính như sau:

$$S_l = K \sqrt{P_{dl}} \quad (3.7)$$

Trong đó:  $S_l$ : tiết diện lõi dẫn từ  $\text{cm}^2$ ;

$K$ : Hệ số chọn từ 0,8 đến 1;

$P_{dl}$ : Công suất định loại tính bằng VA.

**Ví dụ:** Tính toán biến áp tự ngẫu (loại cố định) để tăng điện từ 160V lên 220V loại 5A (cần tăng  $220\text{V} - 160\text{V} = 60\text{V}$ ).

– Công suất định mức của máy:

$$P_{dm} = 220\text{V} \cdot 5\text{A} = 1100\text{VA}.$$

– Dòng điện định mức phía sơ cấp:

$$I_1 = \frac{P_{dm}}{U_1} = \frac{1100}{160} = 6,8\text{A}$$

– Từ hình 3.6 ta có dòng điện đi trong đoạn AX:

$$I_{AX} = I_1 - I_2 = 6,8 - 5 = 1,8\text{A}.$$

– Công suất định loại để tính lõi dẫn từ là:

$$P_{dt} = \frac{60V.5A + 160V.1,8A}{2} = 294VA \text{ (lấy tròn 300VA)}.$$

a) Tính lõi từ

Tiết diện lõi dẫn từ theo công thức 3.7 (lấy  $K = 1$ )

$$S_l = \sqrt{300} \approx 17cm^2$$

b) Tính số vòng dây và cỡ dây quấn

– Số vòng cho 1 vôn theo công thức 2.8 (lấy  $K_c = 50$ )

$$w = \frac{50}{S_l} = \frac{50}{17} \approx 3 \text{ vòng /vôn.}$$

– Vậy tổng số vòng dây của biến áp:  $3.220 = 660$  vòng

Trong đó: Số vòng dây quấn đoạn AX:

$$n_{AX} = 3.160 = 480 \text{ vòng.}$$

– Cỡ dây quấn đoạn AX (1,8A) theo công thức 2.9:

$$d_{AX} = 0,72 \sqrt{1,8} \approx 0,72.1,34 \approx 0,96mm.$$

Số vòng dây quấn đoạn BX:

$$w_{BX} = 3.60 = 180 \text{ vòng.}$$

– Cỡ dây quấn đoạn BX (5A):

$$d_{BX} = 0,72 \sqrt{5} \approx 0,72.2,25 \approx 1,62mm.$$

Biến áp tự ngẫu cố định được dùng cho các tải không có yêu cầu an toàn cách ly với nguồn, cho các thiết bị có điện áp không phù hợp với điện áp mạng. Ở những nơi có lưới điện không ổn định thường dùng biến áp tự ngẫu vì nhỏ gọn, vật liệu điện và từ giảm được nhiều so với biến áp thông thường, hiệu suất lại cao hơn tuy nhiên ưu việt này cũng chỉ nằm trong phạm vi tỷ số biến áp  $k < 2,5 \div 3$ .

### 3.6. QUẤN BIẾN ÁP TĂNG, GIẢM ĐIỆN CÓ BỘ TỰ NGẮT KHI QUÁ ÁP

#### 3.6.1. Chuẩn bị vật liệu từ và vật liệu điện

Khác với biến áp tự ngẫu có tải cố định, trong các gia đình thường dùng biến áp tự ngẫu kiểu tăng, giảm điện. Tăng, giảm điện ít khi làm việc đủ tải lâu dài, vì thiết bị dùng qua nó thường xuyên thay đổi nên công suất để tính lõi chủ yếu dựa vào kinh nghiệm.

Bảng 8 cho số liệu để quấn bộ tăng giảm điện, máy làm việc khoẻ, ít nóng, chạy êm dừn trong gia đình.

**Bảng 8. CÁC SỐ LIỆU DÂY QUẤN VÀ LỖI TỪ (Ø41 – 0,5)  
ĐỂ LÀM BIẾN ÁP TĂNG GIẢM ĐIỆN (DỰ TOÁN)**

| Công suất (VA)         | Dòng điện (A) | Khối lượng lõi (kg) (1) | Dây quấn d (mm) | Khối lượng dây (kg) | S lõi EU (cm <sup>2</sup> ) | Vòng/vôn (w) |
|------------------------|---------------|-------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|--------------|
| 300                    | 3             | 2,4                     | 1 – 1,2         | 0,8 – 1             | 17                          | 3            |
| 500                    | 5             | 4                       | 1,2 – 1,6       | 1,4 – 1,6           | 22                          | 2,3          |
| 700                    | 7             | 5,6                     | 1,6 – 1,8       | 1,6 – 1,8           | 26                          | 2            |
| 1000                   | 10            | 8                       | 1,8 – 2,2       | 1,8 – 2,2           | 30                          | 1,7          |
| 1500                   | 15            | 12                      | 2,2 – 2,7       | 2,5 – 2,9           | 38                          | 1,3          |
| 2000                   | 20            | 16                      | 2,7 – 3,2       | 3 – 3,5             | 45                          | 1,1          |
| 2500                   | 25            | 20                      | 3,2 – 3,6       | 4 – 4,7             | 70                          | 0,7          |
| 3000                   | 30            | 24                      | 3,6 – 3,9       | 4,8 – 5,2           | 95                          | 0,55         |
| (1) Lõi hình vành khăn |               |                         |                 |                     |                             |              |

Ngoài lõi và dây quấn cần mua thêm các phụ kiện như vôn kế chỉ thị, đèn LED nhấp nháy, aptomat để bảo vệ quá tải các rơ le điện áp và tự hóa, điện trở biến đổi..., để lắp mạch tự cắt điện khi quá áp.

Đặc biệt cần có hai chuyển mạch bố trí như sơ đồ hình 3.7.

– Chuyển mạch có 5 số để thích hợp với điện áp vào và nguồn điện khác nhau 250V – 220V – 160V – 110V – 80V gọi là chuyển mạch điện vào.

– Chuyển mạch có 11 số mỗi nấc thay đổi được từ 5V – 10V để người sử dụng vận cho điện áp ra đúng định mức quen gọi là chuyển mạch điện ra (thật ra khi vận cả 2 cái vẫn điều chỉnh  $n_1$  ở mạch vào, mạch ra  $n_2$  đầu dây cố định). Mạch từ được cấu tạo bằng các lá thép silic Ø41 (từ 4 ÷ 5% Si) dày 0,5mm ghép thành khối thường có 3 loại: lõi sắt chữ U, dây được quấn trên 1 trụ hoặc rải đều sang cả 2 trụ, lõi sắt hình chữ E, dây quấn vào trụ giữa.

Cả hai loại này cần làm khuôn để quấn dây trước cho đủ, sau đó mới ghép từng lá sắt E, U, I tạo thành mạch từ (ghép xen kẽ, trở đầu đuôi), phải ép thật khít và chặt chẽ để dẫn từ tốt, khỏi nóng, không kêu.

Lõi sắt hình vành khăn, khi mua về đã được cuộn lại chặt chẽ đúng kích thước bằng các băng silic, trước khi quấn dây phải bọc cách điện bằng băng vải cho chắc chắn (cần tẩm sơn cách điện, sấy khô) rồi mới



Từ 160  $\rightarrow$  110 = 50 . 3 = 150 vòng.

Từ 110  $\rightarrow$  80 = 30 . 3 = 90 vòng.

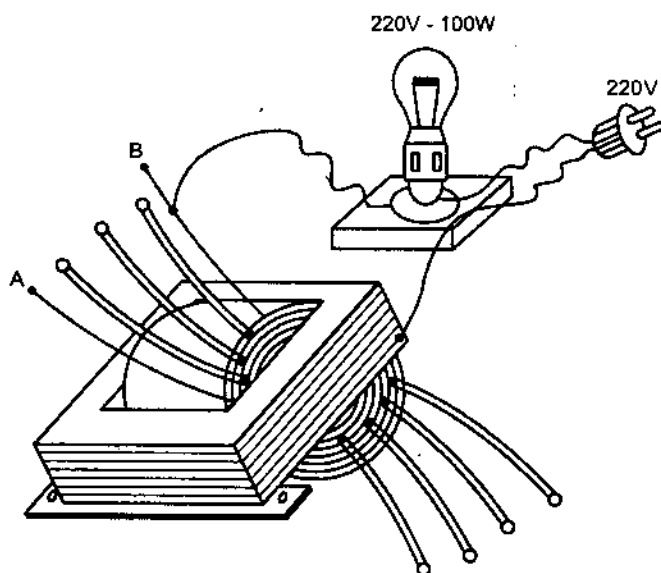
cả 5 đầu dây này sẽ được nối vào chuyển mạch thô:

Từ 80  $\rightarrow$  số 11 = là 90 vòng.

Từ đây các dây số được nối vào chuyển mạch tinh có 11 nấc (có 10 khoảng) mỗi nấc trung bình  $5V.3 = 15$  vòng. Yêu cầu đặt ra mỗi nấc thay đổi được 5V thực tế khi quấn dây có thể linh hoạt các nấc để có  $6V \div 7V$  sử dụng cho các rơ le (lấy 2 nấc đưa vào rơ le cho dễ điều chỉnh) miễn sao tổng số 10 khoảng này vẫn là 150 vòng, để cuối cùng từ A  $\rightarrow$  B đặt 750 vòng. Cuộn dây cho đèn trang trí và nạp điện quán riêng (theo kiểu cảm ứng để được an toàn) tính toán như 3.1 (nạp ắc quy 6V phải có 8V...). Tất cả các đầu dây đều phải đánh số để khi đấu dây cho dễ và luôn ghen bảo hiểm.

Quấn xong (ghép tôn nếu lõi EU) băng kín dây chặt chẽ rồi phải kiểm tra chất lượng tốt mới đem tẩm sơn cách điện.

Thường dùng bóng đèn 220V - 100W đấu nối tiếp như hình 3.8 để thử xem biến áp có bị chập mạch hay chạm mát, đứt dây không?



Hình 3.8. Dùng đèn thử để kiểm tra biến áp.

– *Thử chạm mát.* Lấy một dây đèn thử chạm vào lõi từ (EU), dây kia chạm vào một đầu của biến áp. Đèn sáng là dây quấn bị chạm mát (hỏng).

– *Thử thông mạch và chập mạch.* Một dây của đèn thử chạm vào đầu A, dây kia chạm vào đầu B:

- + Đèn không sáng là biến áp bị đứt dây hoặc các đầu dây nối bị lỏng.
- + Đèn sáng bình thường là biến áp bị chập mạch (hỏng).
- + Đèn mờ là biến áp quấn tốt (không đứt, không chập).

Nếu thử bằng đồng hồ vạn năng thì không phát hiện được vì dây quấn biến áp cỡ to, điện trở rất nhỏ nên đồng hồ thông thường không tìm ra được dây quấn bị chập mạch.

Tẩm sơn cách điện để đảm bảo độ bền của biến áp trước khi đấu dây. Tẩm sấy tốt sẽ chống ẩm, chống mốc cho cuộn dây, tăng khả năng toả nhiệt cho biến áp.

Tẩm sấy còn làm tăng điện trở cách điện và khả năng chịu đựng của vật liệu cách điện, tăng sức bền cơ học. Cách điện cấp A nếu không tẩm sấy chỉ chịu được nhiệt  $90^{\circ}\text{C}$ , nếu đem tẩm sấy tốt có thể chịu và làm việc tốt ở  $105^{\circ}\text{C}$ .

Nếu dùng sơn gốc nhựa đường (màu đen) thì chống ẩm và chịu nhiệt tốt nhưng kỵ dầu; Sơn 447 của Liên Xô (cũ) phải sấy ở  $100 \div 110^{\circ}\text{C}$  trên 48 giờ mới khô.

– Sơn màu vàng gốc dầu của Trung Quốc, Nhật chịu nhiệt tốt, màng sơn đánh cứng chịu dầu và phải sấy ở  $110 \div 120^{\circ}\text{C}$  ít nhất 2 giờ mới khô.

– Sơn Việt Nam màu nâu sẫm, gốc dầu chịu nhiệt dùng để tẩm dây quấn, phải sấy ở nhiệt độ  $90 \div 100^{\circ}\text{C}$  sau 48 giờ mới khô.

### 3.6.3. Lắp ráp máy và mạch bảo vệ

Sau khi tẩm sấy xong thì tiến hành lắp ráp. Dây để đấu nối phải đủ lớn và có vỏ cách điện, mỗi nối phải gọn gàng chắc chắn, xoắn chặt rồi hàn thiếc; điểm nối vào công tắc phải vặn chặt bằng đai ốc, có long đen chống xoay. Dây nối cần uốn vuông góc đẹp dễ và ngắn gọn.

Về việc bảo vệ quá áp cho biến áp có nhiều kiểu khác nhau: Loại đơn giản nhất có thể tự làm lấy bằng cách quấn 2400 vòng dây 0,15mm trên lõi sắt tròn  $\phi 6$ . Thanh rung thì dùng ngay một lá thép chữ I (tôn đại thùng hàng) trên có gắn một đôi tiếp điểm thường kín để cắt điện. Nếu không đặt tiếp điểm thì thanh thép này sẽ rung lên giống như một chuông điện khi quá áp.

Cuộn dây nối tiếp qua tắcte 20W để khi điện lên cao quá mức định trước, role sẽ cắt điện. Tuy nhiên, role tự cắt loại này chất lượng không cao vì tắcte đóng vai trò khoá tự động làm việc phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng...

Phổ biến hiện nay thường lắp theo hình 3.7 là sơ đồ tự động cắt điện khi quá áp dùng 2 role:

- Role  $R_1$  để điều khiển (loại EC – 9) có tiếp điểm thường kín, điện áp một chiều 12V.

- Role  $R_2$  để đóng cắt điện (TK51) có tiếp điểm thường hở, dòng điện định mức qua tiếp điểm  $\geq 15A$ , điện áp một chiều 12V.

*Nguyên lý làm việc của sơ đồ:*

Ấn nút M, điện nguồn sẽ vào biến áp để ra  $12 \div 13V$  xoay chiều cấp cho hệ thống điều khiển. Nhờ cầu diốt Đ và tụ lọc  $C_1(100\mu F)$  có điện 12V một chiều qua TĐ<sub>1</sub> vào cuộn dây của  $R_2$ , nó đóng tiếp điểm TĐ<sub>2</sub> để tự duy trì (buông tay khỏi nút M, vẫn có điện vào biến áp qua TĐ<sub>2</sub>). Chiết áp C (từ  $0,5 \div 2k\Omega$ ) dùng để điều chỉnh cho điện áp ra  $U_2$  đúng yêu cầu sử dụng 220V. Role  $R_1$  lúc này vẫn có điện qua nhưng điện áp thấp, dòng nhỏ chưa đủ sức hút TĐ<sub>1</sub>.

Nếu điện áp ra vọt lên quá 220V role  $R_1$  sẽ đủ sức hút TĐ<sub>1</sub> ra, do đó role  $R_2$  bị mất điện và cũng nhả tiếp điểm của nó (TĐ<sub>2</sub>) ra để tự động cắt điện vào biến áp. Tụ  $C_2 = 470\mu F - 25V$  để tránh  $R_2$  tác động "nhầm" khi vận chuyển mạch (để điều chỉnh  $U_2$ ) hoặc khi điện áp tăng quá độ thoáng qua (thời gian ngắn).

Trong sơ đồ vốn kế được lắp trực tiếp ở mạch ra  $U_2$ , aptomat bảo vệ quá tải lắp nối tiếp với mạch vào loại 3A.

### **3.6.4. Sử dụng và bảo quản**

- Đây là loại biến áp tăng, giảm điện điều chỉnh từng cấp điện áp vào có 2 cấp 110V hoặc 220V, nên trước khi cắm điện vào máy cần biết điện áp nguồn điện để đặt chuyển mạch thô ở mức thích hợp. Nếu chưa biết nguồn điện là bao nhiêu thì hãy đặt ở mức 220V rồi điều chỉnh sau. Ban đêm giờ thấp điểm điện khoẻ thì vận chuyển mạch thô (5 số) về mức giảm là nấc 250V.

Sau khi cắm vào mạch điện, vận chuyển mạch tinh (11 số) đến số thích hợp để điện áp ra đủ mức.

- Mỗi máy tăng, giảm điện đều chế tạo ở một công suất nhất định (dòng điện nhất định ở đây là 3A và công suất tối đa 300W). Nếu dùng dòng điện lớn hơn I định mức thì máy sẽ nóng quá mức và dây quấn dễ bị cháy.

- Cần chú ý khi điện yếu, mặc dù ở mạch tiêu thụ công suất dùng chưa đến định mức nhưng dòng điện đã lên cao rất nóng máy, giả sử

điện quá yếu phải vận chuyển mạch thô về mức 80V và chuyển mạch tinh ở số 11 thì từ điểm X đến 80V sẽ phải chịu dòng rất lớn và dễ bị cháy, mặc dù công suất tiêu thụ còn thấp hơn công suất định mức của biến áp rất nhiều.

– Khi vận chuyển mạch từ nấc này sang nấc khác thì ở tiếp điểm sẽ xuất hiện tia lửa điện có thể làm hỏng tiếp điểm, mặt khác điện vào sẽ bị ngắt quãng sinh ra những xung điện áp đột biến có hại cho thiết bị sử dụng. Vì vậy, trước khi vận chuyển mạch nên rút các dụng cụ tiêu thụ điện có công suất lớn và các thiết bị điện tử ra khỏi máy.

– Nếu tăng giảm điện không lắp bộ bảo vệ quá áp mà chỉ đặt chuông thì khi chuông báo cần phải nhanh chóng giảm điện đi vì để lâu cuộn dây của chuông sẽ cháy, còn thiết bị điện quá điện áp dễ bị hỏng.

### **3.7. ỔN ÁP ĐIỆN XOAY CHIỀU – PHÂN LOẠI VÀ ỨNG DỤNG**

Việc sử dụng máy tăng, giảm điện để chạy các thiết bị điện, điện tử có nhiều bất tiện như phải điều chỉnh bằng tay, kém tin cậy, không kịp thời dù biến áp có cả bộ tự động cắt điện thì cũng gây mất điện vì quá áp. Chính vì vậy, hiện nay người ta thích dùng máy ổn áp.

Ổn áp là thiết bị có thể tự động ổn định được điện áp đầu ra trong một phạm vi khá rộng dù điện áp lưới điện xoay chiều ở đầu vào biến động. Ổn áp điện xoay chiều thông dụng có 3 loại: ổn áp cơ điện tử, ổn áp sắt từ và ổn áp điện tử.

#### **3.7.1. Ổn áp cơ điện tử**

Được dùng phổ biến hiện nay do nhiều hãng trong nước sản xuất loại 1 pha và loại 3 pha. Loại 1 pha dân dụng công suất từ 350VA ÷ 600VA đến 30kVA. Loại 3 pha công suất từ 6,5kVA đến 200kVA sử dụng cho các thiết bị công nghiệp.

Hãng AST Việt Linh Co, Ltd đã cho ra thị trường các loại ổn áp 1 pha từ 350VA đến 30kVA. Tất cả các loại ổn áp này đều có điện áp ra ổn định ở 3 mức 100V, 110V, 120V; dải điện áp vào từ 60V, 90V đến 240V tùy model; có hệ thống tự cắt điện khi điện áp cao (trên mức), có hệ thống bảo vệ dòng, hệ thống chống sốc điện áp.

Những model RF có mạch trễ 5 phút dùng cho các thiết bị gia dụng, văn phòng, model AVR dùng cho các tủ lạnh, máy lạnh đến 2,5PH, máy điều hòa nhiệt độ và động cơ đến 4PH.

### 3.7.2. Ổn áp sắt từ

Ổn áp sắt từ là loại ổn áp dùng hiệu ứng bão hòa từ để ổn định điện áp. Cấu tạo của ổn áp sắt từ thường có hai phần tử: một phần tử được gọi là phần tử chính giống như biến áp thông thường, còn phần tử kia là phần tử bù được tính theo chế độ bão hòa từ. Hai phần tử này được đấu nối tiếp sơ cấp với sơ cấp, thứ cấp với thứ cấp để bù trừ điện áp cho nhau. Hai phần tử này có thể ghép chung vào 1 lõi chữ E lệch (một nhánh lớn còn nhánh kia có tiết diện nhỏ hơn để đạt bão hòa) cũng có loại tách thành  $2 \div 3$  lõi riêng biệt cho dễ bố trí và dễ điều chỉnh.

Ổn áp sắt từ có hiệu suất rất thấp ( $40 \div 70\%$ ) giới hạn ổn định hẹp không bằng ổn áp cơ điện tử lại phải làm việc ở chế độ bão hòa từ nên tổn hao nhiều điện, nóng, độ ổn định không bằng ổn áp điện tử nhưng tác động nhanh, nhạy, độ bền cao, công suất phù hợp với dụng cụ điện gia đình.

Loại ổn áp này nhà máy Điện cơ Hải Phòng đã chế tạo được công suất tới 400W. Hàng nhập vào nước ta từ Liên Xô (cũ) có các ký hiệu МЭТЛ, CH... (điện áp vào  $220V \pm 20\%$  điện áp ra ổn định ở 220V), hiện nay vẫn được ưa chuộng.

### 3.7.3. Ổn áp điện tử

Có thể dùng các linh kiện điện và điện tử để lắp ráp một bộ ổn định điện áp xoay chiều dùng cho các máy có công suất tiêu thụ nhỏ cỡ  $40 \div 150W$  như máy quay đĩa, radiô, cátxét, máy thu thanh, máy thu hình v.v... điện áp vào từ  $190V \div 250V$ , điện áp ra sử dụng vẫn ổn định ở 220V. Ưu điểm của bộ nguồn này là phần điều khiển tự động ở đây được điện tử hóa hoàn toàn nhờ 1 biến áp xung điều khiển sự đóng mở của thyristo để điều chỉnh biến áp, thời gian điều chỉnh rất nhỏ, tác động nhanh, nhạy đối với sự biến động của điện nguồn, nhờ đó sự an toàn của thiết bị dùng điện qua ổn áp này rất cao.

## 3.8. ỔN ÁP CƠ ĐIỆN TỬ

### 3.8.1. Cách làm việc phần cơ điện

Đây là máy ổn áp có phần cơ điện là một bộ tăng giảm, điện vô cấp. Cuộn dây điện từ kiểu tự ngẫu (hình 3.6) được quấn vào lõi sắt "silic"

hình vành khăn giống như máy tăng điện ở mục 3.6, thay vì chỉnh thủ công bằng tay người ta dùng một động cơ "secvô" DC 12V (điều khiển bằng mạch điện tử) quay con trượt chổi than qua hệ thống bánh răng khía trung gian tiếp xúc vào lớp dây đã mài hết cách điện để thay đổi số vòng AX cho phù hợp với điện áp vào  $U_1$  (công thức 3.6), nhằm giữ cho điện áp ra  $U_2$  luôn ổn định.

Giả sử:

- Nếu  $U_1$  tăng trên định mức động cơ "secvô" sẽ quay theo chiều làm cho chổi điện dịch chuyển về phía tăng số vòng cuộn AX.
- Nếu  $U_1$  giảm xuống dưới định mức thì động cơ sẽ quay theo chiều ngược lại để giảm số vòng phía điện vào AX.
- Động cơ sẽ đứng lại khi  $U_2$  đạt đúng định mức.

### 3.8.2. Cách làm việc phần điện tử dùng tranzito

– Phần điện tử sẽ tự động điều khiển động cơ "secvô" hoạt động để  $U_2$  luôn ổn định ở 220V nhờ các mạch "trigơ" dùng tranzito hoặc IC. Muốn hiểu rõ sự hoạt động của mạch ổn áp ta hãy xét mạch dùng tranzito.

Hình 3.9 là mạch ổn áp tự động dùng 12 tranzito. Trong đó: các tranzito  $Q_5 - Q_6$  để khuếch đại tín hiệu dò áp, tiếp theo là các tầng "trigơ"  $Q_1 - Q_2$  và  $Q_3 - Q_4$ ; cuối cùng tín hiệu vào các tầng sau để đóng mở điện cho động cơ "secvô" DC 12V ở 3 trạng thái quay thuận, quay ngược hoặc ngừng lại để ổn định điện áp ra  $U_2$ .

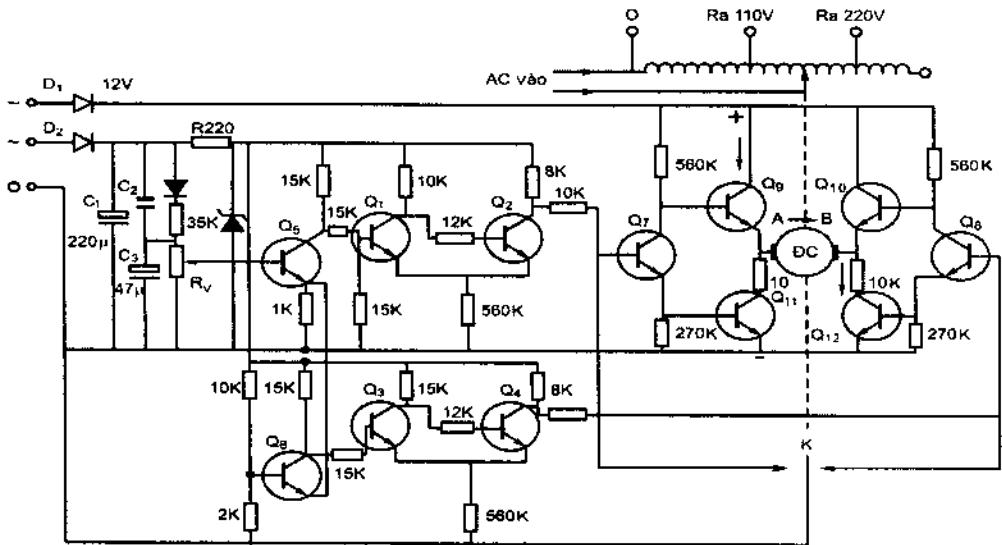
– Giả sử điện áp nguồn tăng thì điện 1 chiều DC đưa vào  $Q_5$  tăng ( $U_B \uparrow$ ) nó sẽ dẫn mạnh nên điện áp trên cực E tăng ( $U_E \uparrow$ ) và  $U_C$  giảm:  $Q_1$  tắt,  $Q_2$  dẫn làm cho  $U_B$  và  $Q_7$  tụt xuống mức thấp nhất nên nó ngừng dẫn.

Điện áp ở cực E của  $Q_6$  tăng cao, nó sẽ tắt và  $U_C$  cũng cao nên:  $Q_3$  dẫn và  $Q_4$  tắt; vậy  $Q_8$  sẽ dẫn mạnh,  $Q_9$  và  $Q_{12}$  sẽ mở.

Điện một chiều 12V sau khi đã được nắn lọc (không thể hiện trên sơ đồ) cấp vào động cơ DC qua  $Q_9$  và  $Q_{12}$  (điện vào động cơ từ A  $\rightarrow$  B theo chiều mũi tên) làm cho nó quay thuận kéo con trượt ở biến áp tự ngẫu cho tăng số vòng cuộn sơ (AX) để giảm điện áp ra xuống mức quy định 220V.

– Nếu điện áp nguồn giảm, mạch sẽ tác động ngược lại. Lúc này  $U_B$  vào  $Q_5$  giảm, nên áp ở cực E giảm và  $U_C$  tăng làm cho  $Q_1$  dẫn mạnh,  $Q_2$  tắt và  $Q_7$  dẫn. Điện áp ở cực E của  $Q_6$  giảm, nó sẽ dẫn mạnh nên  $U_C$  ở  $Q_6$

giảm:  $Q_3$  tắt và  $Q_4$  dẫn nên  $U_B$  ở  $Q_8$  tụt xuống thấp làm nó ngưng dẫn.  $Q_{10}$  và  $Q_{11}$  sẽ mở. Động cơ được cấp điện một chiều 12V qua  $Q_{10}$  và  $Q_{11}$  (điện đi ngược lại từ B  $\rightarrow$  A) đã đảo chiều nên làm cho nó quay ngược (kéo con trượt ở biến áp tự ngẫu cho giảm số vòng cuộn sơ để tăng điện áp ra cho đúng 220V).



Hình 3.9. Nguyên lý mạch ổn áp cơ điện tử dùng tranzito.

Khi điện áp ra ổn định ở 220V thì điện áp trên  $R_v$  không đủ làm  $Q_1$  dẫn và cũng không đủ làm  $Q_3$  bão hòa nên  $Q_7$  và  $Q_8$  đều ở trạng thái khóa (không dẫn). Động cơ "secvô" ĐC không được cấp điện sẽ nằm im ở vị trí đã định. Chính  $R_v$  có thể thay đổi được điện áp ra  $U_2 \pm$  vài % (hình 3.9). Trường hợp có sự cố điện áp nguồn cao quá hoặc thấp dưới mức cho phép của ổn áp thì con trượt (nối với rôto ĐC) sẽ gạt vào 2 công tắc  $K_1, K_2$  lắp ở 2 giới hạn biên nối mát chân B của  $Q_8, Q_7$ , động cơ mất điện, ổn áp tự động cắt điện.

Có loại ổn áp còn dùng tụ điện điện dung lớn (hoặc ắc quy khô 12V) để dự trữ điện năng. Khi điện lưới bị mất đột ngột, nguồn điện dự trữ này sẽ làm quay động cơ ĐC dịch chuyển con trượt mang chổi than dịch chuyển về vị trí cuộn AX có số vòng lớn nhất để tránh không cho điện áp tăng vọt khi điện lưới có điện trở lại (không vẽ trong sơ đồ).

Một số hãng đã cải tiến chức năng này bằng cách lắp thêm một mạch trễ để khống chế role cấp điện áp ra trên tải: mất điện role này làm hở mạch cấp điện áp ra; khi có điện trở lại mạch điều khiển đưa chổi than về

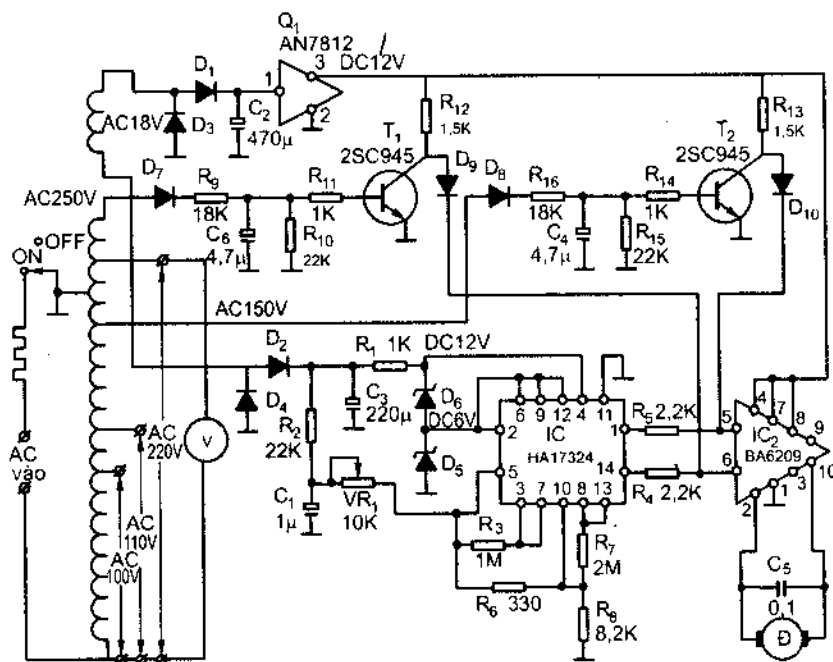
vị trí thích hợp thì rơle mới nối thông mạch cấp điện ra tránh cho tải khỏi bị "sốc điện". Một số linh kiện trong sơ đồ gồm tranzito từ  $Q_1 \div Q_8$  dùng loại 2SCQ45; tranzito mắc cầu chì  $Q_9 \div Q_{12}$  dùng loại 2SC2383; chiết áp  $R_v = 10k\Omega$ ; các loại điện trở  $10\Omega$  dùng loại dây quấn.

### 3.8.3. Cách làm việc của mạch điện tử dùng IC

Các loại ổn áp cơ điện tử ngày nay đều có mạch điều khiển dùng IC thay cho linh kiện rời.

Ví dụ điều khiển của hãng Lioa mã hiệu M204B chỉ dùng một IC HA17324 và 6 tranzito C2383; C1815; A1013 để lắp thành các mạch dò áp, đưa qua các tầng "trigo" và khuếch đại để điều khiển động cơ một chiều DC MM – 652KK. (Đọc thêm *Sửa chữa điện máy công nghiệp "mạch trigo"*, Nhà xuất bản Hải Phòng). Nguyên lý làm việc tương tự như mục 3.8.2.

– Hình 3.10 là mạch điện của ổn áp cơ điện tử của hãng Lioa NL – 1000NM có đến 3IC. Trong đó IC<sub>1</sub> ký hiệu HA17324 là IC điều khiển; IC<sub>2</sub> là cầu cân bằng để chạy động cơ DC dùng IC ký hiệu BA 6209 Q<sub>1</sub> là IC ổn áp DC 12V; hai tranzisto T<sub>1</sub> và T<sub>2</sub> ký hiệu 2SC945 định giới hạn trên (250V) và giới hạn dưới (150V) cho phạm vi điều chỉnh thay cho 2 công tắc hành trình cơ khí K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>.



Hình 3.10. Sơ đồ nguyên lý ổn áp cơ điện tử Lioa.

### 3.9. ỔN ÁP SẮT TỪ

#### 3.9.1. Ổn áp sắt từ một lõi (hình 3.11a)

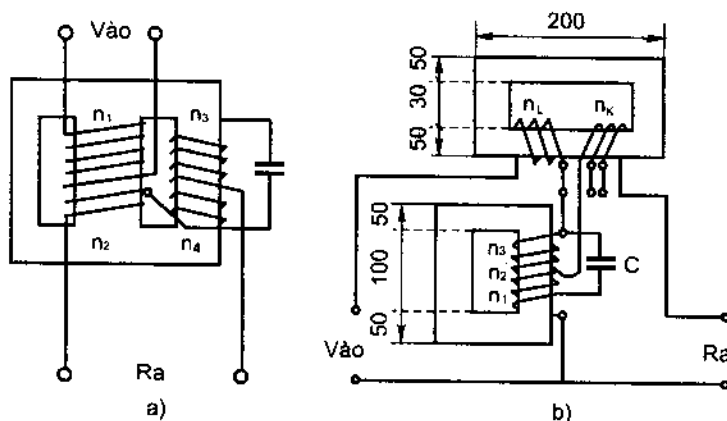
Đây là đoạn ổn áp của Liên Xô (cũ), cuộn dây sơ cấp  $n_1$  tính theo điện áp lưới, cuộn thứ  $n_2$ , cuộn cộng hưởng  $n_3$  và cuộn lọc  $n_4$  tính theo điện áp ra của ổn áp loại này rất khó điều chỉnh, khi hư hỏng quấn lại khó được như cũ.

**Bảng 9. SỐ LIỆU DÂY QUẤN CỦA ỔN ÁP SẮT TỪ 1 LỖI (LIÊN XÔ CŨ)**

$$U_1 = 220V \pm 20\%; U_2 = 220V$$

| Công suất (W)                     | 150        | 300        | 600        |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|
| Tụ điện ( $\mu F$ )               | 4          | 6          | 20         |
| Lõi biến áp ( $cm^2$ )            | 14,7       | 17,6       | 31         |
| Lõi bù ( $cm^2$ )                 | 9,2        | 10,3       | 18,7       |
| Cuộn $n_1$ ( $d_{mm}$ , n (vòng)) | 0,8 – 650  | 1,35 – 495 | 1,88 – 321 |
| Cuộn $n_2$ ( $d_{mm}$ , n (vòng)) | 0,64 – 300 | 1 – 200    | 1,4 – 146  |
| Cuộn $n_3$ ( $d_{mm}$ , n (vòng)) | 1,08 – 960 | 1,45 – 700 | 2,44 – 346 |
| Cuộn $n_4$ ( $d_{mm}$ , n (vòng)) | 1,08 – 340 | 1,2 – 860  | 2,26 – 424 |

#### 3.9.2. Ổn áp sắt từ hai lõi (hình 3.11b)



**Hình 3.11. Lõi từ và các cuộn dây ổn áp sắt từ.**

Nhà máy Điện cơ Hải Phòng đã sản xuất được ổn áp sắt từ loại 2 lõi, sử dụng tụ  $C = 12\mu F - 600V$ ;  $U_v = 220V \pm 20\%$ .

$U_{ra} = 220V \pm 1\%$  với các số liệu như sau:

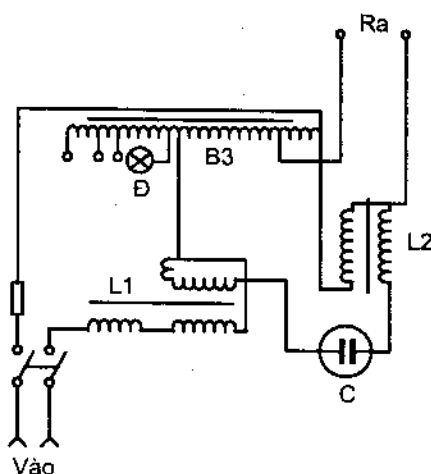
Lõi biến áp tự ngẫu:  $20cm^2$ . Lõi cuộn cảm:  $25cm^2$  ( $\varnothing 41$ ).

Diện tích cửa sổ  $3 \times 10 = 30cm^2$ .

Cuộn:  $n_1 = 172$  vòng,  $d = 1,45mm$ ;  
 $n_2 = 124$  vòng,  $d = 1,25mm$ ;  
 $n_3 = 414$  vòng  $\pm 20$  vòng,  $d = 1,08mm$ ;  
 $n_L = 275$  vòng,  $d = 1,62mm$ ;  
 $n_K = 55 \pm 10$  vòng,  $d = 1,25$ .

### 3.9.3. Ổn áp sắt từ 3 lõi

Hình 3.12 là sơ đồ đấu dây ổn áp sắt từ 3 lõi CH315 công suất  $192W \div 284W$ . Điện áp vào từ  $154 \div 253V$ , điện áp ra ổn định ở  $220V$  lắp tụ  $C = 15\mu F$   $250V$ , Đây là loại ổn áp sắt từ do Liên Xô (cũ) sản xuất, làm việc theo nguyên lý cộng hưởng gồm có 3 lõi đặt trong cùng 1 vỏ nhựa "tổ ong" để toả nhiệt.



Hình 3.12. Sơ đồ nguyên lý bộ ổn áp sắt từ cộng hưởng CH315.

Biến áp tự ngẫu có lõi hình vành khăn, trên lõi, quấn cuộn dây  $B_3$  cho vài đầu dây ra để cho đèn báo và để điều chỉnh. Cuộn kháng  $L_1$  và cuộn bù (lọc)  $L_2$  đều dùng lõi từ hình U. Tất cả 3 cuộn đều được quấn bằng dây "nhôm" có cách điện. Tụ  $C$  điện dung  $15\mu F$   $250V$  được chọn và nối theo mạch cộng hưởng song song để giữ cho  $U_{ra}$  thật ổn định; điện áp ra  $U_2$  được bù trừ nhờ cuộn kháng  $L_1$  và cuộn bù  $L_2$ .

Giả sử  $U$  vào tăng quá 220V thì dòng điện  $I$  (có tính điện cảm) sẽ gây sụt áp tăng trên cuộn kháng  $L_1$ , để giữ được  $U_2$  vẫn ở mức 220V, dòng điện  $I$  sẽ giảm xuống nhưng nhờ tụ  $C$  (có tính điện dung) ở  $L_2$  sẽ bù lại phần điện áp sụt này. Chính vì vậy điện áp ra  $U_2$  luôn giữ được ổn định.

#### **3.9.4. Sử dụng, sửa chữa ổn áp sắt từ**

Ổn áp cộng hưởng sắt từ phải làm việc ở chế độ bão hòa từ nên rất nóng, dải điều chỉnh không rộng nên ở những nơi điện quá yếu (<150V) hoặc quá khoẻ (> 255V) thì không thể tự điều chỉnh được. Tuy nó tác động nhanh, dùng bền nhưng tốn nhiều điện và không nên cho dùng với tải quá nhỏ như đèn, quạt thông thường hoặc lớn hơn công suất của ổn áp như tủ lạnh, máy điều hòa nhiệt độ.

- Không được để chạm mạch đầu ra của ổn áp, cũng không được để ổn áp làm việc không tải, dễ hỏng tụ hoặc cháy cuộn dây.

- Khi sử dụng ổn áp phải cắm tải vào trước rồi mới bật công tắc của ổn áp sau, lúc không dùng nữa phải tắt công tắc của ổn áp trước rồi mới rút tải ra sau để tránh quá áp cháy ổn áp, xì tụ.

- Khi thấy điện áp ra không bình thường, không ổn định thường do tụ  $C$  bị rò; nếu cho điện vào ổn áp mà đèn báo Đ không sáng, không có điện ra thiết bị sử dụng là tụ  $C$  đã bị chạm mạch.

- Khi thay tụ khác phải mua tụ dầu loại chuyên dùng có cùng trị số điện dung  $C$  còn điện áp phải cao hơn 250V; càng cao càng bền. Nếu dùng ổn áp quá tải thì biến áp  $B_1$  dễ bị cháy, khi quán lại có thể thay thế bằng dây điện từ lõi đồng cùng cỡ (hoặc nhỏ hơn dây nhôm cũ một cấp) và cùng số vòng. Ổn áp CH315 quán dây cỡ  $d = 0,75 \div 0,80\text{mm}$ ;  $n = 640 \pm 10$  vòng.

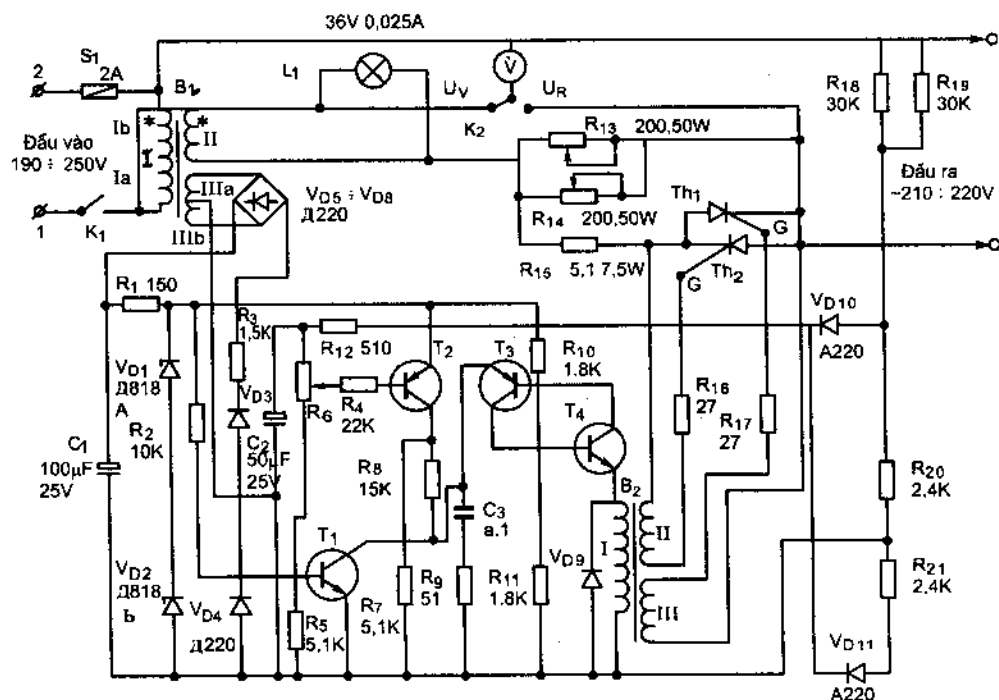
#### **3.10. BỘ ỔN ÁP ĐIỆN XOAY CHIỀU ĐIỆN TỬ**

Ở những nơi mà điện nguồn không ổn định, dao động từ  $U_v = 190\text{V}$  đến 250V có thể tự lắp lấy ổn áp để có  $U_{ra} = 220\text{V}$  dùng cố định cho 1 thiết bị (giả sử dùng chạy 1 tivi màu 100W – 220V).

##### **3.10.1. Nguyên lý làm việc**

Dựa vào phương pháp điều khiển không chế xung – pha (đọc sửa chữa điện máy công nghiệp cùng tác giả) bằng một mạch tạo xung dùng các tranzito và biến áp xung  $B_2$  tạo xung đồng bộ với tần số của nguồn

điện mạng (50 – 60Hz). Thyristo đóng vai trò là phần tử điều chỉnh điện áp qua biến áp  $B_1$  (hình 3.13).



Hình 3.13. Sơ đồ nguyên lý bộ ổn áp điện tử.

Điện áp trên tải được đưa tới tụ  $C_2$  qua một mạch phân áp ( $R_{18} - R_{21}$ ) và qua cầu diốt ( $V_{D10} - V_{D11}$ ). Điện áp này tỷ lệ và gần bằng với điện áp thực trên tải. Tín hiệu hồi tiếp thể hiện về những thay đổi của điện áp đầu ra của bộ ổn áp được đưa qua chiết áp  $R_4$  vào mạch điều khiển. Phần mạch điều khiển này bao gồm bộ tạo xung  $T_1 - T_2$  và biến áp xung  $B_2$ , điện áp chuẩn được tạo ra bởi mạch ổn áp ( $R_1, V_{D1}, V_{D2}$ ).

Mạch  $V_{D3}, V_{D4}, R_3$  và  $T_1$  để cho bộ tạo xung đồng bộ với tần số của nguồn điện mạng, khi tụ  $C_3$  phóng điện vào thời điểm cuối của mỗi chu kỳ.

Việc so sánh tín hiệu hồi tiếp với điện áp chuẩn được thực hiện trên cực góp của  $T_2$ ;  $T_2$  thông nhiều hay ít là do mức tín hiệu hồi tiếp quyết định.

Nhờ đó tụ  $C_3$  sẽ được nạp đến điện áp làm việc của mạch ngưỡng  $T_3, T_4$  trước hoặc sau thời điểm ban đầu của mỗi nửa chu kỳ. Các điện trở  $R_6, R_8, R_9$  để hạn dòng;  $R_7$  làm giảm các ảnh hưởng của dòng ngược cực phát  $T_2$  tới các quá trình xảy ra trong bộ tạo xung.

Khi điện áp trên tụ  $C_3$  trở nên lớn hơn điện áp trên điện trở  $R_{11}$  (khoảng

0,7V) thì lập tức  $T_3$ ,  $T_4$  thông và tụ  $C_3$  phóng điện qua cuộn sơ cấp I của biến áp xung  $B_2$ . Trên các cuộn thứ cấp sẽ xuất hiện các xung ngắn đưa tới cực điều khiển G của thyristo  $Th_1$ ,  $Th_2$  qua các điện trở hạn dòng  $R_{16}$ ,  $R_{17}$ .

– Trong mạch dùng 2 thyristo đấu song song ngược chiều để điều chỉnh được cả nửa chu kỳ dương lẫn nửa chu kỳ âm của nguồn.

Giả sử điện áp nguồn tăng đến 250V, điện áp trên  $C_2$  sẽ cao hơn điện áp chuẩn;  $T_2$  đóng, tụ  $C_3$  không kịp nạp tới mức ngưỡng nên  $T_3$ ,  $T_4$  khóa, bộ tạo xung lúc này không làm việc, các thyristo không dẫn và dòng tải sẽ đi qua các biến trở  $R_{13} - R_{14}$  gây nên các sụt áp nên điện áp ra trên tải chỉ ở mức 220V+5V. (Công suất tiêu tán trên  $R_{13}$ ,  $R_{14}$  tỷ lệ thuận với mức tăng điện áp vào từ 50W ÷ 60W nên rất nóng).

– Khi điện áp mạng giảm dưới mức quy định thì bộ tạo xung sẽ làm việc, các thyristo sẽ thông (thông hoàn toàn khi điện áp này giảm xuống gần 200V). Lúc này dòng tải sẽ đi qua  $R_{15}$  và các thyristo. Sụt áp trên  $R_{15}$  không đáng kể nên điện áp vào tivi vẫn ở mức cho phép. Điện trở  $R_{15}$  có tác dụng giảm biên độ dòng điện do sự thay đổi đột ngột trong quá trình này và nó cũng tiêu tán khoảng 5W.

Vì có sự tiêu hao điện trên điện trở nhiều (khi điện áp nguồn > định mức) nên hệ số sử dụng hữu ích trung bình của ổn áp này chỉ khoảng 85%. Nếu dùng cho tải dưới 100W thì phải điều chỉnh lại  $R_{13} - R_{14}$ .

### 3.10.2. Các trị số linh kiện chủ yếu

– Biến áp nguồn  $B_1$  lõi hình chữ E 20.40 dùng tôn silic Ø41. Cuộn 1 quấn 760 vòng (sử dụng ở nguồn 220V) cỡ dây  $d = 0,33$ . Cuộn 2 quấn 353 vòng cỡ dây  $d = 0,69$ . Cuộn 3 quấn 2 . 143 vòng (có điểm giữa) cỡ dây  $d = 0,20$  để qua chỉnh lưu dùng cho mạch điều khiển.

– Biến áp xung dùng lõi ferit tròn 20 . 12 . 6 (3 cuộn quấn cách nhau) mỗi cuộn quấn 75 vòng; với cỡ dây 0,5 ÷ 0,2mm. Các tranzito dùng loại МП 113A hoặc KT215...

Các điện trở  $R_{13}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{15}$  là loại dây quấn, dòng điện qua đó chính là dòng của tivi, tiêu thụ điện nhiều phải chọn đủ công suất và toả nhiệt cho tốt.

### 3.11. CHỌN VÀ TÍNH BIẾN ÁP XUNG ĐIỀU KHIỂN THYRISTO

Trong bộ ổn áp điện tử ở trên đã sử dụng 2 thyristo  $Th_1$  và  $Th_2$  đấu song song ngược chiều để điều chỉnh được cả nửa chu kỳ dương lẫn nửa chu kỳ âm của nguồn xoay chiều qua thyristo.

Điện áp  $U_2$  ra tải vẫn là điện xoay chiều mà điện áp (dòng điện) ra có thể điều chỉnh được nhờ 2 thyristo, vì anốt  $Th_1$  nối với catốt  $Th_2$  và anốt  $Th_2$  nối với catốt  $Th_1$  nên trong mạch điều khiển của biến áp xung (ở đây dùng lõi ferit) phải có 2 cuộn dây thứ cấp cách ly với nhau. Lõi sắt từ của biến áp xung thông thường là chữ E mỏng ( $0,2 \div 0,35$ ) ghép lại hoặc bằng hợp kim NM (nickel – mangan) với hàm lượng Ni 50%. Vài thông số về từ hóa của lõi ở tần số  $f = 50$ :

300NM,  $B_s = 2,2$  tesla.

50NM,  $B_s = 0,7$  tesla.

Mạch từ của biến áp xung rất chóng bão hòa. Một khi đã bão hòa thì trong cuộn dây thứ cấp không có một sức điện động nào cả, vì vậy không có xung ra. Biến áp xung không cho phép truyền tín hiệu xung có độ rộng  $t_x$  lớn.

Có thể tính số vòng dây quấn  $n_1$  của biến áp xung theo công thức kinh nghiệm sau:

$$n_1 = \frac{U \cdot I_k}{S_l \cdot \Delta B \cdot k_d} \quad (3.8)$$

Trong đó:  $n_1$  là số vòng cuộn sơ của biến áp xung;

Số vòng các cuộn thứ  $n_2, n_2 \dots$  của biến áp xung thường

lấy  $n_1 = n_2 = n_2 \dots$

$S_l$  là tiết diện mạch từ ( $m^2$ ).

$\Delta B$  từ cảm, nó thường làm việc trên một phần của đặc tính từ hóa  $\Delta B = 0,7$  tesla.

$k_d$  là hệ số xếp dây thường lấy  $0,7 \div 0,8$ .

$U$  là điện áp qua cuộn dây (vôn).

**Ví dụ:** Cần quấn một biến áp xung để kích cho 2 thyristo  $Th_1, Th_2$  điều chỉnh dòng điện xoay chiều cấp cho máy biến áp hàn 220V như sơ đồ hình 3.14.

**Giải:** Sơ đồ chọn thêm tầng khuếch đại trung gian với tranzito T (МП25) và diốt  $D_1$  để bảo vệ cho tranzito T khỏi bị hỏng vì quá áp ( $\pm 100V$ ), chiết áp  $R_1$  để điều chỉnh dòng điện qua biến áp xung (cũng là điều chỉnh dòng điện hàn qua thyristo). Các diốt  $D_2$  ngăn chặn xung áp âm (nếu có); điện trở  $R_2$  ảnh hưởng đến biên độ và sườn xung ra,  $R_3$  hạn chế dòng điều khiển. Dùng lõi chữ E (50NM) 16 . 16 với các số liệu như sau:

$$\Delta B = 0,7 \text{ tesla}, S_l = 3cm^2, k_d = 0,76$$



đo. Cuộn thứ cấp  $n_2$  ít vòng (thường quy định  $U_2 = 100V$ ) nối vào vôn kế, tần số kế hoặc nối vào cuộn điện áp của oát kế, công tơ... Các cuộn dây của biến áp đo lường cao áp thường đặt trong thùng dầu cách điện.

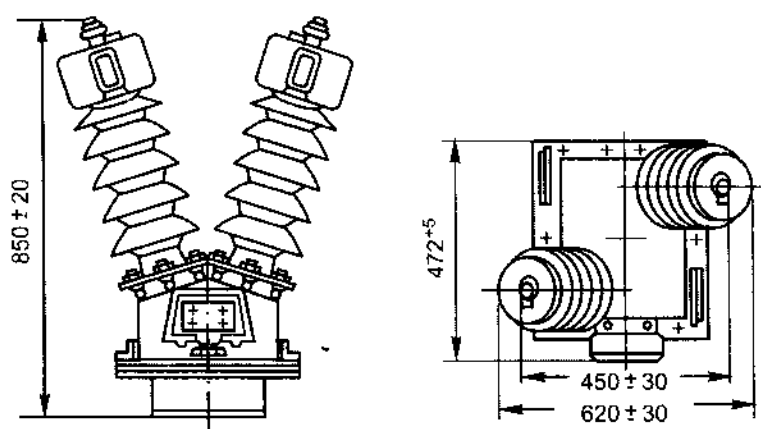
$$\text{Tỷ số biến đổi } K_u = \frac{500}{100}; \frac{6000}{100}; \frac{35000}{100} \dots$$

Để đảm bảo an toàn cho máy và người vận hành thì cuộn sơ cấp  $n_1$  của biến điện áp phải đặt cầu chì và cuộn thứ cấp phải có nối đất. Vỏ kim loại của biến điện áp cũng phải nối đất.

Nguyên lý làm việc của máy biến điện áp đo lường cũng tương tự như máy biến áp điện lực, chỉ khác là công suất rất nhỏ từ hàng chục đến vài trăm VA. Tổng trở mạch ngoài của thứ cấp máy biến áp rất lớn nên có thể coi như nó thường xuyên làm việc không tải.

Máy biến điện áp có loại một pha, ba pha hoặc 3 pha 5 trụ đặt trong dầu (đôi khi có loại khô). Riêng loại 3 pha 5 trụ với cách nối dây Y/Y/Δ như loại HTMI, phía thứ cấp có 2 dây quấn đầu sao và tam giác hở để kiểm tra cách điện của mạng 6 – 10kV (trung tính không nối đất). Khi xảy ra chập mạch không đối xứng (1 pha, 2 pha) ở 2 đầu tam giác hở xuất hiện điện áp, nhờ đó có thể kiểm tra được tình trạng cách điện của mạng.

Máy biến điện áp được chọn theo điện áp sơ cấp, cấp chính xác, phụ tải thứ cấp và kiểu loại.



Hình 3.15. Máy biến điện áp 35kV kiểu HOM – 35 – 66 Y1.

**Bảng 10. THÔNG SỐ CỦA MỘT SỐ BIẾN ĐIỆN ÁP (LIÊN XÔ CŨ)**

| Ký hiệu       | Điện áp định mức (V) |                    | Công suất định mức (VA) |     |      | Công suất lớn nhất (VA) | Trọng lượng (kg) |
|---------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-----|------|-------------------------|------------------|
|               | Sơ cấp               | Thứ cấp            | Khi cấp chính xác       |     |      |                         |                  |
|               |                      |                    | 0,5                     | 1   | 3    |                         |                  |
| HOM15*        | 1500                 | 100                | 80                      | 150 | 320  | 840                     | 81               |
| HOM35         | 35000                | 100                | 50                      | 250 | 600  | 2000                    | 248              |
| HOM35-54      | $35000/\sqrt{3}$     | $100/\sqrt{3}-100$ | 150                     | 250 | 600  | 1500                    | 200              |
| HK $\phi$ 110 | $110000/\sqrt{3}$    | $100/\sqrt{3}-100$ | 150                     | 500 | 1000 | 2000                    | 875              |
| HK $\phi$ 220 | $220000/\sqrt{3}$    | $100/\sqrt{3}-100$ | 150                     | 500 | 1000 | 2000                    | 2650             |
| HK $\phi$ 400 | $400000/\sqrt{3}$    | $100/\sqrt{3}-100$ | 300                     | 500 | 1000 | 2000                    | 6500             |
| HK $\phi$ 500 | $500000/\sqrt{3}$    | $100/\sqrt{3}-100$ | 300                     | 500 | 1000 | 2000                    | 6960             |
| HTC-05*       | 380                  | 100                | 50                      | 80  | 200  | 500                     | 20               |
| HTC-05*       | 500                  | 100                | 50                      | 80  | 200  | 500                     | 20               |
| HTMK6-48      | 6000                 | 100                | 80                      | 150 | 320  | 750                     | 47,5             |
| HTMK10*       | 10000                | 100                | 120                     | 200 | 480  | 1000                    | 110              |
| HTMI16*       | 6000                 | 100-100/3          | 80                      | 150 | 200  | 700                     | 105              |
| HTMI18*       | 15000                | 100-100/3          | 120                     | 200 | 480  | 1200                    | 300              |
| HTMI18*       | 18000                | 100-100/3          | 120                     | 200 | 480  | 1200                    | 300              |

*Ghi chú:* Ký hiệu (\*) là máy đặt trong nhà; không có dấu là máy đặt ở ngoài trời. H là biến áp đo lường; T là loại 3 pha; 0 là loại 1 pha; C là loại khô; M là loại có dầu;  $\phi$  là loại có vỏ sứ; II là loại 5 trụ; K là loại có cuộn bù.

*Ví dụ:* – Biến áp có ký hiệu HOM 35 là biến áp đo lường loại 1 pha, có dầu, điện áp sơ cấp 35kV, đặt ngoài trời.

– Biến áp có ký hiệu HTMI 6 (dấu \*) là biến áp đo lường điện 3 pha loại có dầu, đặt trong nhà, lõi từ có 5 trụ, điện áp sơ cấp 6kV.

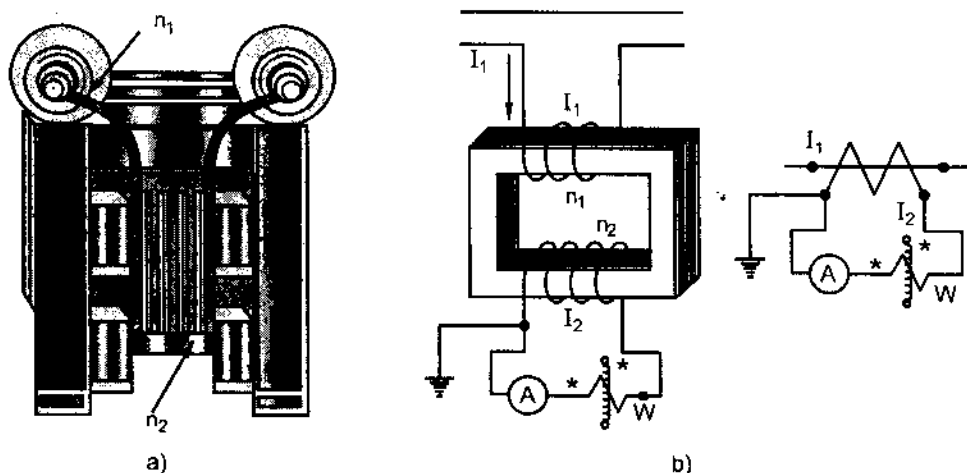
### 3.12.2. Máy biến dòng điện

Muốn biến đổi dòng điện lớn xuống dòng điện nhỏ để đo lường hoặc sử dụng cho các role bảo vệ thì dùng máy biến dòng điện. Mạch từ máy

biến dòng thường lõi hình chữ U hoặc hình xuyên và dùng thép đặc biệt dẫn từ tốt thường là tôn silic hàm lượng  $> 4\%$ , dây dẫn phải chọn mật độ dòng điện thấp ( $J \leq 2 \text{ A/mm}^2$ ) để đảm bảo cấp chính xác.

Thường có 5 cấp: 0,2; 0,5; 1; 3 và 10.

Cuộn sơ cấp của máy biến dòng gồm có một hay vài vòng làm bằng dây dẫn có tiết diện lớn mắc nối tiếp với mạch cần đo dòng điện (hình 3.16). Cuộn thứ cấp dùng dây nhỏ quấn nhiều vòng nối với ampe kế hoặc mạch dòng điện của các dụng cụ khác như watt kế, công tơ, cuộn cắt của role tự động. Dòng điện thứ cấp định mức thường là  $I_2 = 5 \text{ A}$  (trường hợp đặc biệt có thể là 1 A hay 10 A).



Hình 3.16

a) Máy biến dòng hạ áp 1 pha; b) Sơ đồ cấu tạo và cách nối dây.

$$\text{Tỷ số của biến dòng } K_i = \frac{50}{5}; \frac{100}{5}; \frac{200}{5}; \dots \frac{1000}{5} \dots$$

(Điện áp thứ cấp của TI chính là điện áp rơi trên các dụng cụ đo, thường rất nhỏ khoảng  $(1 \div 6 \text{ V})$ . Phụ tải thứ cấp của máy biến dòng rất nhỏ, có thể coi như nó luôn làm việc trong tình trạng ngắn mạch.

Máy biến dòng kết cấu theo nhiều kiểu khác nhau để thích hợp với từng vị trí sử dụng, cuộn sơ cấp có loại chỉ có 1 vòng, có loại nhiều vòng.

Khi cần chọn máy biến dòng thì căn cứ vào: vị trí đặt, điện áp định mức của mạng điện, dòng điện làm việc lớn nhất, cấp chính xác của thiết

bị bảo vệ hoặc tự động rồi kiểm tra theo các điều kiện ổn định lực điện động và ổn định nhiệt.

Tuỳ theo cách sử dụng, máy biến dòng điện thường là loại khô có nhiều hình dáng khác nhau. Để đảm bảo an toàn, cuộn thứ bao giờ cũng phải nối đất. Cần chú ý là khi đã đấu máy biến dòng điện vào mạng, dù bất cứ trường hợp nào cũng không được để hở mạch thứ cấp. Nếu mạch thứ bị ngắt, biến dòng sẽ ở trạng thái không tải. Lúc đó cảm ứng từ trong lõi sắt sẽ tăng gấp mấy lần bình thường nên làm tăng tổn hao trong lõi. Nếu tình trạng này kéo dài có thể làm cháy biến dòng. Nhưng nguy hiểm nhất là khi cuộn thứ bị hở, từ thông lớn quá, điện áp  $U_2$  có thể tăng đến mấy ngàn vôn, gây ra nguy hiểm cho nhân viên vận hành.

*Chú ý: Máy biến điện áp (TU) phải lắp cầu chì phía sơ cấp và cả ở thứ cấp để bảo vệ và không được để cho máy biến áp bị ngắn mạch thứ cấp. Ngược lại, máy biến dòng không được đặt cầu chì phía thứ cấp và không được để hở mạch thứ cấp. Cả hai loại này phía thứ cấp phải nối đất an toàn. Nhiều kiểu máy biến điện áp được đặt trong dầu và máy biến dòng hạ áp có kết cấu cách điện épôxi đúc, được sử dụng rất ít hỏng nên ở đây không đề cập việc sửa chữa.*

### 3.12.3. Tính toán máy biến dòng điện

Những máy biến dòng cấp chính xác thấp có thể tính theo kinh nghiệm sau:

– Tiết diện lõi sắt:

$$S_l = 2\sqrt{P}(\text{cm}^2) \quad (3.9)$$

– Số vòng các cuộn dây:

$$n_d = \frac{P}{I} w \quad (3.10)$$

Trong đó:  $P$  – công suất biến dòng tính bằng VA.

$I$  – dòng điện qua cuộn dây tính bằng A.

$$w = 344 / S_l \text{ vòng} \quad (3.11)$$

*Ví dụ:* Có 1 ampe kế điện từ chỉ đo được 5A cần phải cho qua máy biến dòng để đo được 50A. Vậy phải thiết kế thế nào? Biết rằng, đây là biến dòng hạ áp công suất  $P = 15\text{VA}$ , tỷ số biến đổi là  $k_i = \frac{50}{5}$ .

**Giải:** Chọn lõi chữ U dùng tôn silic Ø41, tiết diện lõi cần có là:

$$S_1 = 2\sqrt{15} \approx 8 \text{ cm}^2 \text{ lấy tròn } S_1 = 9 \text{ cm}^2 \text{ trừ giấy và hệ số ép.}$$

Theo công thức 3.11 có:

$$w = \frac{344}{9} \approx 38 \text{ vòng (lấy tròn 38 vòng).}$$

– Vậy số vòng cuộn sơ cấp (công thức 3.10)  $I_1 = 50\text{A}$ :

$$n_1 = \frac{15}{50} \cdot 38 = 11,4 \text{ (lấy 12 vòng).}$$

Dùng dây cáp  $25\text{mm}^2$  ( $J=2$ ) quấn 12 vòng.

– Số vòng cuộn thứ cấp (công thức 3.10)  $I_2 = 5\text{A}$ :

$$n_2 = \frac{15}{5} \cdot 38 = 114 \text{ lấy tròn 120 vòng.}$$

Dùng dây điện từ cỡ 1,6mm ( $J=2,5$ ) quấn 120 vòng.

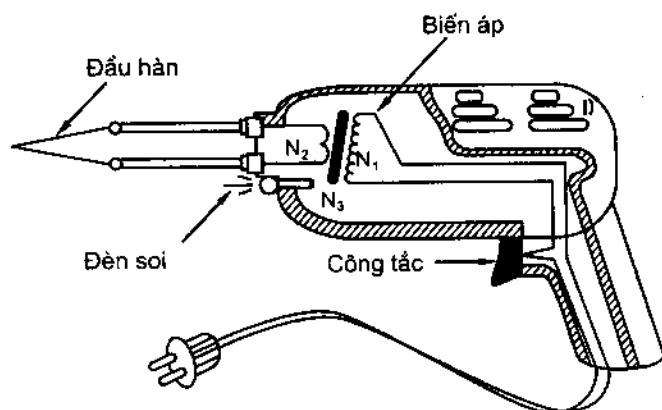
### 3.13. TỰ CHẾ MỎ HÀN ĐIỆN NÓNG NHANH (KIỂU BIẾN ÁP)

Mỏ hàn điện là một đồ nghề cần thiết của người thợ điện, thợ sửa chữa điện tử.

Mỏ hàn kiểu "biến áp" của Liên Xô (cũ) ở hình 3.17 cắm điện 220V công suất 60W có đến 3 cuộn dây quấn trên lõi từ: Phía trong cùng sát lõi thép quấn cuộn dây cỡ nhỏ có  $n_1 = 1270$  vòng nối thẳng ra phích cắm điện qua 1 công tắc ấn.

Cuộn dây thứ 3 cũng quấn bằng dây nhỏ có  $n_3 = 40$  vòng nối 2 đầu ra bóng đèn pin 6,3V. Cả 2 cuộn này đều dùng dây điện từ cỡ  $d = 0,25\text{mm}$ . Cuộn dây ngoài cùng quấn trùm lên 2 cuộn kia chỉ có  $n_2 = 2$  vòng bằng thanh đồng dẹt đưa thẳng ra đầu hàn bằng 1 sợi dây lưỡng kim (có thể dùng dây đồng  $d \approx 1,4 \div 1,6 \text{ mm}$  làm mỏ hàn).

Muốn hàn thì cắm điện bóp cò: cuộn sơ cấp (dây nhỏ) được tiếp điện nên cuộn thứ cấp cảm ứng ra điện áp thấp (từ  $0,5 \div 1,5\text{V}$ ) đi qua đầu mỏ hàn (có điện trở rất nhỏ) nên xuất hiện dòng điện ngắn mạch rất cao, làm nóng mỏ hàn (chỉ được bóp cò  $\leq 1$  phút) rất nhanh nên được gọi là mỏ hàn nóng nhanh hay mỏ hàn chập mạch. Thực chất, mỏ hàn chỉ là một biến áp nhỏ làm việc ngắn hạn lặp lại, vì vậy tính toán đều dựa vào các công thức tính biến áp 1 pha thông thường nhưng chọn mật độ dòng điện và mật độ từ thông khá cao.



Hình 3.17. Mỏ hàn nóng nhanh.

Có thể tự chế được mỏ hàn nóng nhanh bằng cách tận dụng lõi biến áp, lõi chấn lưu cũ ghép lại và quấn dây theo bảng lập sẵn như sau:

**Bảng 11a. QUAN HỆ GIỮA LỖI TỪ VỚI CÔNG SUẤT MỎ HÀN**

| Công suất<br>$P$ (W) | Tiết diện lõi<br>$S$ (cm <sup>2</sup> ) | Mật độ dòng điện<br>$J$ (A/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| 5 đến 25             | 3 đến 7                                 | Đến 4                                        |
| 25 đến 50            | 7 đến 10                                | 3,4 – 4                                      |
| 50 đến 75            | 10 đến 12                               | 3,5                                          |
| 75 đến 100           | 12 đến 14                               | Đến 3                                        |

**Bảng 11b. QUAN HỆ GIỮA LỖI TỪ VÀ SỐ VÒNG DÂY MỎ HÀN**

| Tiết diện lõi (cm <sup>2</sup> ) | Số vòng vôn (w) | Tiết diện lõi (cm <sup>2</sup> ) | Số vòng vôn (w) |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
| 4                                | 9,5             | 10                               | 3,8             |
| 6                                | 6,3             | 12                               | 3,2             |
| 8                                | 4,7             | 14                               | 2,7             |

**Ví dụ:** Tính các tham số để tự chế 1 mỏ hàn nóng nhanh  $P = 40W$ ;  $U_1 = 220V$ .

**Giải:** Từ bảng 11a chọn được lõi sắt có  $S = 6cm^2$ :

- Số vòng cuộn thứ (theo bảng 11b): lấy chẵn 6.vòng.
- Số vòng cuộn sơ là:  $220 \cdot 6,3 = 1400$  vòng (quy tròn).
- Dòng điện ở cuộn sơ cấp:

$$I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{40}{220} = 0,19A$$

– Dòng điện cuộn thứ cấp:

$$I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{40}{1} = 40A$$

Cỡ dây quấn cuộn sơ cấp (chọn  $J = 4A/mm^2$ ).

$$S_1 = \frac{I_1}{J} = \frac{0,19}{4} = 0,047 mm^2 \text{ (lấy tròn } 0,0491 mm^2)$$

Tra từ bảng 6 sẽ được dây quấn sơ cấp  $d_1 = 0,25mm$ . Cỡ dây quấn cuộn thứ cấp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J} = \frac{40}{4} = 10 mm^2 \text{ (lấy } 11,34 mm^2)$$

Tra từ bảng 7 sẽ được dây quấn thứ cấp  $d_2 = 3,8mm$ .

## Chương 4

# CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP HÀN

### 4.1. HÀN ĐIỆN VÀ THIẾT BỊ ĐỂ HÀN

#### 4.1.1. Khái niệm về hàn điện

Hàn điện là một công nghệ phổ biến nhất trong kỹ thuật hiện đại. Ở các ngành đóng tàu, ngành xây dựng, ngành chế tạo máy móc, vận tải không thể thiếu máy hàn điện. Hàn điện cũng được áp dụng ở những đơn vị sản xuất nhỏ và những công ty lớn trong các ngành công nghiệp khác.

– Hàn điện thường chia ra: hàn tiếp xúc và hàn hồ quang:

+ Hàn tiếp xúc được áp dụng ở quy mô nhỏ và ở những dây chuyền sản xuất hàng loạt được tự động hóa như: dây chuyền hàn cửa cuốn, làm cổng nhà máy; dây chuyền sản xuất thùng phuy đựng nước, đựng dầu; hàn các phần bằng kim loại của ô tô v.v...

Yêu cầu biến áp hàn tiếp xúc là phải cho ra điện áp thấp từ  $6 \div 36V$  và dòng điện hàn lại cao  $I = 2000 \div 8000A$  (max 80 kA). Phương pháp hàn này đòi hỏi sau khi cho dòng điện qua chỗ tiếp xúc làm nóng chảy bề mặt đó, phải dùng cơ cấu lò xo, đòn bẩy hoặc thủy lực ép chặt để tăng cường cơ tính của mối hàn với áp suất nén  $2 \div 5 \text{ kg/cm}^2$ .

Hàn tiếp xúc thường có 3 loại: hàn điểm (hàn đính), hàn đường (hàn lăn) và hàn đối đầu.

– Hàn điện hồ quang là một công nghệ hàn được áp dụng phổ biến nhất. Hàn hồ quang bằng tay có thể thực hiện được ở mọi góc độ với đường hàn bằng, đường hàn đứng, đường hàn nghiêng hàn leo, hàn góc, hàn mặt bên v.v... Tuy năng suất và chất lượng mối hàn chưa thật cao nhưng vẫn được sử dụng nhiều, thậm chí ở ngay các nước có trình độ kỹ thuật tiên tiến.

– Hàn tự động là phương pháp hàn tốt nhất, năng suất hàn đạt  $6 \div 140 \text{ m/giờ}$  và cao hơn, có thể tạo được các đường hàn với độ bền tương đương độ bền của kim loại liền, có thể hàn được các bộ phận quan trọng khi làm việc với các phụ tải động lực cũng như chịu áp suất và nhiệt độ cao.

#### 4.1.2. Phân loại máy hàn hồ quang và các yêu cầu kỹ thuật

Căn cứ vào dòng điện hàn người ta phân ra làm hai loại: Máy hàn điện xoay chiều và máy hàn điện một chiều. Dù là nguồn điện nào cấp cho hàn hồ quang tay cũng phải bảo đảm các chỉ tiêu chính sau đây:

– Điện áp mỗi tia hồ quang phải cao hơn điện áp hàn, nhưng phải an toàn cho thợ hàn (không quá 80V). Thông thường với điện xoay chiều quy định:

$$U_0 = 55 \div 80V, U_{\text{hàn}} = 25 \div 45V$$

và điện 1 chiều  $U_0 = 30 \div 55V, U_{\text{hàn}} = 16 \div 35V$ .

Điện áp không tải  $U_0$  của máy biến áp hàn điện xoay chiều phải cao hơn điện 1 chiều, vì ở tần số 50Hz mỗi chu kỳ hồ quang sinh ra sẽ tắt khi dòng điện tức thời bằng 0. Muốn cho hồ quang phục hồi cần phải có điện áp nhất định, muốn hồ quang cháy ổn định thì thời gian phục hồi hồ quang phải thật ngắn, mà thời gian này lại phụ thuộc vào  $U_0$ ; nếu  $U_0$  cao thì thời gian phục hồi nhỏ (có người đã chọn  $U_0 = 90V$  thì hàn dễ hơn, nhưng lại kém an toàn cho thợ hàn). Điện áp không tải  $U_0$  của máy biến áp hàn được chọn từ điều kiện ổn định của hồ quang và sự an toàn của thợ hàn, do đó nên chọn tối đa là 80V. Các tiêu chuẩn ГОСТ, PC, TCL đều lấy theo trị số này.

– Máy biến áp hàn phải có đủ công suất để hàn hồ quang mới ổn định. Phải khống chế được dòng điện ngắn mạch; khi chập kim hàn, dòng điện không được vượt quá 20 ÷ 40% dòng điện hàn định mức.

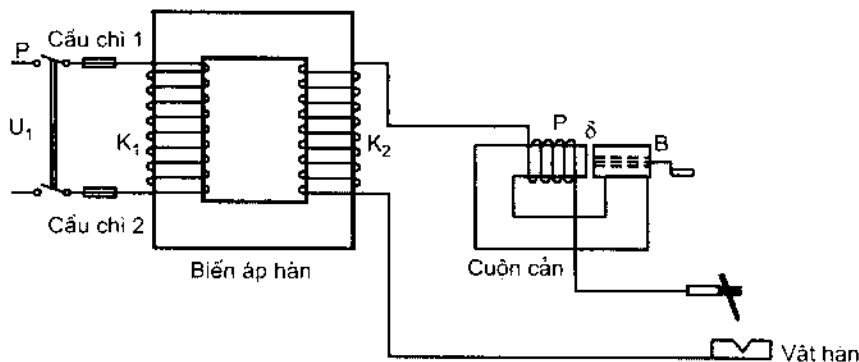
– Điện áp của biến áp hàn phải biến đổi nhanh chóng phù hợp với sự thay đổi của chiều dài hồ quang. Khi hồ quang dài thì điện áp hàn phải tăng, khi hồ quang ngắn thì điện áp hàn phải giảm tương ứng. Hàn hồ quang tay, biến áp hàn phải có đặc tính ngoài dốc. Thực tế, máy biến áp hàn xoay chiều khi chưa hàn thì  $U_2 = 70 \div 80V$ , lúc đang hàn điện áp sụt xuống chỉ còn 25V ÷ 30V thì mới dễ hàn, hồ quang mới ổn định.

– Máy hàn phải có khả năng điều chỉnh được dòng điện hàn để phù hợp với từng loại que hàn to nhỏ và vật hàn dày mỏng khác nhau. Với biến áp hàn hồ quang thường dùng các phương pháp sau:

- + Điều chỉnh theo cấp, dùng cuộn kháng nhiều cấp.
- + Máy biến áp dùng lõi từ phụ di động, có mạch từ rẽ.
- + Biến áp hàn có cuộn dây chuyển động.

## 4.2. MÁY BIẾN ÁP HÀN CÓ CUỘN CẢN (RIÊNG HOẶC CHUNG)

– Máy biến áp hàn có cuộn cản riêng kiểu CTĐ do Liên Xô (cũ) sản xuất gồm hai bộ phận: một lõi là biến áp 220V/380V hạ áp xuống  $60V \div 80V$  khi chưa hàn. Lõi kia là cuộn cản P quấn trên lõi từ có khe hở, có thể điều chỉnh tay bằng vitme B. Cuộn cản được đấu nối tiếp với cuộn thứ cấp của biến áp (hình 4.1).



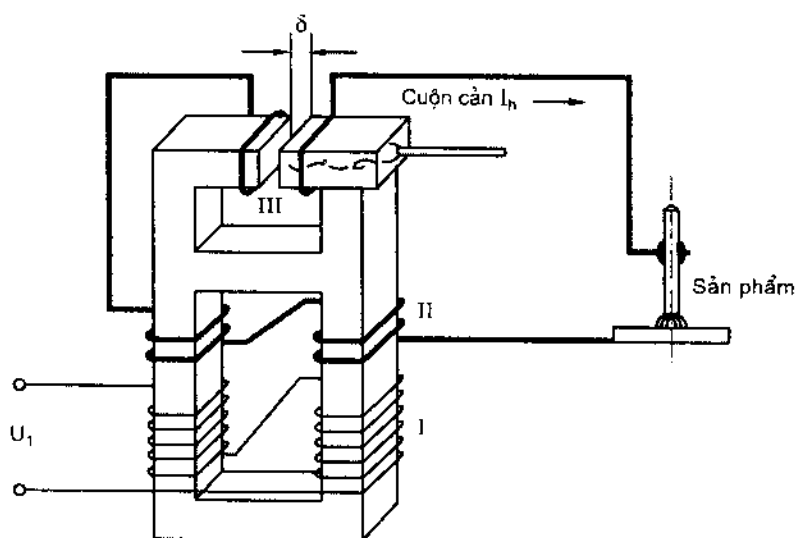
Hình 4.1. Máy biến áp hàn kiểu CTĐ.

Nhiệm vụ của cuộn cản là giảm U hàn đến một trị số cần thiết để duy trì ổn định hồ quang và khi chấp mạch ngoài kim hàn nó sẽ thu điện áp thứ cấp của máy, bảo vệ biến áp khỏi cháy vì chấp mạch. Nó cũng đóng vai trò điều chỉnh dòng điện hàn theo yêu cầu.

Khi quay vitme B để tăng khe hở  $\delta$ , từ trở của mạch từ tăng lên, từ thông giảm đi, do đó dòng điện tự cảm và trở kháng của nó giảm đi nên dòng điện hàn tăng lên. Nếu quay B ngược lại cho khe hở giảm đi, từ thông tăng lên thì dòng điện hàn sẽ giảm xuống. Phương pháp này có thể điều chỉnh dòng điện hàn chính xác và nhẹ nhàng.

– Máy biến áp hàn CTH (Liên Xô cũ sản xuất) đã cải tiến quấn cuộn cản chung trên cùng một lõi (hình 4.2) với biến áp hạ áp. Lõi biến áp có hai phần: phần chính quấn cuộn sơ cấp I và cuộn thứ cấp II, phần phụ quấn cuộn cản III. Lõi của cuộn cản có cụm di động nên có thể thay đổi khe hở không khí để thay đổi dòng điện hàn. Dịch chuyển cụm di động ở biến áp CTH thực hiện bằng tay, còn ở máy TCD bằng động cơ, có khởi động từ đảo chiều sử dụng để hàn tự động và bán tự động.

Biến áp hàn có cuộn cản riêng và cuộn cản chung, có khả năng điều chỉnh dòng điện hàn trơn, vô cấp trong một dải rộng. Hai loại máy này ở nước ta ít sử dụng.



Hình 4.2. Máy biến áp hàn kiểu CTH.

### 4.3. MÁY BIẾN ÁP HÀN ĐIỀU CHỈNH THEO CẤP (ĐỔI CẦU)

#### 4.3.1. Những điểm chú ý khi tự chế máy hàn đổi cầu

Đây là loại máy hàn được sử dụng phổ biến ở những cơ sở sản xuất nhỏ vì nó rất đơn giản, dễ dàng tự chế gọi là máy hàn đổi cầu, cả cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp được quấn rải đều ra lõi từ kiểu hai trụ. Việc điều chỉnh dòng điện hàn cũng rất đơn giản, thay vì điều chỉnh vô cấp bằng cơ khí, ở máy kiểu này thực hiện điều chỉnh từng cấp bằng cách thay đổi điện áp ra của cuộn thứ cấp hoặc thay đổi cả số vòng phía sơ cấp.

Từ hình 4.3 ta thấy cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp đều được quấn cả ở hai trụ: một phần ở trụ bên này, một phần ở trụ bên kia rồi đầu nối tiếp với nhau để giảm điện kháng tản, từ thông tản, tăng hiệu suất biến áp.

Nếu quấn sơ cấp ở một trụ, thứ cấp ở một trụ riêng thì từ trường tản sẽ lớn, điện áp khi hàn sẽ giảm và dòng điện hàn cũng giảm, máy yếu không hàn được. Ngược lại, nếu cả cuộn sơ và cuộn thứ cùng quấn chung một trụ trùm lên nhau (giống như biến áp nguồn, biến áp nạp ắc quy thông dụng...) thì dòng điện quá mạnh vì đặc tính ngoài không dốc; khi hàn nổ mạnh, máy bị bỏ lửa, mối hàn không bảo đảm.

Biến áp hàn cũng là biến áp điện lực một pha kiểu cách ly nên phải dùng tôn silic 341 để làm lõi dẫn từ. Về cách bố trí dây quấn có khác biệt

(như trên), còn phương pháp tính toán vẫn dựa vào các công thức 2.7, 2.8, 2.9. Riêng cách chọn hệ số K thì khác, vì máy biến áp hàn có dòng điện chạy qua các cuộn dây rất lớn, mạch từ thường làm việc ở gần mức bão hòa. Máy chạy rất nóng nên phải tìm nhiều cách tỏa nhiệt như: quấn dây bọc tơ thủy tinh, dây đồng trần trên các thanh đỡ cách điện có chốt hình răng lược, dùng quạt thổi mát qua biến áp v.v...

**Ví dụ:** Biến áp hàn công suất 3,5kVA;  $U_1 = 220V$ ;  $U_2 = 80V$ . Tính sơ bộ lõi từ và dây cuốn bằng các công thức 2.7, 2.8, 2.9 (như ở hình 4.3)

**Giải:** Lõi dẫn từ:  $S_l = 0,5 \sqrt{3500} = 29,5 \text{ cm}^2$  (chọn  $30 \text{ cm}^2$ )

$$n_1 = \frac{40 \cdot U_1}{S_l} = \frac{40 \cdot 220}{30} = 290 \text{ vòng (lấy 286 vòng)}.$$

$$n_2 = \frac{40 \cdot U_2}{S_l} = \frac{40 \cdot 80}{30} = 106 \text{ vòng (lấy 100 vòng)}$$

Trong thực tế, khi chế tạo người ta thường tính toán sơ bộ lõi từ (còn cách cuốn dây làm theo mẫu), rồi linh hoạt thay đổi để có một máy đạt chất lượng theo yêu cầu công nghệ và nguyên vật liệu sẵn có.

### 4.3.2. Một mẫu máy hàn đổi cầu

#### a) Thông số kỹ thuật

Máy biến áp hàn ký hiệu MH 125 do Nhà máy Điện cơ Hải Phòng sản xuất có các thông số kỹ thuật sau:

- Công suất định mức  $S_{dm}$ : 3,5kVA.
- Điện áp sơ cấp  $U_1$ : 220V.
- Dòng điện sơ cấp khi hàn  $I_1$ :  $13 \div 25A$ .
- Điện áp thứ cấp không tải  $U_2$ :  $65 \div 80V$ .
- Dòng điện phía kim hàn  $I_2$ :  $70 \div 125A$ .

Máy có 10 cấp điều chỉnh cả sơ cấp và thứ cấp ứng với các loại que hàn:

$$d = 1,5\text{mm}; d = 2\text{mm}; d = 2,5\text{mm}; d = 3,2\text{mm} \text{ và } d = 4\text{mm}.$$

Máy dùng điện 1 pha, tần số  $f = 50\text{Hz}$ , điện áp sử dụng 220V hàn được liên tục với  $I_{2dm}$ , hệ số tiếp điện  $TL\% = 60\%^{(1)}$  vì đây là hàn hồ

<sup>(1)</sup>  $TL = 100\%$  chỉ rằng máy hàn làm việc có tải trong 100% thời gian. Với  $TL = 60\%$  khi ấy máy hàn có chu kỳ làm việc là 5 phút thì chỉ 60% thời gian có phụ tải, còn 40% là không làm việc (nhiều nước Đông Âu ký hiệu là IIB%).

quang bằng tay, phụ tải hàn là gián đoạn do thợ hàn thay que hàn, làm sạch mối hàn v.v... máy vẫn ngâm điện.

Trường hợp cần cắt sắt dày, thổi lỗ v.v... máy có thể cắt, thổi bằng que hàn 4 ÷ 5mm làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Giả thiết cần thổi lỗ trên tấm sắt với dòng điện 250A thì hệ số tiếp điện TL% là:

$$I^2 \text{ TL\%} = I_{dm}^2 \cdot \text{TL\%}_{dm}$$

$$\text{TL\%} = 60 \left( \frac{125}{250} \right)^2 = 15\%$$

Loại máy này có ưu điểm kết cấu chắc chắn, gọn nhẹ, có thể di chuyển vị trí làm việc một cách dễ dàng, dễ bảo quản và điều chỉnh, tiêu thụ ít điện. Phục vụ tốt cho các cơ sở sửa chữa nhỏ, lưu động với vật hàn là những tấm mỏng hoặc sắt tròn đường kính nhỏ. Có thể sử dụng ở những nơi chỉ có công tơ điện 1 pha hoặc máy phát điện công suất nhỏ.

#### **b) Cấu tạo và cách sử dụng**

Máy biến áp có lõi từ bằng thép lá kỹ thuật điện dày 0,5mm ghép lại thành hai trụ có kích thước (đã tính ở 4.3.1)  $S_l = 6.5 = 30\text{cm}^2$ . Sau khi quấn dây vào hai trụ thì ghép tôn vào gông như hình 2.3 cho phẳng và chặt chẽ. Đặt biến áp lên khung sắt góc 25 x 25 x 3 hai đầu khung được gắn quai xách để di chuyển khi thay đổi vị trí làm việc.

– Dây quấn sơ cấp  $d = 4\text{mm}$  được quấn thành 6 cuộn (bánh) chia đều ra hai trụ gồm:

$$n_1 = 143 + 143 + 20 + 20 + 26 + 26 = 378 \text{ vòng}$$

– Dây quấn thứ cấp là dây đồng dẹt cỡ 8x3,05mm được quấn thành ba cuộn cũng đặt vào 2 trụ:

$$n_2 = 50 + 26 + 24 = 100.$$

(nấc số 5 ứng với  $143 + 143 = 286$  vòng như đã tính sơ bộ ở trên).

Khi quấn đặt dây vào khung từ thì các bánh dây giữa cuộn sơ cấp và các bánh của cuộn thứ cấp có khoảng cách vừa phải, xen kẽ nên các cuộn này tạo nên từ thông tản có cảm kháng cao và có đặc tính ngoài dốc, hàn được tốt và hạn chế được dòng ngắn mạch.

Để đạt được các tiêu chuẩn của thiết bị hàn hồ quang, điện áp ở kim hàn chọn 65V và 80V cho dễ mỗi hồ quang:

+ Điều chỉnh phía sơ cấp là điều chỉnh "điện áp vào" sao cho đạt dòng điện hàn mong muốn. Điều chỉnh từng cấp (đổi cầu): Nấc số 5 (nấc

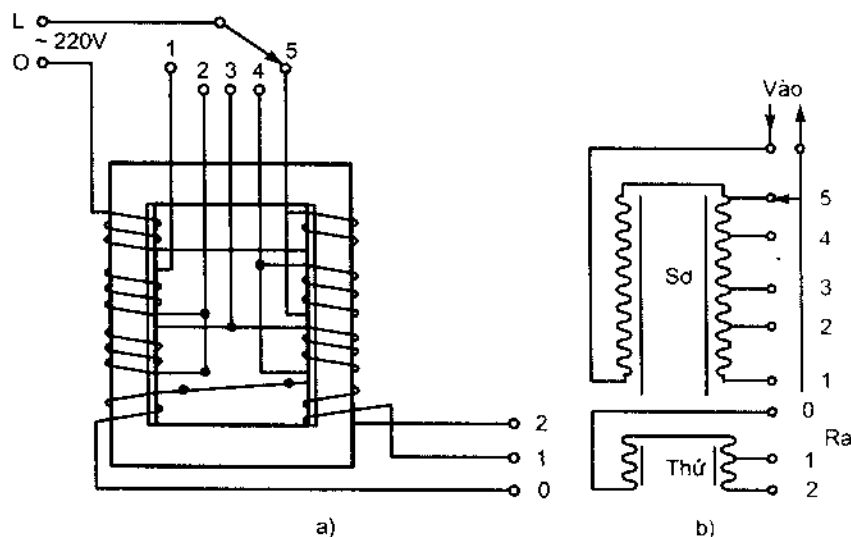
khỏe nhất) có ít vòng nhất (286 vòng), để cắt thỏi sắt hoặc hàn tôn dày. Chuyển về nấc số 4 (tăng thêm 20 vòng phía sơ cấp) điện áp ra sẽ giảm và dòng điện hàn sẽ giảm xuống... Nấc số 1 (sơ cấp nhiều vòng nhất) dòng điện hàn nhỏ nhất.

+ Điều chỉnh phía thứ cấp là thay đổi điện áp lấy ra để hàn ứng với 65V hay 80V.

Bắt trực tiếp dây "mát" chung vào cọc số 0.

Nối dây kim hàn vào cọc số 2 dòng điện hàn khỏe nhất ( $U_2 = 80V$ ).

Đổi dây kim hàn sang cọc số 1 dòng điện hàn giảm xuống ( $U_2 = 65V$ ).



Hình 4.3. Máy biến áp hàn MH 125 điều chỉnh theo cấp.

**Bảng 12. CÁC THÔNG SỐ CỦA MÁY HÀN HỒ QUANG MH125**

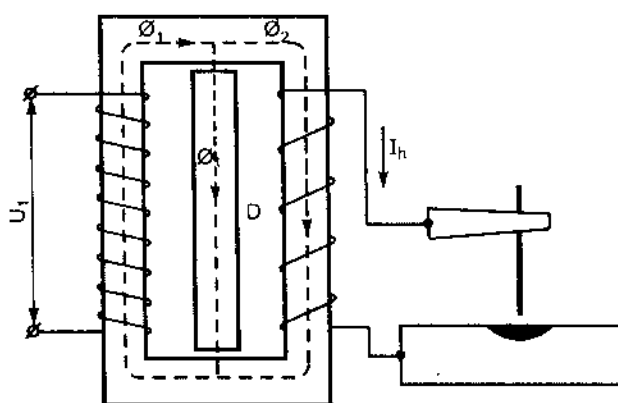
| Công tắc số | Đường kính que hàn ứng với các dòng điện |           |           |                            |           |           |
|-------------|------------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|
|             | Dây hàn nối từ 0 ÷ 1 (65V)               |           |           | Dây hàn nối từ 0 ÷ 2 (80V) |           |           |
|             | d = mm                                   | $I_1 = A$ | $I_2 = A$ | d = mm                     | $I_1 = A$ | $I_2 = A$ |
| 1           | 1,5                                      | 13        | 70        |                            |           |           |
| 2           | 2                                        | 15,7      | 80        |                            |           |           |
| 3           | 2 ÷ 2,5                                  | 19        | 90        | 2 ÷ 2,5                    | 15 ÷ 20   | 95        |
| 4           | 2,5                                      | 22,5      | 100       | 2,5 ÷ 3,2                  | 20 ÷ 24   | 110 ÷ 125 |
| 5           |                                          |           |           | 3,2 ÷ 4                    | 24 ÷ 26   | 125 ÷ 150 |

## 4.4. MÁY BIẾN ÁP HÀN CÓ MẠCH TỪ RỄ

### 4.4.1. Cấu tạo về mạch từ của máy

Đây là máy hàn có từ thông tản cao, đặc tính ngoài rất dốc, nhờ vậy khi chiều dài hồ quang thay đổi thì điện áp hàn cũng thay đổi còn dòng điện hàn hầu như không đổi, giữ cho hồ quang cháy ổn định, mối hàn ngấu tốt và đều đặn.

Khung từ của biến áp được lắp thêm 1 lõi D (cũng bằng tôn silic  $\Theta 41$ ), có thể chỉnh lệch hẳn ra phía ngoài hoặc tụt sâu nằm gọn trong lòng lõi thép nhờ cơ cấu vítme. Nguyên lý làm việc như hình 4.4.



Hình 4.4. Nguyên lý máy biến áp có mạch từ rễ.

Từ thông  $\phi_1$  do cuộn sơ cấp sinh ra được tách làm hai phần: phần từ thông đi vòng qua cuộn thứ cấp để sinh ra dòng điện hàn gọi là từ thông móc vòng  $\phi_2$ ; phần từ thông rẽ nhánh qua lõi thép động D gọi là từ thông tản  $\phi_1$ .

Khi vị trí lõi thép D nằm gọn toàn bộ trong lòng gông từ thì từ thông tản  $\phi_1$  là lớn nhất, từ thông móc vòng  $\phi_2$  qua cuộn thứ cấp nhỏ nhất nên dòng điện hàn yếu nhất.

Nếu quay vítme điều chỉnh cho lõi thép D rút dần ra khỏi lòng lõi từ thì từ thông tản  $\phi_1$  sẽ giảm dần, từ thông móc vòng  $\phi_2$  qua cuộn thứ cấp tăng dần, sức điện động cảm ứng tăng lên và dòng điện hàn cũng tăng lên. Dòng điện hàn đạt cao nhất khi lõi thép D nằm hẳn ra ngoài do  $\phi_1$  gần như bằng không và  $\phi_2$  đạt trị số lớn nhất, nên sức điện động cảm ứng sinh ra ở cuộn thứ cấp đạt mức cao nhất, hàn khoẻ nhất.

Đây là loại máy hàn điều chỉnh liên tục vô cấp.

#### 4.4.2. Một kiểu máy hàn có mạch từ rẽ

Máy biến áp hàn kiểu MH350 do Nhà máy Điện cơ Hải Phòng sản xuất có các thông số như sau:

$$U_1 = 220\text{V}/380\text{V}; U_2 = 65\text{V và } 80\text{V}$$

$$I_1 = 95\text{A}/57\text{A}; S = 21\text{kVA}.$$

Máy được thiết kế để làm việc liên tục với  $TL\% = 65\%$

$$\cos \varphi = 0,52 ; \eta = 0,83.$$

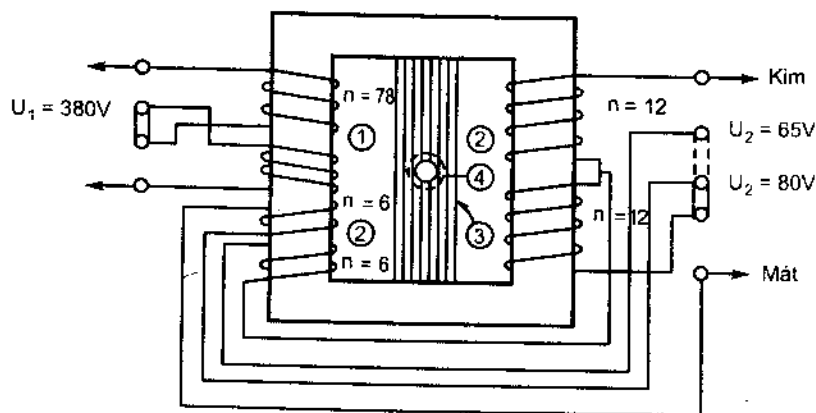
Dòng điện sơ cấp để hàn có thể điều chỉnh vô cấp ở 2 mức

Mức 1:  $U_2 = 80\text{V}$  có giải điều chỉnh liên tục từ  $50 \div 200\text{A}$

Mức 2:  $U_2 = 65\text{V}$  điều chỉnh liên tục từ  $100 \div 350\text{A}$ .

Đây là một loại máy hàn hồ quang kết hợp cả 2 phương pháp điều chỉnh: điều chỉnh theo cấp và điều chỉnh nhờ mạch từ rẽ nên có đặc tính ngoài dốc đứng. Dây quấn sơ cấp và thứ cấp rải đều ra cả hai trụ và trùm lên nhau: sơ cấp quấn phía trong, thứ cấp đặt nằm ngoài (hình 4.5). Ở máy hàn này đã dùng những loại dây có khả năng chịu nhiệt cao: sơ cấp quấn bằng dây bọc tơ thủy tinh, thứ cấp dùng dây đồng trần.

Dây quấn thứ cấp để trần, quấn thành từng lớp, giữa các lớp được cách nhau bằng những nẹp gỗ, giữa các vòng cách nhau bằng những chốt tre tròn đóng chặt vào nẹp gỗ (các nẹp gỗ và chốt bằng tre dục già này đều được tẩm sơn cách điện và sấy khô) giống như hình răng lược. Nhờ vậy mặt ngoài của tất cả các vòng dây để trần đều được tiếp xúc trực tiếp với không khí nên tỏa nhiệt dễ dàng.



Hình 4.5. Máy hàn MH 350 có mạch từ rẽ và đổi cấu.

Mạch từ rẽ (3) không quấn dây nằm ở trụ giữa có thể di động tiến ra hết phía ngoài hoặc nằm gọn khếp kín vào khung từ nhờ trục vítme (4) với tay quay thò ra ngoài cạnh vỏ máy. Khi điều chỉnh để mạch từ rẽ (3) nằm trùng vào khung từ thành một mặt phẳng thì từ thông  $\Phi_1$  sẽ qua lõi giữa lớn nhất, nên dòng điện hàn yếu nhất ứng với từng nấc. Khối từ vận cho hết ra ngoài khung, từ thông rẽ qua nó không đáng kể, dòng điện hàn khoẻ nhất nếu cầu nối ở mức 65V.

Các trụ hai bên để quấn dây ghép tôn "silic"  $S = 100\text{cm}^2$ .

-- Dây quấn cuộn sơ cấp (1):  $d = 5\text{mm}$ ;  $n = 2 \cdot 78\text{vòng}$ .

Chạy điện 2 pha 380V gài 2 cọc giữa, để 2 cuộn dây nối tiếp dùng điện 1 pha 220V nối cuộn sơ cấp song song bằng 2 thanh ngang.

- Dây quấn cuộn thứ cấp (2):  $S = 50\text{mm}^2$  (cáp đồng trần M50)

Nấc 1:  $n = 12 + 12 + 6 = 30$  vòng.

Nấc 2:  $n = 12 + 6 + 6 = 24$  vòng.

Máy hàn MH350 được thông gió tự nhiên (vỏ máy làm rộng rãi, có hai cửa sổ ở đầu hồi và các cửa chớp bên cạnh).

Sự điều chỉnh dòng điện hàn được thực hiện tổng hợp bằng cả hai biện pháp.

Đổi cầu và mạch từ rẽ nên có thể hàn được tôn dày từ 1,5mm đến  $\leq 30\text{mm}$ . Khi hàn tôn mỏng mạch từ rẽ được điều chỉnh cho nằm hết vào trong khung nên phần lớn từ thông chính tự khếp mạch đi qua khối giữa (3), bởi vậy máy hàn có được đặc tính ngoài dốc. Cầu được nối để hai đầu dây ở cuộn thứ cấp điện áp không tải cao ( $U_2 = 80\text{V}$ ), có nhiều vòng nằm xa cuộn sơ cấp nên dòng điện hàn nhỏ, yếu nhưng tia hồ quang được đốt nóng vẫn ổn định.

Ưu điểm của máy biến áp hàn hồ quang MH350 là dải dòng điện hàn rất rộng (từ 50A ÷ 350A) dễ sử dụng bảo quản, dễ sửa chữa nhưng chế tạo khó khăn, phải có máy cắt gọt kim loại để gia công chính xác lõi từ động (để máy không phát tiếng ồn khi hàn).

## **4.5. MÁY BIẾN ÁP HÀN CÓ CUỘN DÂY DI ĐỘNG**

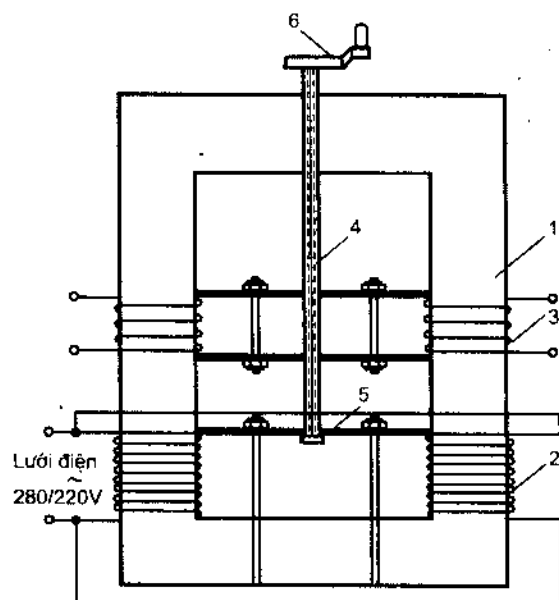
### **4.5.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy hàn có cuộn thứ cấp di động**

Một loại máy biến áp hàn hồ quang khác cũng lợi dụng từ thông tản để điều chỉnh dòng điện hàn, đó là biến áp hàn có cuộn dây chuyển động kiểu TC của Liên Xô (cũ) hoặc kiểu SAF của Pháp.

Biến áp TC (hình 4.6) gồm có lõi thép (1) làm bằng những lá thép kỹ thuật điện có chiều cao lớn (để phạm vi điều chỉnh rộng) trên đó có đặt hai cuộn dây sơ cấp (2) và hai cuộn dây thứ cấp (3). Cuộn sơ cấp bắt cố định ở giàn dưới; cuộn thứ cấp là cuộn di động, nó được bắt bằng bulông vào tấm dưới và tấm trên (bằng nhôm) và có thể thay đổi hành trình nhờ vitme (4). Kẹp (5) gắn vào cuộn sơ cấp bằng "bạc" để hành trình của vitme đi qua lỗ bên trong giàn.

Khi quay tay quay (6) để quay trục vít, cuộn dây (3) sẽ tịnh tiến lên hay xuống tùy chiều quay của thợ hàn.

Cho điện áp  $U_1$  vào cuộn sơ cấp (2) thì dòng  $I_1$  đi qua sẽ tạo nên từ thông  $\phi_1$ , từ thông này cắt qua cuộn thứ cấp (3) cảm ứng ra sức điện động và xuất hiện điện áp  $U_2$ . Khi hàn không phải tất cả từ lực chuyển qua dẫn từ và cắt cuộn thứ cấp mà một phần từ thông bị phân tán và đóng kín mạch qua không gian tạo nên từ thông phân tán  $\phi_1$ . Nó tạo ra trong cuộn sơ cấp sức điện động tự cảm. Khi tăng dòng điện hàn thì từ thông tản cũng tăng làm tăng sức điện động ngược gây nên đặc tính ngoài dốc. Để tạo ra đặc tính ngoài dốc đứng, cuộn sơ cấp được tách xa khỏi cuộn thứ cấp, khoảng cách càng xa, đường từ càng khép kín qua không khí, càng ít cắt cuộn dây thứ cấp và dòng điện hàn càng bị giảm. Khi các cuộn dây gần nhau thì dòng điện hàn tăng lên.



Hình 4.6. Máy biến áp hàn có cuộn dây thứ cấp di động kiểu TC (Liên Xô cũ).

Để mở rộng khoảng điều chỉnh, thường kết hợp với phương pháp điều chỉnh theo cấp. Ở máy hàn TC đầu nối tiếp các cuộn dây đồng thời với khoảng cách các cuộn 2 và các cuộn 3 xa nhất có thể dùng để hàn tôn mỏng với dòng điện hàn nhỏ  $15 \div 16A$ .

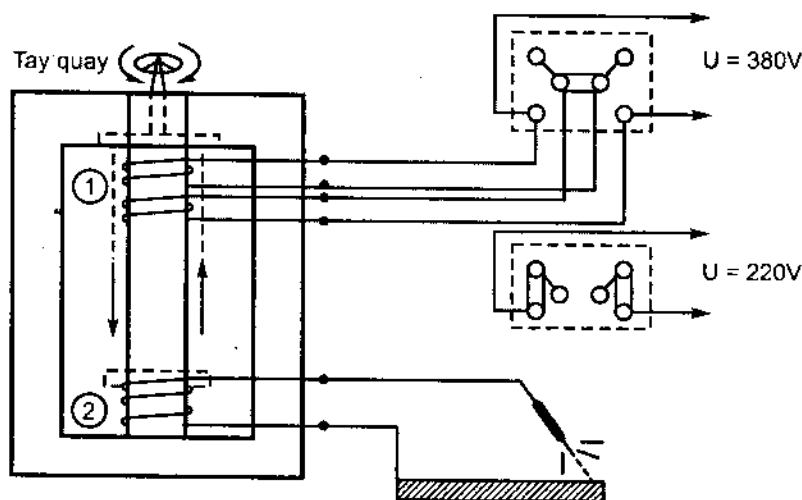
#### 4.5.2. Máy biến áp hàn có cuộn sơ cấp di động

Máy hàn điện hồ quang kiểu HQ 300M do công ty Kỹ thuật điện thông "ELENCO" Hà Nội sản xuất có các thông số ghi trên nhãn như sau:

$$U_1 = 220V/380V; U_2 = 70V;$$

$$I_1 = 95A/55A; TL\% = 60\%;$$

Dòng điện hàn có thể điều chỉnh vô cấp từ 80 đến 300A. Máy có khung dẫn từ 3 trụ ghép bằng những lá thép kỹ thuật điện mỏng. Tại lõi thép ở trụ giữa (bản rộng gấp 2 trụ cạnh) có 2 cuộn dây (hình 4.7).



Hình 4.7. Máy biến áp hàn có cuộn sơ cấp di động.

– Cuộn sơ cấp (1) là cuộn di động được chia ra làm hai bánh cùng được quấn vào một khung cách điện lồng tròn vào lõi giữa; nó có thể di động lên, xuống nhờ hai trục vítme liên với tay quay thò ra ngoài phía trên vỏ máy.

– Cuộn thứ cấp (2) được quấn trên khung cách điện bất cố định ở phía dưới. Dây quấn đầu và cuối được bắt vào bảng nối dây để nối ra kim hàn và mát. Toàn bộ máy hàn, các cuộn dây được làm mát bằng một quạt thông gió đặt ở đầu hồi vỏ máy và có một đèn tín hiệu để báo có điện vào máy.

Khi sử dụng điện nguồn 220V cuộn sơ cấp được đấu song song (gài 2

thanh đồng nối dọc); nếu điện nguồn là 380V thì cuộn sơ cấp phải đấu nối tiếp (tháo 2 thanh dọc, nối 1 thanh ngang).

Máy hàn có đặc tính ngoài dốc vì khi hàn quanh cuộn dây sơ cấp và cuộn thứ cấp của nó đều sinh ra từ thông; một phần từ thông  $\Phi_1$  bị phân nhánh và khép mạch qua không khí thành từ thông tản  $\Phi_t$ ; khi tăng dòng điện hàn thì từ thông tản cũng tăng như đã trình bày ở mục 4.5.1.

Khi thợ muốn hàn, tùy theo vật hàn dày hay mỏng, que hàn lớn hay nhỏ mà vận tay quay điều chỉnh dòng điện hàn cho phù hợp. Cuộn sơ cấp nằm sát cuộn thứ cấp ở phía dưới thì dòng điện hàn cao nhất, kim chỉ dòng điện 300A. Vận tay quay kéo cuộn sơ cấp lên cao dần và càng tách xa cuộn thứ cấp, đường từ tản ra không khí càng nhiều, dòng điện hàn càng giảm, khi cuộn sơ cấp lên đến trên cùng, dòng điện hàn thấp nhất, kim chỉ dòng điện hàn 80A.

#### 4.6. MÁY BIẾN ÁP HÀN 3 PHA DÙNG ĐỂ HÀN ĐIỆN HỒ QUANG TAY (ĐIỆN MỘT CHIỀU)

Mục đích của việc dùng điện 3 pha cho qua biến áp rồi qua chỉnh lưu để có được điện 1 chiều cho hàn điện. Dòng điện này bằng phẳng (số lần đập mạch) hơn hẳn hẳn bằng điện một pha (xem bảng 4). Với điện 3 pha có thể dùng mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ; chỉnh lưu cầu; chỉnh lưu hình tia 6 pha (tia 3 pha nối song song)...

Máy hàn điện 3 pha thường áp dụng mạch chỉnh lưu cầu để cho ra điện một chiều hầu như không gợn sóng, khá bằng phẳng nên khi hàn hồ quang tay, que hàn cháy rất ổn định, mối hàn nhẵn bóng và đẹp, chắc chắn hơn khi hàn bằng điện xoay chiều.

Dùng máy hàn 3 pha lợi hơn hàn bằng máy hàn điện 1 pha vì công suất tải được san đều ra các pha, nên S lõi biến áp nhỏ. Đường dây tải điện không bị lệch pha, dòng điện tản ở từng pha giảm xuống nên tổn hao giảm, điện áp đỡ bị sụt xuống, khi đang hàn lưới điện đèn không nhấp nháy.

**Ví dụ:** Tính toán chế tạo đơn chiếc một máy biến áp hàn điện hồ quang tay điện một chiều (3 pha), chỉnh lưu bằng mạch chỉnh lưu cầu với các thông số:

- Công suất  $S = 3,5\text{kVA}$  ;
- Điện áp  $U_1 = 3 \times 380\text{V}$  ( $f = 50\text{Hz}$ );  $U_2 = U_3 = 55\text{V}$  điện một chiều;
- Dòng điện  $I_h = 125\text{A}$ .

**Giải:** Máy biến áp 3 pha sử dụng loại có 3 trụ, kích thước của một trụ chọn giống như máy hàn MH125 có  $S_1 = 30\text{cm}^2$ .

Lõi từ dùng thép lá kỹ thuật điện  $\text{D41} - 0,5$ . Tiết diện lõi máy 3 pha có thể giảm nhỏ xuống nhưng vì tự chế đơn chiếc nên vẫn lấy  $S_1 = 30\text{cm}^2$  để máy đỡ nóng, giảm được tổn hao, thuận lợi cho công nghệ chế tạo.

- Dây quấn cuộn sơ cấp được nối hình Y nên cuộn dây điện vào ở mỗi trụ được tính theo  $U_{11}$  và  $I_1$ .

Vậy ta có (công thức 2.8):

$$w = \frac{K_s}{S_1} = \frac{40}{30} = 1,33$$

$$w_1 = 1,33 \quad n_1 = 1,33.220 = 292 \text{ vòng}$$

Dòng điện ở cuộn sơ cấp khi hàn:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{3500}{\sqrt{3} \cdot 380} = 5,2 \text{ A}$$

Cỡ dây cuộn sơ cấp (chọn  $J = 5\text{A/mm}^2$ ) (công thức 3.3):

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{I_1}{J}} = 1,13 \sqrt{\frac{5,2}{5}} = 1,32 \text{ (lấy tròn } d = 1,35\text{mm)}$$

- Dây quấn cuộn thứ cấp cũng được nối hình Y, vậy số vòng và cỡ dây cũng được tính theo  $U_{12}$  và  $I_{d2}$ .

Từ bảng 4 ta có:

$$U_{12} = \frac{55}{2,34} = 23,5 \text{ V}$$

Vậy  $n_{12} = 1,33 U_{12} = 1,33.23,5 \approx 32 \text{ vòng}$  (lấy tròn).

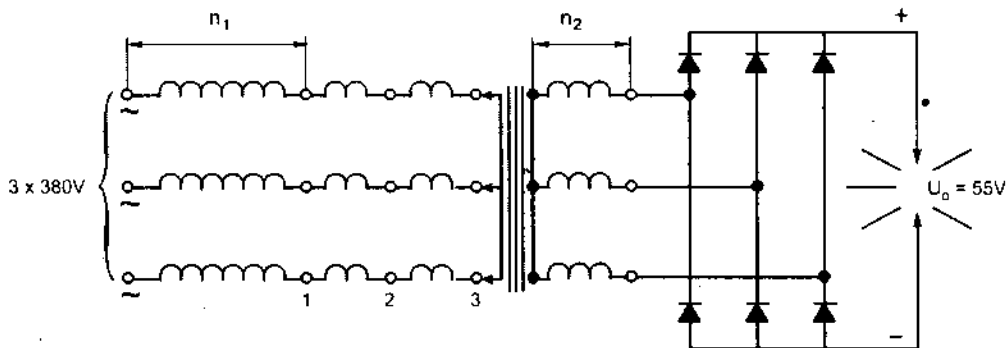
Cỡ dây quấn của cuộn thứ cấp là: (chọn  $J = 5\text{A/mm}^2$ )

$$S_2 = \frac{I_{d2}}{J} = \frac{0,816.125}{5} = 20,5 \text{ (chọn theo thực tế } 24,4\text{mm}^2\text{)}.$$

Đây là dây đồng dẹt bọc tơ thủy tinh, loại tiêu chuẩn cỡ  $8 \times 3,05$ , quấn ở MH125.

**Kết luận:** Máy biến áp hàn có 3 trụ, trên mỗi trụ đặt một cuộn dây sơ cấp (phía trên) quấn  $n_1 = 292$  vòng, dây  $d_1 = 1,35 \text{ mm}$  bọc tơ thủy tinh. Cuộn dây sơ cấp (đặt phía dưới) quấn: số vòng là  $n_2 = 32$  vòng; cỡ dây chọn là  $d_2 = 24,4\text{mm}^2$  ( $8 \times 3,05$ ).

Tất cả được đấu dây hình sao qua mạch chỉnh lưu cầu 6 diốt như hình 4.8.



**Hình 4.8. Máy biến áp hàn hồ quang tay điều chỉnh theo cấp**  
(Điện vào 3 x 380V, điện áp hàn một chiều,  $U_h = 30 + 55V$ ).

Các số liệu trên tính toán để hàn với dòng điện cao nhất là 125 A, trong thực tế thường phải có cơ cấu điều chỉnh dòng điện hàn thấp xuống để thích hợp với từng loại que hàn, từng loại sắt dày mỏng khác nhau. Cách làm đơn giản là tăng thêm số vòng ở cuộn sơ cấp giống như máy hàn MH125 (mục 4.3.2) phải dùng tới 3 cầu, chuyển mạch đều cả 3 pha để giảm điện áp ra kim hàn, cho dòng điện hàn giảm xuống theo yêu cầu công nghệ.

Tính chọn diốt:

- Điện áp sau chỉnh lưu khi chưa hàn:  $U_o = 55V$ .
- Dòng điện hàn cao nhất:  $I_h = 125A$ .
- Giá trị trung bình của dòng điện đi qua 1 diốt:

$$I_{tb} = \frac{I_h}{3} = \frac{125}{3} = 41,6A$$

- Giá trị hiệu dụng của điện áp ở mỗi cuộn thứ cấp:

$$U_2 = \frac{U_o}{2,34} = \frac{55}{2,34} = 23,5V$$

- Điện áp ngược lớn nhất đặt lên mỗi diốt:

$$U_{ngmax} = \sqrt{6} \cdot U_2 = \sqrt{6} \cdot 23,5 = 57,4V$$

Tìm trong sổ tay chọn diốt có các thông số cao hơn các số liệu trên là được. Căn cứ vào thị trường hiện nay, có thể lắp 6 diốt của hãng Thomson, ký hiệu BYT:  $I_{tb} = 60A$

$$U_{ngmax} = 200V ; \Delta U = 0,6V \dots$$

## 4.7. MÁY BIẾN ÁP HÀN 3 PHA DÙNG ĐỂ HÀN BÁN TỰ ĐỘNG

### 4.7.1. Mô tả về hàn bán tự động

Hàn điện hồ quang bằng tay, năng suất không cao, các tấm thép càng mỏng càng khó hàn, dễ bị thủng nên người ta thường phải dùng công nghệ hàn tiếp xúc (hoặc hàn hơi). Hàn tiếp xúc bán tự động có thể khắc phục được khó khăn nói trên.

Nguyên lý của hàn bán tự động là việc dịch chuyển que hàn (thường dùng cuộn dây hàn không thuốc) tới hồ quang được tự động hóa, còn việc di chuyển hồ quang theo đường hàn vẫn tiến hành bằng tay của thợ hàn.

Ưu điểm của công nghệ hàn bán tự động là năng suất cao, tiêu hao điện năng ít, thuốc hàn, dây hàn cũng được giảm bớt (vì không phải bỏ những đầu mẩu que hàn) so với hàn tay. Hàn bán tự động có thể dùng các dây hàn nhỏ để hàn các tấm thép dày, tăng mật độ dòng điện (tới  $200\text{A/mm}^2$ ) để tăng chiều sâu của kim loại nóng chảy (mỗi hàn) chất lượng mối hàn tốt. Hàn bán tự động có thể hàn được các đường hàn góc, xiên, nghiêng mà hàn tự động không thể thực hiện được.

Hàn bán tự động cũng dùng một loại thuốc hàn dạng bột nhỏ như khi hàn tự động, thuốc hàn được dẫn theo ống cao su cùng với đầu hàn để phủ lên đường hàn.

Chọn tốc độ hàn của điện cực dẫn tới hồ quang phải dựa vào dòng điện và điện áp để được năng suất cao nhất và đường hàn tốt nhất như bảng 13.

**Bảng 13. SỰ LIÊN HỆ GIỮA TỐC ĐỘ ĐIỆN CỰC VỚI U VÀ I**

| Đường kính dây hàn (mm) | Dòng điện (A) | Điện áp của hồ quang (V) | Tốc độ tiến của điện cực (m/giờ) |
|-------------------------|---------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1,6                     | 140 – 150     | 24 – 26                  | 79                               |
| 1,6                     | 170 – 180     | 24 – 26                  | 101                              |
| 1,6                     | 200 – 210     | 24 – 26                  | 126                              |
| 1,6                     | 220 – 230     | 24 – 26                  | 156                              |
| 1,6                     | 280 – 290     | 26 – 28                  | 191                              |
| 2,0                     | 180 – 200     | 32 – 34                  | 79                               |
| 2,0                     | 220 – 250     | 32 – 34                  | 101                              |
| 2,0                     | 240 – 275     | 32 – 34                  | 126                              |
| 2,0                     | 275 – 320     | 32 – 34                  | 156                              |
| 2,0                     | 340 – 380     | 34 – 38                  | 191                              |
| 2,0                     | 380 – 420     | 34 – 38                  | 260                              |
| 2,0                     | 420 – 480     | 38 – 40                  | 306                              |

Hàn bán tự động trong môi trường khí trơ, khí CO<sub>2</sub> (chứa trong các bình thép dưới áp lực 150at) có thể dùng để hàn thép inox, mỏng (0,8 ÷ 3mm); hợp kim nhôm mỏng, các tấm thép mỏng.

Kích thước, khối lượng cũng như công suất của máy biến áp hàn đều giảm so với máy hàn hồ quang tay.

Kìm hàn tay của thợ hàn hồ quang được thay bằng đầu hàn có bộ phận cặp dây hàn, nó nhẹ hơn đầu hàn ở máy hàn tự động rất nhiều. Thợ hàn có thể cầm tay để hàn ở mọi vị trí (kể cả vị trí khó nhất) mà đầu hàn tự động không thể vươn đến được. Đầu hàn nối với cơ cấu làm chuyển động dây hàn qua phía trong 1 ống dẫn bằng kim loại mềm (có thể uốn cong được), trong ống cũng dẫn cả khí CO<sub>2</sub> ở bình chứa và dây điện từ tay cò ra mạch điều khiển.

#### 4.7.2. Máy hàn bán tự động KEMPOMAT (Phần Lan)

Đây là máy hàn bán tự động sử dụng công nghệ hàn hồ quang trong môi trường khí cacbonic, được tiến hành với dòng điện 1 chiều cực tính ngược (cực đảo) có thể hàn ở mọi vị trí trong không gian. Thông số kỹ thuật và cấu tạo của máy:

- Công suất: 4kVA;
- Điện áp vào 3 pha 400V;  $f = 50\text{Hz}$ ;
- Điện áp hàn  $U_2 = 17 \div 35\text{V}$  là điện áp 1 chiều.

$$I_2 = 30 \div 300\text{A}.$$

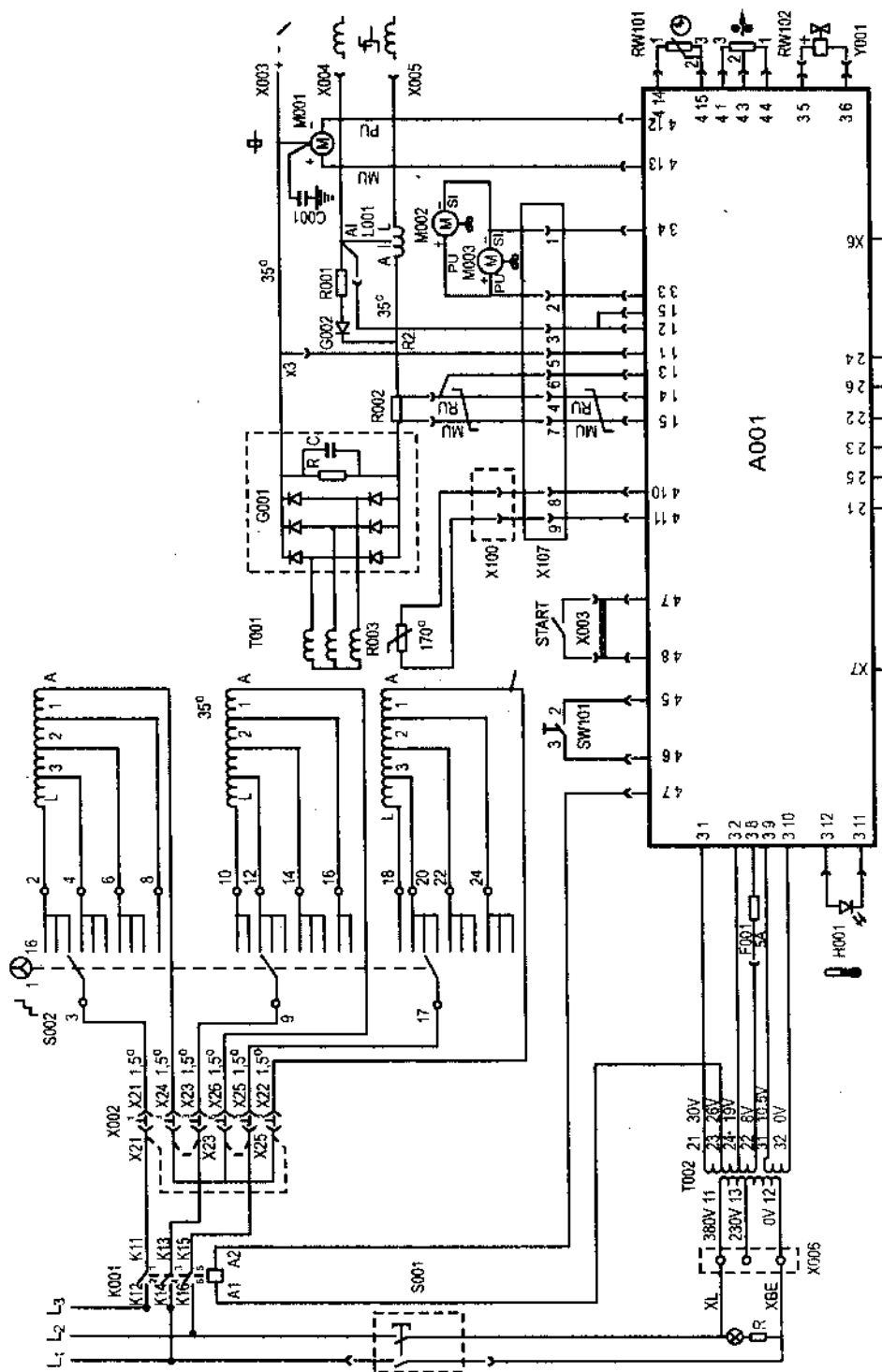
- Đường kính dây hàn: (Fe)  $d = 0,8 \div 1\text{mm}$ .

Tùy yêu cầu của sản phẩm máy có thể hàn điểm (●●●●), hàn gián đoạn (---) hoặc hàn đường dài liên tục (\_\_\_\_\_).

- Các phụ kiện của máy gồm (hình 4.9):

\* Một biến áp 3 pha T001, cuộn sơ được nối hình sao; có 10 nấc điều chỉnh thô (chỉnh phía sơ cấp). Cuộn thứ cấp cũng được nối hình sao qua bộ nắn cầu 3 pha G001 cấu tạo từ 6 diốt mắc theo nhóm catốt chung và anốt chung không điều khiển. Dòng điện hàn được điều chỉnh tinh qua máy tính và cuộn kháng L001.

\* Bộ máy tính A001 ký hiệu MSDI được cấp nguồn từ biến áp nhỏ T002. Máy được cài đặt sẵn để nhận tín hiệu điện áp (11 – 12) và tín hiệu dòng điện hàn (14 – 16), từ đầu hàn qua cuộn kháng L001 để đóng cắt điện vào máy, tự động ổn định dòng điện hàn; chọn chế độ hàn liên tục, hàn gián đoạn hay hàn điểm, tự động bảo vệ và cắt điện, tín hiệu sự cố v.v...



Hình 4.9. Sơ đồ máy hàn bán tự động KEMPOMAT điện 3 pha (Phân Lan).

\* Đầu hàn có cấu tạo đặc biệt gồm ống dẫn khí nằm chung với dây hàn. Khi ấn công tắc trên tay cầm, dây hàn sẽ tự động tiến ra để gây hồ quang đồng thời van điện từ cũng mở khí CO<sub>2</sub>, dây hàn nóng chảy đến đầu, máy sẽ tự động lùi dây tiến dần về phía hồ quang đến đó để giữ cho chiều dài hồ quang ổn định, mối hàn đẹp, nhẵn.

Việc di chuyển đầu hàn theo dọc đường hàn do tay thợ hàn điều khiển. Dây hàn bằng kim loại đen (sắt hợp kim) hoặc kim loại màu quấn thành cuộn lắp trên máy (không phải hàn từng que hàn như hàn hồ quang tay) được kéo ra đầu hàn do động cơ điện 1 chiều M001 (FH Motor Sweden 110V) truyền lực qua hộp số nhờ các con lăn và lò xo để vượt thắng dây, tốc độ ra dây được điều khiển tự động bằng IC vi xử lý trong A001 đã cài đặt sẵn.

### ***Nguyên lý làm việc và cách điều khiển máy***

- Dây lửa ở đầu hàn nối vào cọc có chữ X003 (dây chung).
- Nếu muốn hàn khoét thì dây mát nối vào số I có chữ X004.
- Khi hàn yếu, đổi dây mát sang số II có chữ X005.

### ***Đóng điện để hàn***

- Đóng cầu dao S001 để cấp nguồn 400V vào biến áp điều khiển T002, phía cuộn thứ cấp sẽ ra 10,5 ÷ 26V để cấp điện cho máy tính A001 và cuộn công tắc tơ A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, đèn báo sáng cho biết điện đã vào máy.

- Vận công tắc điều chỉnh thô S002 để chọn chế độ hàn từ 30A đến 300A theo yêu cầu công nghệ.

Bật công tắc SW101, vận role thời gian KMT nếu chọn công nghệ hàn điểm, hàn gián đoạn.

- Vận chiết áp RW101 (100kΩ) để điều chỉnh dòng điện hàn tinh.

- Vận chiết áp RW102 (10kΩ) để điều chỉnh tốc độ ra dây hàn tự động phù hợp với sự cháy của hồ quang ở đầu hàn.

Bật công tắc "START" (X003) công tắc tơ K001 sẽ tác động đóng điện 3 pha vào biến áp hàn T001.

Hai quạt thông gió M001 và M002 sẽ chạy để thổi gió làm mát biến áp và bộ đốt G001.

Phía thứ cấp của biến áp 3 pha qua bộ chỉnh lưu cầu 3 pha để nắn cả chu kỳ (dạng sóng gần hình sin hơn so với nắn cầu 1 pha), ta có thể coi đây là dòng điện một chiều bằng phẳng cấp cho đầu hàn. Khi thợ hàn chấm đầu hàn xuống vật hàn, dòng điện hàn sẽ đi qua cuộn kháng L001.

dèn tín hiệu G002 sáng lên cho biết máy hàn đang làm việc. Lúc này van điện từ Y001 (chân 35 – 36) cấp điện 24V sẽ tự động mở khí CO<sub>2</sub> cùng với dây hàn tiến vào vùng hồ quang. Dây hàn chảy, đập lên đường hàn đến đâu thì động cơ M (chân 412 – 413) sẽ kéo dây ra với tốc độ tương ứng để giữ chiều dài hồ quang luôn ổn định nhờ tín hiệu phản hồi vào máy tính A001. Tín hiệu này lấy trên điện trở "sơn" R002 (60mV–300A) và cuộn kháng L001. Lúc này thuốc hàn ở đầu hàn cũng tự động phủ kín vào đường đã hàn.

**Mạch bảo vệ:** Ngoài aptomat lắp ở đầu nguồn để bảo vệ chung còn có cầu chì F001 để bảo vệ máy tính và mạch điều khiển. Điện trở nhiệt R003 đặt trong lõi biến áp hàn cấp tín hiệu vào chân 4 – 10 và 4 – 11 của A001. Nếu biến áp nóng hơn quy định, đèn vàng H001 sẽ sáng lên báo cho thợ hàn biết để xử lý, nó sẽ tác động cắt công tắc tơ K001 để bảo vệ máy. Mạch RC lắp ở bộ chỉnh lưu cầu để chống quá áp, dập tia lửa bảo vệ 6 diốt.

## **4.8. MÁY BIẾN ÁP HÀN 3 PHA DÙNG ĐỂ HÀN TỰ ĐỘNG**

### **4.8.1. Khái quát về hàn tự động**

Nguyên lý chung của hàn tự động là:

- Dùng điện để gây ra hồ quang làm chảy dây hàn và cho dây hàn tự động tiến dần tới hồ quang tùy người thợ hàn đặt tốc độ hàn nhanh hay chậm.

- Việc di chuyển đầu hàn dọc theo đường hàn được thực hiện bằng máy (không phải bằng tay như hàn bán tự động).

Vì vậy, ở máy hàn tự động cần đạt được hai yêu cầu: Tốc độ hồ quang làm chảy dây hàn phải bằng với tốc độ tiến của dây điện cực hàn và tốc độ di chuyển đầu hàn theo vật hàn phải điều khiển đồng bộ. Hiện nay thường dùng máy tính để điều khiển động cơ điện 1 chiều thực hiện các động tác này hoàn toàn tự động.

Ưu điểm của máy hàn tự động là năng suất hàn rất cao từ 0,1 m/phút đến trên 2m/phút; đường hàn đạt chất lượng cao, mối hàn nhẵn và đẹp, giảm được sức lao động và khối độc cho thợ hàn.

### **4.8.2. Máy hàn tự động LINCOLN U.S.A**

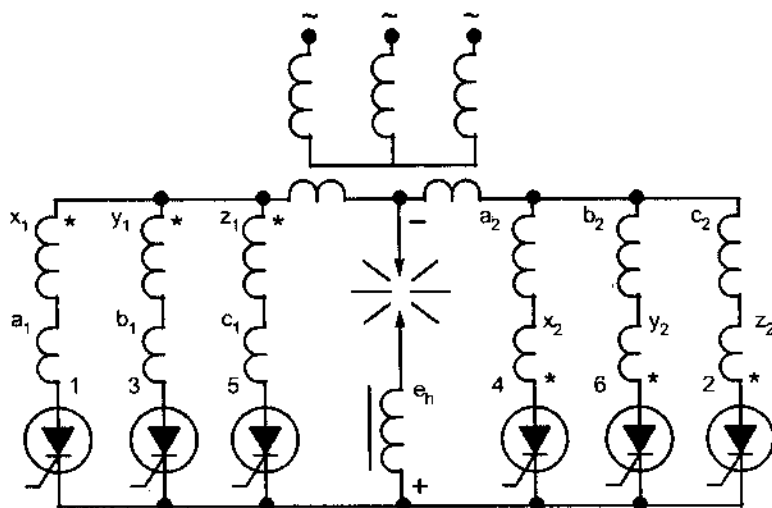
Các thông số kỹ thuật:

- Công suất của máy hàn S = 50kVA.

- Điện áp sơ cấp: 3 pha  $U_1 \approx 380/500V$  hoặc  $460/575V$ .
- Điện áp hàn (điện 1 chiều)  $U_2 = 44 \div 50V$ .
- Dòng điện định mức  $I_2 = 500A$  và  $1000A$ .
- Đường kính dây hàn  $d = 1,6 \div 5mm$ .
- Tốc độ tiến của đầu hàn  $v = 0,125 \div 5m/phút$

Máy được bố trí thành hai cụm chính: cụm cố định và cụm di động.

\* Ở cụm cố định có đặt một máy biến áp 3 pha phía sơ cấp nối hình sao; phía thứ cấp có 6 cuộn dây tạo ra hai hệ thống điện áp 3 pha lệch pha  $180^\circ$  điện (hình 4.10). 6 thyristo và một cuộn kháng cân bằng  $L_1$  tạo thành bộ chỉnh lưu 6 pha cấp điện cho đầu hàn  $500A$  hoặc  $1000A$ . Dòng điện hàn qua các thyristo được điều chỉnh tự động nhờ các máy tính  $PC_1$  và  $PC_2$ .



Hình 4.10. Sơ đồ nguyên lý mạch nắn 2 tia ba pha nối song song.

\* Trên cụm di động (thường gọi là xe rùa) có lắp hai động cơ 1 chiều để điều khiển dây điện cực (dây hàn) tiến vào vùng hồ quang và điều khiển xe rùa tự di chuyển theo đường hàn nhờ các máy tính. Trên xe rùa còn có một thùng chứa thuốc hàn để rắc lên đường hàn phủ kín hồ quang. (xem cuốn “Sửa chữa điện dân dụng và điện công nghiệp” - cùng tác giả).

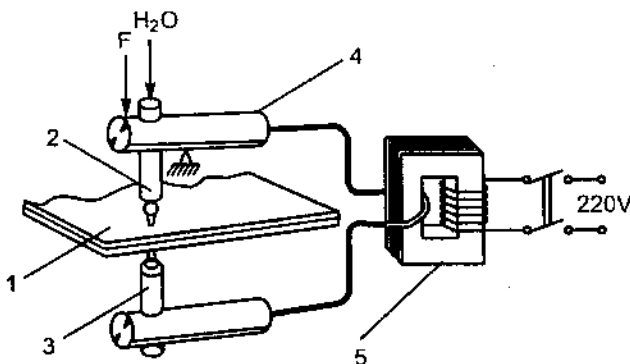
Qua các loại máy hàn ở trên, ta thấy có nhiều phương pháp khống chế điều chỉnh dòng điện hàn như: dùng cuộn cảm, cuộn kháng, dùng lõi từ phụ tạo thành mạch rẽ cho từ trường; điều chỉnh theo cấp; điều chỉnh khe hở không khí. Dùng cuộn dây di động tạo khoảng cách để thay đổi

dòng điện hàn... Tuy nhiên, phương pháp sử dụng thyristo khống chế dòng điện bằng xung là đơn giản và tiên tiến hơn cả. Chỉ cần 2 thyristo và một số linh kiện điện tử ta có thể tự lắp 1 mạch điện khống chế dòng điện hàn trong phạm vi rộng, điều chỉnh được vô cấp theo nguyên lý như hình 3.14. Cũng chỉ với 2 thyristo các hãng Hàn Quốc, Đài Loan đã lắp được hộp điều khiển (dùng IC tạo xung) tiên tiến để dùng cho máy hàn điểm, hàn lăn ở hình 4.13, 4.20...

## 4.9. MÁY HÀN ĐIỂM

### 4.9.1. Cách làm việc của máy hàn điểm đạp chân (loại chuyên dùng đơn giản)

Máy hàn điểm (hàn chấm) được dùng để hàn dính liền kết chặt chẽ các vật cần hàn với nhau như giỏ xe, bộ đèn hàng, tủ hồ sơ, bảo hiểm xe máy, bảo hiểm quạt v.v... với điều kiện là vật hàn phải là vật dẫn điện, chỗ hàn sạch sẽ, không có sơn và không bị gỉ. Vật hàn phải có điện trở suất lớn hơn đồng, điện trở suất càng cao thì hàn càng dễ như: sắt thép, inox... Đặc điểm của công nghệ hàn này là không cần que hàn: 2 vật hàn (1) được đặt chồng mí với nhau rồi dùng hai điện cực (2 và 3) ép chặt chúng lại và cho dòng điện lớn từ biến áp (5) đi qua (hình 4.11). Dòng điện thứ cấp của biến áp đi qua trụ dẫn (4), điện cực và vật hàn sẽ sinh nhiệt, chỗ tiếp xúc của vật hàn (1) có điện trở lớn sẽ sinh nhiệt nhiều hơn và nóng chảy trước. Dưới một lực ép mạnh (F) hai vật hàn sẽ dính chặt với nhau.



Hình 4.11. Nguyên lý của máy hàn điểm.

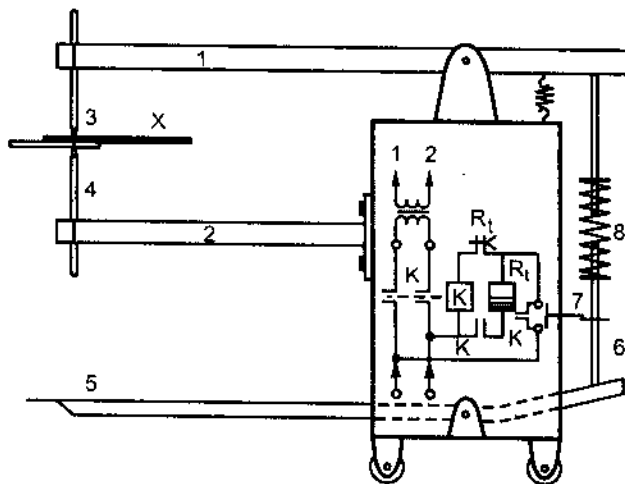
Chất lượng của mối hàn liên quan đến ba yếu tố:

– Dòng điện hàn.

- Thời gian ép khi nóng chảy.

Công nghệ hàn điểm cho mối hàn đẹp, độ liên kết tốt, vùng hàn không bị biến dạng, rất phù hợp với các vật liệu mỏng, kể cả hàng cao cấp bằng inox mỏng.

Có thể hàn điểm bằng kìm bóp tay nhưng năng suất thấp và chỉ hàn được thép mỏng. Phổ biến ở những cơ sở sản xuất nhỏ hiện nay thường sử dụng máy hàn điểm đạp chân như sơ đồ 4.12.



**Hình 4.12. Nguyên lý cấu tạo và mạch điện của máy hàn điện đập chân dùng rôle thời gian.**

Cách thao tác: Khi cần hàn, thợ hàn đặt vật hàn X vào giữa 2 mỏ hàn, sau đó đóng cầu dao điện rồi dậm chân xuống bàn đạp (5). Theo nguyên tắc, đòn bẩy trục (6) sẽ đẩy vào thanh dẫn (1) để cho điện cực (3) ấn mạnh xuống ép chặt vật hàn X, đồng thời trục (6) cũng chạm vào công tắc hành trình, tiếp điểm (7) đóng lại cho khởi động từ K tác động cấp điện vào biến áp để đốt cháy chỗ hàn. Sau thời gian duy trì, role thời gian R<sub>1</sub> tác động ( $0,2 \div 1,2$  giây) khởi động từ K sẽ nhả ra cắt điện vào biến áp. Thời điểm xuất hiện dòng điện hàn và lực nén xuống điện cực (vật hàn) có thể điều chỉnh được nhờ phối hợp giữa sức căng của lò xo (8) và lấy của công tắc hành trình (7).

Từ nguyên lý này một cơ sở sản xuất nhỏ đã tự chế 1 máy hàn điểm công suất 21kVA – dùng điện 1 pha 220 V để hàn lưới sắt  $\phi 6$  theo kiểu hàn điểm đạp chân.

Ở đây người ta đã tận dụng 1 lõi máy hàn MH350 (mục 4.4.2), dùng lại lõi từ  $S = 100\text{cm}^2$  và cả cuộn dây sơ cấp có  $d = 5\text{mm}$ . Cuộn thứ cấp quấn lại cho trùm lên cuộn sơ cấp có  $S = 50\text{mm}^2$  để cho ra 10V cấp điện vào hai đầu mỏ hàn 2 và 3 ở hình 4.11. Đây là một máy hàn chuyên dùng chỉ có 1 nấc, không điều chỉnh được dòng điện nhưng đã làm việc rất tốt.

#### 4.9.2. Máy hàn điểm đa năng

Theo tài liệu về hàn tiếp xúc giáp mối có thể cho phép hàn thép dày đến  $5 + 5\text{mm}$  (hai tấm 5mm hàn chập lại) tùy theo công suất của máy biến áp hàn. Nói chung có các số liệu sau:

- Công suất riêng:  $0,15 \div 0,2 \text{ kVA /mm}^2$ .
- Mật độ dòng điện hàn:  $20 \div 60\text{A/mm}^2$ .
- Áp lực nén điểm hàn:  $10 \div 30\text{N/mm}^2$ .
- Thời gian duy trì dòng điện:  $0,3 \div 0,8\text{d}(\text{giây})$

**Bảng 14. CÁC CHẾ ĐỘ CỦA MÁY HÀN ĐIỂM (HÀN ĐỈNH)**

| Chiều dày mỗi ghép (mm) | Đường kính điện cực (mm) | Dòng điện hàn (kA) | Áp lực nén (kN) | Thời gian duy trì (giây) |
|-------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 0,5 + 0,5               | 5 – 6                    | 4 – 5              | 0,3 – 0,4       | 0,20 – 0,30              |
| 1,0 + 1,0               | 5 – 6                    | 6 – 7              | 0,8 – 1,2       | 0,20 – 0,35              |
| 1,5 + 1,5               | 6 – 7                    | 7 – 8              | 1,2 – 1,6       | 0,25 – 0,35              |
| 2 + 2                   | 8 – 10                   | 9 – 10             | 1,5 – 2,5       | 0,25 – 0,35              |
| 3 + 3                   | 10 – 12                  | 12 – 16            | 1,0 – 6,0       | 0,6 – 1                  |
| 4 + 4                   | 12 – 14                  | 14 – 18            | 6 – 8           | 0,8 – 1,1                |
| 5 + 5                   | 12 – 14                  | 17 – 22            | 7 – 9           | 0,9 – 1,2                |

Liên Xô (cũ) đã sản xuất ra hàng loạt máy hàn điểm từ KTT 75 – 3 đến KTT 75 – 8 để hàn tôn dày đến 5mm.

Sau đây là một loại máy hàn điểm KTT 75 – 3 có các thông số gồm: Điện áp vào  $U_1 = 380\text{V}$ ;  $f = 50 \div 60\text{Hz}$ .

- Dòng điện hàn định mức: 8000A.
- Số nấc điều chỉnh: 16.
- Công suất máy:  $79 \div 95 \text{ kVA}$ .
- Hàn được tôn: 0,5 + 0,5 đến 1,5 + 1,5.
- Áp suất nén:  $2 \div 4,5 \text{ kG/cm}^2$ .
- Nước làm mát: 600 lít/giờ.

Biến áp hàn có các cuộn sơ cấp quấn làm 4 phần cho ra các đầu nối để nối có các dòng điện hàn tùy theo loại thép.

Cỡ dây quấn  $2,5 \times 11,8\text{mm}$ , số vòng  $n_1 = (6 + 11 + 20)2$ .

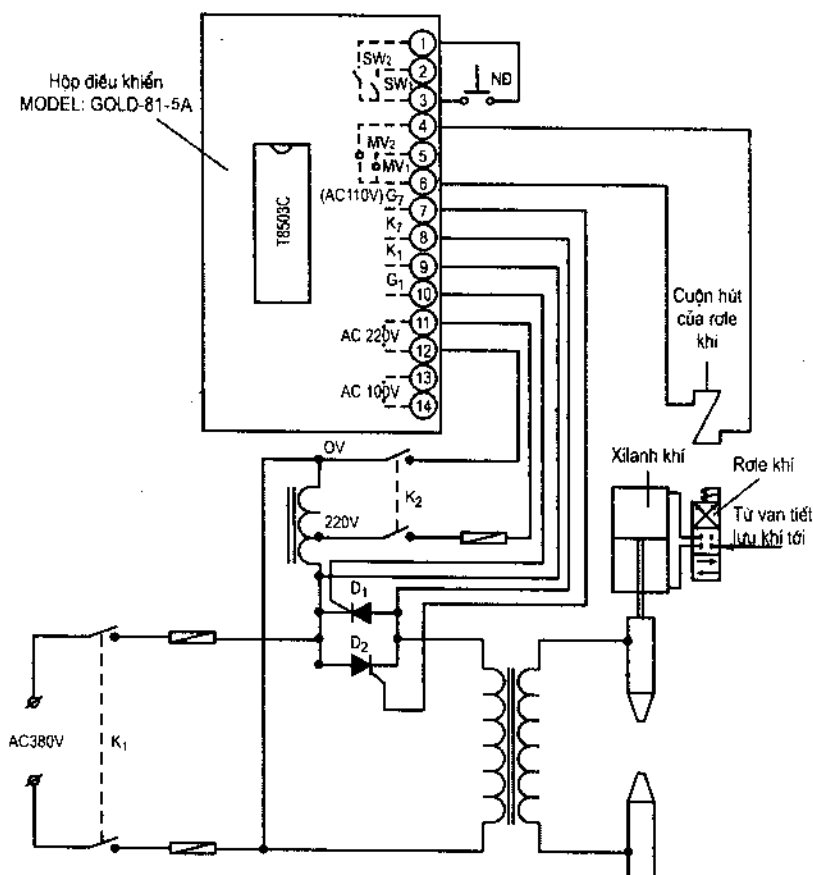
– Dây thứ cấp gồm 2 đĩa đồng dày 10mm, chu vi có hàn các ống đồng để dẫn nước làm mát (hình 4.19).

Sơ đồ và cách bố trí các nấc điều chỉnh; cách làm việc vận hành máy để hàn sẽ viết ở mục 4.11.

### 4.9.3. Máy hàn điểm điều khiển tự động (Hàn Quốc)

Ngày nay thế hệ máy hàn mới của Hàn Quốc, Đài Loan đã đưa điện tử kỹ thuật số vào thay cho mạch điện thông thường, áp dụng kỹ thuật khí nén thay sức người đạp chân ở máy hàn điểm.

Hình 4.13 là sơ đồ nguyên lý một máy hàn điểm có hộp điều khiển dùng bộ vi xử lý Model Gold 81 – 5A.



Hình 4.13. Nguyên lý mạch điện của máy hàn điểm dùng hộp điều khiển Model Gold 81–5A.

Trong mạch điện hai thyristo  $T_1, T_2$  đấu nối tiếp với cuộn sơ cấp của biến áp hàn, nó đóng vai trò như một van điện tử dẫn dòng điện vào biến áp (dòng điện lớn nhỏ tùy theo góc mở  $\alpha$  từ 0 đến  $90^\circ$ ). Nó quyết định chế độ làm việc của máy hàn. Bình thường thyristo bị khoá nên chưa có dòng điện hàn và áp lực hơi cũng đẩy hai mỏ hàn ra xa nhau. Muốn hàn phải đóng cầu dao  $K_1$  cấp điện đến đầu thyristo để chờ sẵn ở biến áp (lúc này  $T_1, T_2$  chưa thông nên không có dòng vào biến áp); bật công tắc  $K_2$  để cho điện áp 220V cấp nguồn vào bộ vi xử lý và các cuộn hút.

Ấn nút ND trên đầu ra 4 – 6 của hộp điều khiển cho ra điện áp 110 V vào cuộn hút để mở rơle khí, áp lực hơi sẽ đi qua rơle đẩy pitông xuống dưới tạo nên lực nén vào hai đầu mỏ hàn để ép vật hàn xuống. Đồng thời với việc đưa điện áp vào mở rơle khí, bộ vi xử lý cũng đưa xung đến các đầu ra 7 – 8, 9 – 10 vào các cực G để kích mở thyristo: hai thyristo này đấu song song ngược chiều nên điều chỉnh được cả nửa chu kỳ dương lẫn nửa chu kỳ âm của nguồn để cấp dòng điện vào cuộn sơ cấp biến áp hàn, bên thứ cấp xuất hiện dòng điện hàn.

Tùy theo chế độ đặt ở các núm trên hộp điều khiển mà bộ vi xử lý thực hiện lệnh điều chỉnh dòng điện hàn lớn, nhỏ; thời gian đóng, cắt của thyristo đáp ứng yêu cầu công nghệ.

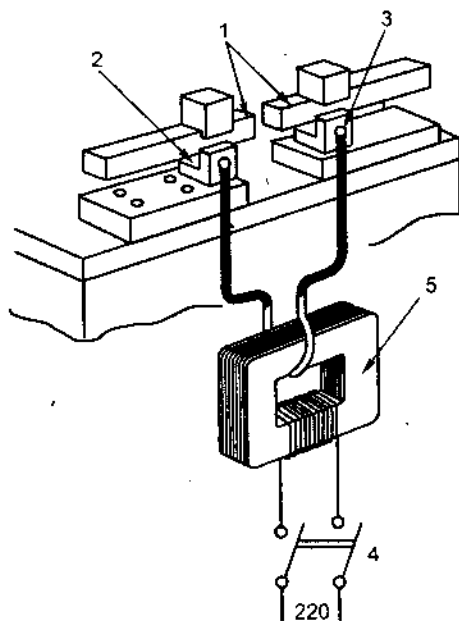
**Bảng 15. ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA MÁY HÀN ĐIỂM HÀN QUỐC 220V – 380V**

| Kiểu máy                      | RA25  | RA35  | RA50  | ASP50 | ASP75 | ASP100 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Công suất định mức (kVA)      | 25    | 35    | 50    | 50    | 75    | 100    |
| Công suất tối đa (kVA)        | 50    | 89    | 137   | 132   | 220   | 286    |
| Dòng điện tối đa (A)          | 12000 | 15000 | 18000 | 18000 | 22000 | 26000  |
| Lực nén max (KG)              | 250   | 400   | 650   | 600   | 800   | 1000   |
| Chế độ làm việc ở $I_{max}$ % | 12,4  | 7,7   | 6,5   | 7,2   | 5,8   | 6,1    |
| Trọng lượng máy (kg)          | 150   | 175   | 190   | 490   | 620   | 750    |

## 4.10. MÁY HÀN ĐỐI ĐẦU

### 4.10.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Máy hàn đối đầu là một dạng của công nghệ hàn tiếp xúc mà công dụng chủ yếu để nối hai thanh kim loại với nhau có thể áp dụng trong các ngành xây dựng, cơ khí, để nối thép tròn, nối thanh thép góc, nối vành xe đạp, xe máy v.v... Nguyên lý làm việc của máy (hình 4.14).



Hình 4.14. Nguyên lý làm việc của máy hàn đối đầu:

Khi đóng cầu dao, dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp của biến áp (5) ta cho vật hàn tiếp xúc nhau. Mạch thứ cấp được khép kín qua vật hàn kẹp chặt giữa 2 điện cực (2 và 3). Dòng điện hàn chạy qua có cường độ lớn. Bề mặt tiếp xúc (1) của hai thanh kim loại có điện trở lớn sẽ toả ra nhiều nhiệt lượng. Nhiệt lượng này (toả ra như hoa cà, hoa cải) nung nóng vật hàn. Trên bề mặt tiếp xúc xuất hiện một lớp kim loại nóng chảy. Nhờ lực ép hướng trục, hai phần kim loại này sẽ được gắn chặt với nhau.

#### 4.10.2 Đặc điểm kỹ thuật và sơ đồ điện của máy hàn vành xe đạp HĐ7

Máy hàn vành xe đạp HĐ7 dùng để nối hai thanh kim loại đồng nhất có tiết diện đến  $80\text{mm}^2$ .

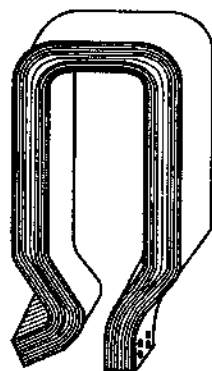
Bộ phận chủ yếu là MBA có các thông số:

- Công suất:  $P = 16\text{kVA}$ .
- Điện áp vào:  $U_1 = 220\text{V}$ .
- Dòng điện vào:  $I_1 = 82\text{A}$ .
- Điện áp ra:  $U_2 = 5\text{V}$  (định mức).
- Tiết diện vật hàn định mức:  $80\text{mm}^2$ .

Đây là loại biến áp 1 pha làm mát bằng không khí tự nhiên. Lõi thép gồm các lá thép kỹ thuật điện  $\varnothing 41 \times 0,5\text{mm}$  ghép lại thành hình chữ nhật tiết diện  $60\text{cm}^2$ . Thử tính sơ bộ theo công thức 2.7 ta có:

$S = 0,5\sqrt{16000} \approx 60\text{cm}^2$ . Cuộn thứ cấp chỉ có 1 vòng dây (hình 4.15). (Ở đây lấy  $U_2 = 5\text{V}$ . Vậy số vòng cuộn sơ cấp phải theo cuộn thứ cấp 1 vòng là 5V tính ra sẽ được:  $n_2 = \frac{220}{5} = 44$  vòng).

Vòng dây của cuộn thứ cấp uốn bằng 8 lá đồng đỏ  $M_1$  bản rộng 100mm; dày 0,5mm; dài trung bình 1250mm; có tiết diện:  $S_2 = 8 \cdot 0,5 \cdot 100 = 400\text{mm}^2$  (chọn  $j_2$  từ  $8 \div 10\text{A/mm}^2$ ). Hai đầu vòng dây nối với hai cực khi máy hàn làm việc, dòng điện được khép kín qua 2 điện cực và vật hàn. Dòng điện hàn được định mức 3200A (ở đây chọn  $J_2 = 8$  vậy  $S_2 = \frac{3200}{8} = 400\text{mm}^2$ ).



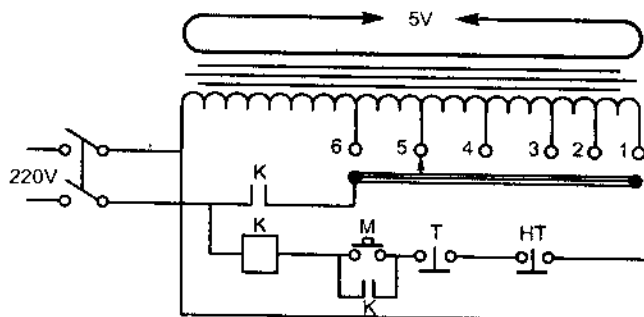
Hình 4.15. Thử cấp (dây mềm) của máy hàn đối đầu  $n_2 = 1$ .

Cuộn dây sơ cấp hình trụ (hình 4.16) quấn bằng dây đồng dẹt bọc tơ thủy tinh  $10 \times 3,53\text{mm}$  (chọn  $J_1$  từ  $2,5 \div 4\text{A/mm}^2$ ). Các vòng dây được chia làm sáu đoạn để điều chỉnh dòng điện hàn; số vòng ít nhất là 37 (số 6) và nhiều nhất là 74 vòng (số 1).

Bình thường điện đủ 220V máy làm việc ở số 5 ứng với số vòng cuộn sơ cấp  $n_1 = 44$ , giảm xuống số 4, số 3... dòng điện hàn giảm dần, thích hợp với các vật hàn có độ dày nhỏ (tất nhiên là tốn nhiều dây hơn).

Nấc số 6 dự phòng cho làm việc lúc điện yếu (dưới 20%); cấp này cũng có thể dùng để hàn những vật có tiết diện lớn hơn 20% so với tiết diện định mức ( $S = 90\text{mm}^2$ ) nhưng thời gian hàn không quá 30 phút với chế độ TL = 32%. (Bạn đọc tự thuyết minh sơ đồ).

| Nấc điều chỉnh       | 6    | 5  | 4    | 3    | 2    | 1    |
|----------------------|------|----|------|------|------|------|
| Vòng cuộn sơ $n_1$   | 37   | 44 | 51   | 60   | 67   | 74   |
| Điện áp ra $U_2$ (V) | 5,99 | 5  | 4,31 | 3,67 | 3,29 | 2,97 |



Hình 4.16. Sơ đồ điện máy hàn vành xe đạp (dùng khởi động từ và công tắc hạn vị BK 211).

## 4.11. MÁY HÀN ĐỐI ĐẦU HD75

### 4.11.1. Công dụng và số liệu kỹ thuật của máy

Máy hàn đối đầu HD75 do nhà máy Điện cơ Hải Phòng sản xuất có thể sử dụng ở điện áp 2 pha  $U_1 = 380V$ . Nguyên lý làm việc của máy là hàn tiếp xúc đối đầu để nối các đoạn thép với nhau trên cơ sở dùng nhiệt sinh ra do dòng điện qua vật hàn làm kim loại ở chỗ tiếp xúc dẻo rồi chảy thì cắt điện và ép với áp lực từ  $0,5 \div 3 \text{ kG/cm}^2$  để tạo mối nối.

Thường dùng để hàn các cây thép tròn, vuông dẹt mà không cần que hàn, năng suất cao, tiết kiệm được nhiều vật liệu. Máy đã được thử nghiệm tốt (đưa vật đã hàn vào máy thử kéo, mối hàn vẫn không đứt mà chỉ đứt ở chỗ khác) và sản xuất hàng loạt cung cấp cho ngành xây dựng.

Máy HD75 có các thông số sau:

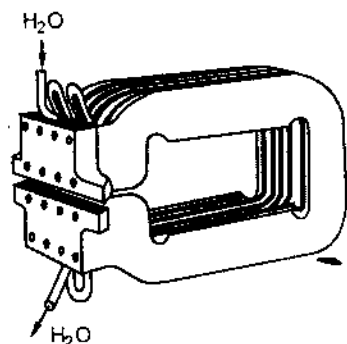
|                          |                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| - Công suất định mức:    | $S = 75 \text{ kVA}$                    |
| - Điện áp sơ cấp:        | $U_1 = 380V$                            |
| - Dòng điện định mức:    | $I_1 = 250A$                            |
| - Hệ số tiếp điện:       | $TL\% = 20$                             |
| - Tiết diện vật hàn:     | $S_{\max} = 600 \text{ mm}^2 (\phi 28)$ |
| - Năng suất hàn:         | 75 lần/giờ                              |
| - Lực chôn ép (tay gạt): | 350kG                                   |
| - Lực xiết chặt vật hàn: | 2300kG                                  |
| - Nước làm nguội:        | 300 lít/giờ                             |
| - Kích thước cơ bản:     | $610 \times 600 \times 830 \text{ mm}$  |
| - Khối lượng:            | 450kg                                   |

### 4.11.2. Cấu tạo máy và sơ đồ điện

Máy dùng khung từ bằng các lá thép kỹ thuật điện  $\phi 41$  dày  $0,35 \text{ mm}$  ghép lại thành khối chữ E có tiết diện lõi  $110 \times 200 \text{ mm}^2$ .

- Cuộn dây sơ cấp dùng loại dây bọc tơ thủy tinh có  $S = 30 \text{ mm}^2$ .

- Thứ cấp là những tấm đồng đỏ nguyên chất  $M_1$  (hình 4.17) khoét lỗ để ghép lõi từ ở giữa, chu vi hàn 1 ống dẫn nước bằng đồng  $\phi = 8 \text{ mm}$  để làm mát dây bằng hệ thống nước (có thể dùng bơm tay,



Hình 4.17. Thứ cấp của máy hàn đối đầu (dây cứng nối song song).

bơm điện hoặc nước ở hệ thống máy nước thành phố). Những tấm đồng dày 10mm tạo thành một vòng dây có tiết diện lớn do đầu song song với nhau.

– Cơ cấu tạo lực ép dùng truyền động tay kiểu cánh tay đòn được bố trí thích hợp với tấm vóc thợ điều khiển.

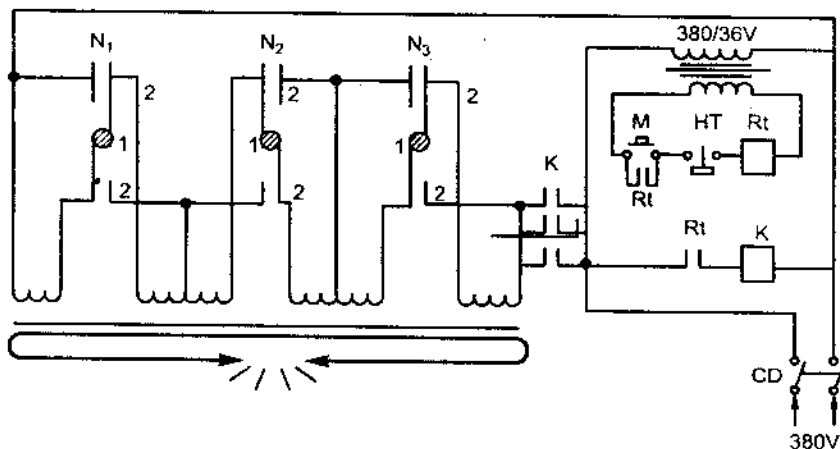
– Khi cần hàn những vật to, nhỏ hình dáng khác nhau người thợ hàn phải thay đổi "cân" số 1 bằng đồng hồ bố trí trên bàn máy (hình 4.14).

– Tùy theo tiết diện vật hàn lớn hay nhỏ, tùy chất lượng từng loại thép; người thợ có thể điều chỉnh dòng điện hàn bằng cách thay đổi vị trí các phích cắm N theo bảng 16. Khi điều chỉnh dòng điện hàn nhất thiết phải cắt điện bằng cầu dao CD.

**Bảng 16. BẢNG ĐIỀU KHIỂN DÒNG ĐIỆN HÀN HỖ 75**

| Nấc số | Điện ra $U_2$ (V) | N1 | N2 | N3 |
|--------|-------------------|----|----|----|
| 1      | 3,52              | 1  | 1  | 1  |
| 2      | 3,76              | 2  |    |    |
| 3      | 4,09              | 1  | 2  |    |
| 4      | 4,42              | 2  |    |    |
| 5      | 5                 | 1  | 1  | 2  |
| 6      | 5,5               | 2  |    |    |
| 7      | 6,23              | 1  | 2  |    |
| 8      | 7,04              | 2  |    |    |

Từ sơ đồ 4.18 ta thấy, nếu cắm phích  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  vào các số 1, 1, 1 là nấc thấp (vòng dây nhiều nhất) dòng điện hàn nhỏ nhất.



**Hình 4.18. Sơ đồ mạch điện máy hàn đối đầu HỖ 75.**

– Cắm phích  $N_1, N_2, N_3$  vào các số 2, 2, 2 là nấc cao nhất (các cuộn dây nối song song) dòng điện hàn lớn nhất...

Hệ thống điện điều khiển bằng khởi động từ  $K_1$  100A – 380V (dấu song song cả 3 pha để đạt  $100.3 = 300A$ ) qua role trung gian 36V để bảo đảm an toàn. Nút M đặt ở tay điều khiển dòng điện an toàn 36V từ một biến áp nhỏ 380/36V và cắt tự động bằng công tắc hành trình HT BK 211 đặt ở tay gạt.

– Máy phải đặt cầu dao cách ly CD có cầu chì CC ứng với dòng điện trên 300A.

### 4.11.3. Sử dụng và bảo quản

– Máy phải đặt ở chỗ cao ráo, không có nước, bụi bẩn rơi vào. Phải bắt dây tiếp đất vào thân máy. Trước khi cho điện vào máy phải kiểm tra cách điện đạt từ  $2M\Omega$  trở lên mới được vận hành.

– Sau khi vật hàn đã được gá chặt chẽ, chắc chắn, thẳng thắn, cắm phích N theo dòng điện yêu cầu. Thợ hàn đóng cầu dao CD, ấn nút M, khởi động từ K sẽ tác động đóng điện vào máy, đồng thời phải kéo tay gạt để đưa phần di động mang vật hàn tiếp xúc với phần cố định, tia lửa hồ quang sẽ làm thép nóng chảy. Tiếp tục kéo mạnh tay gạt để tạo lực chôn ép. Lúc này công tắc hành trình HT sẽ tự động cắt điện. Cường độ dòng điện hàn, lực nén và thời gian duy trì dòng hàn phụ thuộc vào tiết diện vật hàn, thợ hàn phải phối hợp với nhau một cách hợp lý để mỗi hàn đạt chất lượng tốt nhất. Mật độ dòng điện và thời gian cho dòng điện chạy qua vật hàn theo bảng sau:

| Tiết diện vật hàn ( $mm^2$ )          | 25       | 50       | 100      | 200     | 300     |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Mật độ dòng điện ( $\frac{A}{mm^2}$ ) | 60 – 150 | 50 – 120 | 40 – 100 | 30 – 80 | 25 – 60 |
| Thời gian duy trì (giây)              | 3 – 0,5  | 4 – 0,7  | 6 – 1    | 6 – 1,5 | 16 – 3  |

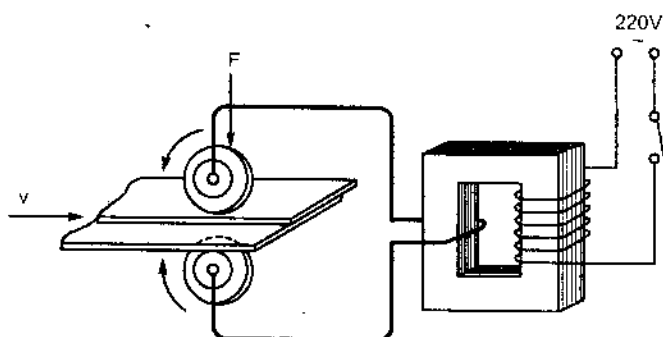
– Hệ thống nước làm mát phải được kiểm tra trước khi hàn không được rò rỉ, trong khi hàn phải kiểm tra xem nước có lưu thông không? Phải đủ lượng nước làm mát máy.

– Khi thao tác hàn phải xiết chỗ bắt vật hàn đủ chặt và đánh sạch, lau chùi ở chỗ tiếp xúc và gối đỡ. Sau 3000 ÷ 4000 lần hàn phải kiểm tra các tiếp điểm của khởi động từ và lau chùi đánh sạch bằng giấy nhám mịn.

## 4.12. MÁY HÀN ĐƯỜNG (HÀN LĂN)

### 4.12.1. Mô tả về công nghệ hàn đường

Muốn gia công hàn những tấm thép mỏng, những tấm inox mỏng trên dưới 1mm thành các sản phẩm như bao bì, thùng phuy đựng xăng dầu, bồn chứa nước... theo kiểu chồng mí kín khít, kéo dài thì không thể sử dụng máy



Hình 4.19. Nguyên lý của máy hàn đường.

hàn điểm, hàn đối đầu được mà phải có máy hàn đường. Máy hàn đường thực chất cũng dùng công nghệ hàn tiếp xúc. Hai điện cực hàn ở đây là 2 đĩa bằng hợp kim đồng nối với cuộn thứ cấp của biến áp hàn (hình 4.19).

Vật hàn được đặt giữa 2 đĩa hàn và được nén dưới một lực ép  $F$ . Hai đĩa hàn như con lăn quay trái chiều nhau (nhờ 1 động cơ điện) sẽ đẩy vật hàn qua điểm tiếp xúc với vận tốc  $v$ .

Dòng điện hàn ở cuộn thứ cấp sẽ chạy từ đĩa này sang đĩa kia xuyên qua vật hàn làm cho nó nóng chảy và khuếch tán sang nhau tạo nên một đường hàn dài, sẫm màu, nhẵn nhụi và kín nước (như liền).

Máy hàn đường có thể hàn "váy kín" bằng cách cấp những xung điện để điều khiển dòng hàn.

Để có một đường hàn đẹp, đạt chất lượng cân phối hợp giữa lực nén, cường độ dòng điện hàn, thời gian duy trì và vận tốc đẩy vật hàn qua hai con lăn. Điện áp thứ cấp của máy hàn đường được chọn từ  $3V \div 10V$  tùy vật liệu hàn, bảng 17 cho các số liệu của công nghệ hàn này.

**Bảng 17. CÁC CHẾ ĐỘ HÀN ĐƯỜNG LIÊN TỤC CỦA THÉP C THẤP**

| Chiều dày các vật hàn (mm) | Chiều rộng con lăn (mm) | Áp lực giữa 2 con lăn (N) | Tốc độ hàn (m/phút) | Dòng điện hàn (A) |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| 0,2 + 0,2                  | 4                       | 800                       | 1                   | 2500              |
| 0,5 + 0,5                  | 5                       | 1200                      | 1                   | 3000              |
| 1 + 1                      | 5                       | 1200                      | 1                   | 3500              |
| 0,2 + 0,2                  | 4                       | 800                       | 1,5                 | 3000              |
| 0,5 + 0,5                  | 5                       | 800                       | 1,5                 | 3500              |
| 1 + 1                      | 5                       | 1200                      | 1,5                 | 5000              |
| 0,2 + 0,2                  | 4                       | 800                       | 2                   | 3500              |
| 0,5 + 0,5                  | 5                       | 800                       | 2                   | 4500              |
| 1 + 1                      | 5                       | 1200                      | 2                   | 7000              |

#### 4.12.2. Máy hàn lặn mã hiệu **LANGUEPIN** của hãng Thomson

CSE (PARIS) sản xuất dùng điện 2 dây 380V.

##### **a) Mô tả cấu tạo các bộ phận máy và công dụng**

Máy biến áp hàn 1 pha công suất  $S = 150\text{kVA}$ . Điện áp định mức phía thứ cấp  $U_2 = 6,5\text{V}$ . Đây là một máy hàn (ký hiệu CRP803) tiếp xúc chuyên dùng có trang bị mạch điều khiển điện tử bán dẫn để điều khiển hai đèn chỉnh lưu inhitron có thể điều chỉnh được dòng điện, đầu nối tiếp ở mạch sơ cấp của biến áp hàn cho ra dòng điện hàn theo yêu cầu.

Công dụng của máy để hàn gián đoạn, hàn vẩy và hàn liên tục đường thẳng, hàn chu vi theo các phương nằm ngang và phương thẳng đứng so với thân máy. Nó hàn được các loại tôn thường đến  $2 + 2\text{mm}$  (hai tấm dày  $2\text{mm}$ ), tôn tráng kẽm và inox ( $1,6 + 1,6\text{mm}$ ); hợp kim nhẹ ( $0,8 + 0,8\text{mm}$ ).

Nếu hàn tôn mỏng nhất thì cầu K nối vào nấc số 1. Khi cần hàn tôn dày đặt cầu K ở nấc số 7 (hình 4.20).

Máy làm việc dựa trên nguyên lý điện cực tiếp xúc mà các điện cực là hai bánh xe bằng đồng nối vào cuộn thứ cấp của biến áp BT có  $U_2$  từ  $6,5 - 10\text{V}$ :

- Bánh xe điện cực trên quay nhờ một động cơ điện xoay chiều  $0,7\text{kW}$  qua hộp giảm tốc, bánh xe điện cực phía dưới quay theo. Tốc độ đường hàn  $0,94 \div 5,65\text{m/phút}$ . Hành trình lên xuống của bánh xe (bằng khí nén)  $70\text{mm}$ . Công suất trung bình của tải đạt  $50\%$  là  $150\text{kVA}$ . Công suất tối đa khi hàn tới  $220\text{kVA}$ , dòng điện tối đa  $37800\text{A}$ .

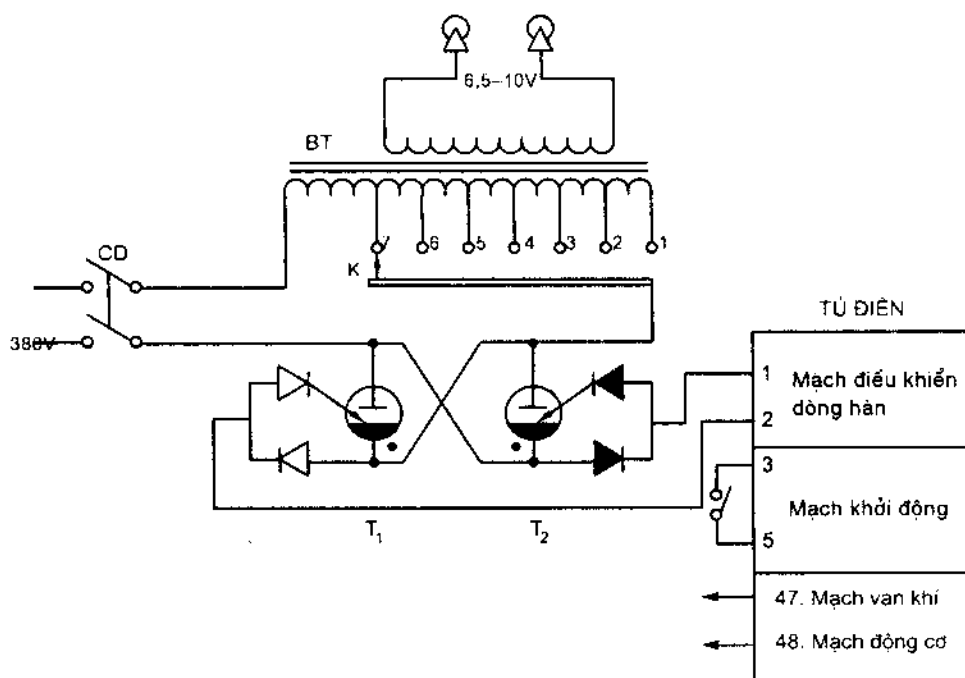
- Hệ thống khí nén phải đạt áp lực trên  $3\text{kG/cm}^2$  nhờ các ống mềm qua van đóng mở (điện  $220\text{V}$ ) để điều chỉnh điện cực lên xuống. Sau khi qua van này khí được rẽ làm 2 nhánh: 1 nhánh qua van 1 chiều đi vào phía trên của pittông để nén điện cực xuống, nhánh kia đi vào phía dưới của pittông để đẩy điện cực lên. Khí nén cũng được dẫn đến điện cực dưới để khi hàn xong mỗi mối, xả khí thổi quét sạch cặn xỉ.

- Hệ thống cấp nước với lưu lượng  $30\text{lít/phút}$  được dẫn đến nhiều bộ phận của máy như: điện cực, biến áp, đèn inhitron để làm mát đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

Biến áp hàn có 7 nấc điều chỉnh mạch điện chính thô nhờ công tắc K

và hai đèn inhitron để đóng mở và điều chỉnh dòng điện tinh nhờ mạch điện tử trong tủ điều khiển.

– Để điều chỉnh tinh trong mạch điều khiển ở tủ điện có đặt thiết bị dịch pha dòng điện mỗi (2 đầu dây 1 - 2). Hai đèn inhiton  $T_1$ ,  $T_2$  nối song song ngược, mỗi đèn thông trong nửa chu kỳ của điện áp nguồn để cấp điện vào biến áp hàn. Trong một chu kỳ của điện áp nguồn mỗi đèn được mỗi 1 lần, đèn nào có anốt dương nó sẽ có dòng mỗi. Inhitron là loại đèn van thủy ngân có catốt làm bằng thủy ngân lỏng, thuộc nhóm tự phóng điện có khả năng quá tải về dòng lớn nên rất thích hợp với thiết bị hàn điện.



Hình 4.20. Sơ đồ nguyên lý mạch điện chính máy hàn lặn CRP803.

### b) Vận hành và bảo quản sửa chữa máy

Muốn vận hành máy hàn ta đóng cầu dao chính CD để cấp điện vào hệ thống điều khiển, đèn báo sáng lên cho biết điện đã vào tủ điện và điện nguồn 380V đã nằm chờ sẵn ở cuộn sơ máy biến áp BT và hai đèn điện tử inhitron.

– Đóng điện cho hệ thống nước hoạt động, mở các van cho nước chảy vào hệ thống làm mát máy và điện cực.

– Cho máy nén khí hoạt động, khi áp lực đạt đến  $3\text{kg/cm}^2$  thì ấn vào bàn đạp để kiểm tra xem điện cực lên xuống có nhẹ nhàng không?

– Cho vật hàn (như thùng phuy chẳng hạn) vào tiếp xúc với điện cực dưới rồi ấn vào nút "hàn" và dận bàn đạp cho điện cực trên ép chặt xuống vật hàn, bánh xe của điện cực sẽ quay xiết vào thùng phuy, nó sẽ hàn thành một đường dài liên tục kín nước hay hàn gián đoạn, hàn vảy kín tùy theo thợ hàn bật công tắc chọn chế độ hàn ở tủ điều khiển. Hai đèn inhitron làm nhiệm vụ tự động đóng mở, điều chỉnh dòng điện hàn vào biến áp theo thời gian để đạt yêu cầu công nghệ.

#### 4.13. SỬ DỤNG SỬA CHỮA CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP HÀN

1. Máy biến áp hàn thường có dòng điện chạy qua các cuộn dây rất lớn, tới hàng trăm, hàng nghìn ampe nên việc đầu tiên khi dùng máy là phải chọn dây dẫn điện đủ tiết diện để máy hàn được khoẻ, dây không quá nóng. Dây điện vào có thể dùng cáp bọc cao su cứng nhưng dây ra kìm hàn hồ quang phải là dây dẫn lõi đồng gồm những sợi đồng nhỏ ( $d = 0,18 \div 0,20\text{mm}$ ) được bện với nhau thành "dảnh"; các "dảnh" kết thành cáp mềm bọc ngoài bằng lớp cách điện cao su dày. Tiết diện của dây cáp hàn phải chọn theo dòng điện như sau:

| S dây ( $\text{mm}^2$ ) | 16  | 25  | 35  | 50  | 70  | 95  | 120 | 150 |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| I cho phép (A)          | 100 | 140 | 175 | 225 | 280 | 335 | 400 | 460 |

Tất cả các đầu dây vào máy và ra kìm hàn phải dùng "cối" đồng kẹp vào, hàn bằng thiếc chắc chắn.

2. Các cọc bắt dây phải dùng bulông và êcu bằng đồng vàng mạ, có long đen dẹt và long đen chống xoay. Dây bắt vào các cọc phải xiết chặt chẽ.

3. Máy hàn thường được thiết kế với chế độ ngắn hạn lặp lại, có thể dùng quá tải cao như: máy hàn MH125 chế tạo để hàn que 3,2 nhưng có thể dùng nó để cắt sắt, thổi lò với thời gian 15%, máy hàn lân CRP803 công suất 150kVA có thể dùng đến 220kVA để hàn ghép hai tấm sắt  $2,4 + 2,4\text{mm}$ ; nhưng không được hàn liên tục sẽ làm cháy máy.

4. Các máy hàn điện hồ quang kiểu biến áp thường gặp những sự cố và cách khắc phục sửa chữa như sau:

\* *Hiện tượng*: Máy hàn rất yếu, hay bỏ lửa, mối hàn không ngấu.

*Nguyên nhân và cách sửa:* – Điện nguồn cấp vào máy tụt xuống quá thấp do đường tải quá xa, do dây dẫn nhỏ.

– Dây mát nối vào vật hàn phải tiếp xúc thật tốt, cốt đầu dây ra kim hàn phải tháo ra, dùng vải nhám đánh sạch sẽ và bắt, xiết vào cọc nối dây chặt chẽ.

– Thay dây mới để hàn tốt hơn.

*\* Hiện tượng và nguyên nhân:* Bộ phận điều chỉnh dòng điện bị rung mạnh; khi chưa hàn vẫn có tiếng kêu điện từ, lúc hàn tiếng kêu càng tăng và kêu rất to, thường do:

– Vitme quá lỏng.

– Lò xo yếu, tính đàn hồi kém hoặc bị kẹt.

*Cách sửa:* Điều chỉnh lại, tăng sức đàn hồi của lò xo hoặc sửa lại vitme là có thể giảm được hiện tượng rung một cách rõ rệt.

*\* Hiện tượng:* Bộ phận điều chỉnh dòng điện mất tác dụng, không tăng, giảm được cường độ dòng điện hàn.

*Nguyên nhân và cách sửa:* Ở loại máy hàn có cuộn cảm riêng hoặc chung kiểu CTĐ hoặc CTH là do chập mạch trong cuộn dây hoặc giữa các cực của bộ phận điều chỉnh; cần kiểm tra tìm ra chỗ hỏng để sửa chữa. Với những máy hàn kiểu có mạch từ rẽ, phải kiểm tra lõi từ phụ, vitme... phần cơ khí cho trơn, để dịch chuyển ra vào được dễ dàng sẽ khắc phục được sự cố.

*\* Hiện tượng:* Máy biến áp bị nóng quá mức bình thường kể cả khi chưa hàn.

*Nguyên nhân và cách sửa:* Cuộn sơ cấp bị chập mạch, một số vòng dây của cuộn thứ cấp cũng hỏng phải tháo máy ra quấn lại.

5. Các đầu mỏ hàn của máy hàn điểm, các bánh xe (con lăn) của máy hàn lăn thường được làm bằng hợp kim đồng + crôm (có  $0,4 \div 0,7\%$  crôm còn lại là đồng) để đạt độ cứng và dẫn điện tốt. Nó thường được làm mát bằng nước; khi bị hỏng cần thay thế, nếu không tìm đúng được hợp kim này thì có thể thay bằng đồng đỏ nguyên chất nhưng sẽ kém bền hơn so với mỏ cũ.

6. Trong việc sửa chữa phục hồi lại máy biến áp hàn bị hỏng, phần lớn tận dụng lại được dây quấn cũ, hoặc dùng dây quấn mới bằng kích thước

cũ. Làm như vậy sẽ không phải tính toán gì thêm, miễn là làm đúng khuôn cũ để quấn lại đủ số vòng và cách đấu dây như cũ. Dây cũ đã cháy cách điện phải đốt lại cho mềm và cháy hết rồi tẩy sạch (không được dùng giấy ráp) bọc lại cách điện mới, lót cách điện đúng cấp rồi quấn vào máy.

7. Khi sửa chữa mạch từ phải tháo từng lá thép cẩn thận, không được đập gõ mạnh vào các lá tôn dẫn đến làm giảm hệ số từ thẩm (làm tăng tổn hao không tải, máy sẽ nóng hơn sau khi sửa chữa). Không để lá tôn cong vênh, sau này khó lắp vào cuộn dây. Nếu cách điện giữa các lá tôn bị hỏng phải sơn lại bằng sơn KΦ965. Trước khi lắp tôn vào lõi cần tẩy sạch cách điện hỏng bằng cách ngâm tôn vào dung dịch gồm 10% NaOH. Đầu tiên đem NaOH bỏ vào chậu, gia nhiệt lên đến 50°C cho chảy hết rồi pha loãng, nhúng tôn vào để màng cháy nở ra bong hết thì chuyển sang rửa bằng nước nóng, nước lã sạch. Sau đó sấy hoặc phơi khô rồi sơn bằng sơn KΦ965, sơn 302 (Liên Xô cũ) hoặc sơn Trung Quốc ký hiệu 1611, sấy từ 12 ÷ 15 phút thì khô. Máy sơn khô, bóng và phẳng dày khoảng 0,01 ÷ 0,015 (đo cả hai phía) là được.

Khi lắp lại các lá tôn thì lắp các trụ có quấn dây trước rồi mới lắp từng lá tôn vào gông sau; chú ý khe hở giữa trụ và gông phải thật khít, nếu bị hở sẽ làm cho máy kêu, tổn hao nhiều và nóng. Các bulông bắt lõi từ, các miếng ốp bằng sắt phải lót cách điện với lõi để không tạo thành mạch vòng làm nóng máy (xem mục 2.2.1).

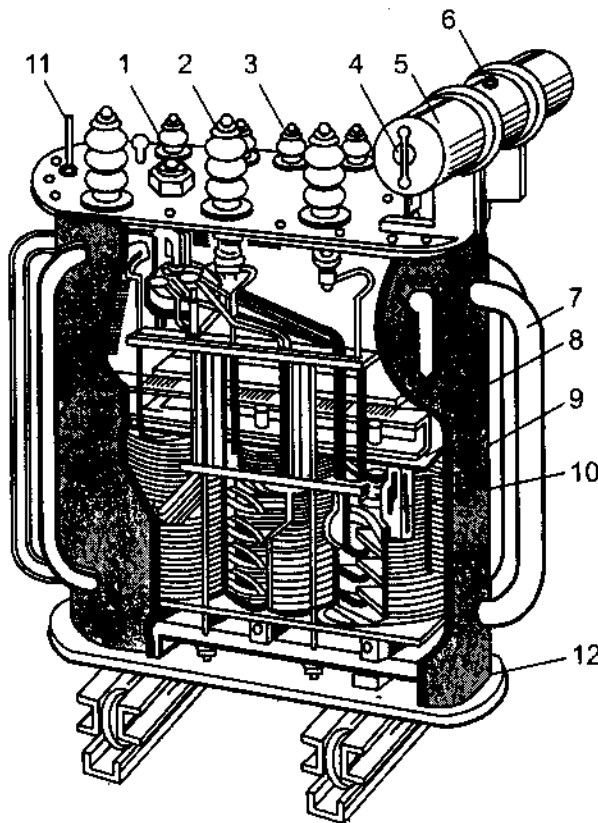
Việc sửa chữa và bảo quản các loại máy biến áp, ngoài những điểm chung như đã nêu ở trên, cần phải làm theo đúng hướng dẫn cụ thể của nhà sản xuất.

## Chương 5

# MÁY BIẾN ÁP 3 PHA

### 5.1. CẤU TẠO CỦA MÁY BIẾN ÁP 3 PHA

Máy biến áp 3 pha ký hiệu TM làm lạnh tự nhiên bằng dầu, điện áp phía cao áp 6kV, 10kV hoặc 35kV, điện áp ra hạ áp 400V (hoặc 230V), hình dáng máy được mô tả trên hình 5.1.



Hình 5.1. Máy biến áp 3 pha 35/0,4kV.

1. Bộ chuyển mạch cao áp; 2. Sứ ra phía cao áp; 3. Sứ ra phía hạ áp;
4. Ống chỉ mức dầu; 5. Bình dầu phụ (dẫn dầu); 6. Nút đập có bộ lọc ẩm;
7. Ống tản nhiệt; 8. Thùng dầu; 9. Cuộn dây cao áp; 10. Lõi dẫn từ;
11. Nhiệt kế; 12. Nút để lấy mẫu dầu và xả dầu.

### 5.1.1. Vỏ máy biến áp 3 pha và các thiết bị phụ

Vỏ máy biến áp là chi tiết đựng dầu và ruột máy, vỏ máy thường làm theo hình bầu dục bằng thép dày từ  $5 \div 12\text{mm}$ , nắp và đáy được gia cố bằng thép dày hơn nữa, ở đó có hàn các móc để cẩu nâng thùng dầu và toàn bộ máy biến áp.

Để tăng cường việc làm mát cho máy, vỏ thùng đựng dầu được hàn các cánh toả nhiệt xung quanh.

Máy biến áp từ 3200 kVA trở lên thì bộ toả nhiệt thường làm bằng các ống thép tròn nối vào vỏ thùng dầu bằng mặt bích. Ở đầu các bộ ống nối đều có đặt van dầu để khi vận chuyển máy, đóng các van dầu này không cần phải xả dầu trong thùng mà vẫn có thể tháo bộ toả nhiệt ra một cách nhẹ nhàng tiện lợi (xem thêm mục 2.2.3).

Trên nắp thùng dầu có bình dầu phụ (5) để đảm bảo lúc máy biến áp vận hành nhiệt độ tăng lên, trong vỏ máy bao giờ cũng có đầy dầu, đồng thời giảm bớt sự tiếp xúc giữa dầu và môi trường để phòng dầu khỏi bị bốc hơi và bị ẩm. Trên vỏ ống bảo mức dầu có 3 vạch chỉ mức dầu ứng với nhiệt độ dầu  $-5$ ,  $+45$  và  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Có máy biến áp ở bình dẫn dầu, để phòng không khí bên ngoài lọt qua dây và vào trong người ta đã đặt một bộ phin lọc (6) hấp thụ hết hơi ẩm. Chất hút ẩm silicagien của phin lọc, phải được thay định kỳ khi thấy bị biến màu. Ở những máy biến áp lớn người ta còn đặt bộ lọc dầu đối lưu trên vách thùng dầu để tất cả các cặn dầu, hơi ẩm qua dây đều bị silicagien hút lại và cũng phải thay thế khi chúng đã no nước (biến áp TM không có bộ lọc đối lưu).

Những máy biến áp trên 630kVA, trên đường ống nối từ bình dầu phụ xuống máy biến áp có đặt rơle khí để khi xảy ra sự cố trong máy hoặc cạn dầu, khí bốc ra tập trung lên sẽ tác động vào tiếp điểm của rơle; gặp sự cố nhẹ thì đóng tiếp điểm báo tín hiệu cho thợ vận hành biết để xử lý. Nếu trong máy biến áp hỏng nặng, tốc độ luồng khí bốc lên mạnh hơn sẽ đóng tiếp điểm thứ hai của rơle khí; biến áp sẽ tự động được cắt điện để khỏi bị cháy máy.

Để đề phòng cháy nổ, những máy biến áp lớn trên nắp thùng còn lắp ống phòng nổ. Khi trong máy có sự cố chạm chập sẽ sinh ra hồ quang điện và sinh nhiệt, áp suất trong thùng tăng lên quá mức làm tấm kính (hoặc lá kim loại mỏng) ở đầu ống phòng nổ bị vỡ, dầu sẽ theo đó tuôn ra ngoài, không gây nổ, cháy máy biến áp.

Trên nắp máy còn một số chi tiết phụ khác như: sứ cao áp và sứ hạ áp (2 và 3); ống để cảm nhiệt kế đo nhiệt độ trong máy (11) v.v...

Đặc biệt, có bộ chuyển mạch cao áp (1) thường làm 3 nấc để điều chỉnh được điện áp ra sử dụng tùy yêu cầu; phạm vi điều chỉnh thường là  $\pm 5\%$ , đối với những máy biến áp  $> 35\text{kV}$ , đối với những máy công suất từ  $1000\text{kVA}$  trở lên thường có đến 5 nấc điều chỉnh. Các máy biến áp nhỏ, tay vận của bộ chuyển mạch đặt thò ra ngoài trên nắp máy nên điều chỉnh rất dễ dàng, chung cho cả 3 pha.

Các máy biến áp cỡ vừa và lớn thường dùng 3 bộ chuyển mạch (cho từng pha một) được bố trí trên một trục, hoạt động đồng thời từ bộ truyền động bằng tay đặt trên nắp máy.

Điều chỉnh điện áp phía cao áp được thực hiện bằng tay lúc biến áp đã được cắt điện. Ngoài ra, còn có loại biến áp phía cao áp có đầu nối biến đổi được điện áp trong khoảng rộng (biến áp ký hiệu TĐH và TĐTH do Liên Xô cũ sản xuất, khoảng này là  $\pm 4 \times 2,5\%$ ) đồng thời cùng bộ với thiết bị chuyển đổi điều chỉnh dưới tải có cuộn kháng hoặc điện trở hạn chế dòng điện được đặt trong thùng. Loại này điều khiển bằng điện nhờ nút ấn hoặc tự động.

### **5.1.2. Dây quấn máy biến áp**

Việc bố trí các cuộn dây cao áp và hạ áp trên lõi máy biến áp phần lớn áp dụng theo kiểu tập trung, tức là cuộn dây này trùm lên cuộn dây kia như đã giới thiệu ở hình 2.7. Thường thường ở gần lõi bố trí cuộn dây hạ áp, giữa các cuộn dây có đặt ống cách điện bằng giấy bakelít.

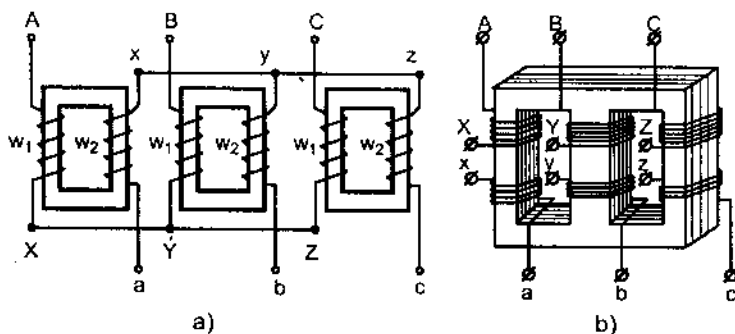
Ở một số máy biến áp chuyên dùng, ví dụ máy biến áp dùng cho lò điện thường áp dụng bố trí các cuộn dây kiểu xen kẽ, các cuộn dây cao áp và hạ áp lần lượt quấn trên lõi, đồng thời ngoài cạnh ở phía các gông, người ta bố trí các bồi dây hạ áp để dễ dàng cho việc lót cách điện.

## **5.2. CÁC KIỂU ĐẦU DÂY CỦA MÁY BIẾN ÁP 3 PHA**

Máy biến áp 3 pha chủ yếu được dùng để truyền tải năng lượng trong lưới điện cao áp từ nhà máy phát điện đến nơi sử dụng; ở lưới điện hạ áp đôi khi cũng có biến áp 3 pha dùng để đổi điện cho công nghệ hàn hồ quang, công nghệ điện hóa, điện phân v.v...

Cũng giống như máy biến áp một pha, biến áp 3 pha hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ dùng để biến đổi hệ thống dòng điện xoay chiều 3 pha từ trị số điện áp này sang trị số điện áp khác cùng tần số.

Có thể dùng 3 máy biến áp 1 pha riêng rẽ để đấu lại thành 1 biến áp 3 pha (hình 5.2a) làm việc với lưới điện 3 pha.



Hình 5.2. Tổ máy biến áp 3 pha

Phần lớn biến áp 3 pha chế tạo hiện nay đều dùng một lõi từ chung có 3 trụ, trên mỗi trụ đặt một cuộn dây cao áp và một cuộn dây hạ áp (đôi khi còn có cả cuộn dây trung áp).

Đối với biến áp 1 pha có thể tùy ý chọn chiều quấn dây và dấu đầu A, đầu cuối X. Còn trong biến áp 3 pha thì 3 cuộn dây phải quấn cùng một chiều và phải chọn tên cho các pha thống nhất. Quy ước ký hiệu các đầu dây trong biến áp 3 pha như sau:

Phía cao áp:

- Ba đầu đầu A, B, C.
- Ba đầu cuối X, Y, Z.

Phía hạ áp:

- Ba đầu đầu a, b, c.
- Ba đầu cuối x, y, z.

Khi đã biết tên các cuộn dây thì có thể nối đúng những cuộn dây trong máy biến áp với nhau theo hình sao (hình 5.3a), hay hình tam giác (hình 5.4a). Ta cũng cần biết tên chung khi cần ghép các máy biến áp làm việc song song.

- Khi đấu sao (Y) điện áp dây bằng  $\sqrt{3}$  lần điện áp pha, dòng điện dây và dòng điện pha bằng nhau.
- Khi đấu tam giác ( $\Delta$ ); điện áp dây bằng điện áp pha, còn dòng điện dây bằng  $\sqrt{3}$  lần dòng điện pha;

Trong các máy biến áp công suất lớn dùng để tải điện, dây quấn cao áp thường được đấu sao, còn dây quấn hạ áp đấu tam giác và được ký hiệu Y/ $\Delta$  (đôi khi có máy  $\Delta$ /Y).

Ở các máy biến áp trung bình và nhỏ (dưới 1800 kVA) cả hai dây quấn đều được đấu sao – sao (Y/Y).

– Các biến áp đấu sao mà có thêm dây trung tính, ký hiệu Y/Y<sub>n</sub> để cung cấp cho tải hỗn hợp hạ áp vừa dùng điện áp dây cấp điện cho công nghiệp, vừa dùng điện áp pha cấp cho điện dân dụng.

Ngoài ra, còn có biến áp đấu dây theo kiểu "zíczac" để sử dụng cho chỉnh lưu và đo lường.

### 5.3. TỔ NỐI DÂY QUẤN CỦA MÁY BIẾN ÁP 3 PHA

Tổ nối dây của máy biến áp là quan hệ về sự bố trí các vectơ điện áp của các pha cùng tên của máy biến áp, nói cách khác, tổ nối dây của máy biến áp 3 pha chỉ góc lệch pha giữa điện áp dây sơ cấp và thứ cấp của chúng. Góc lệch pha giữa điện áp dây sơ cấp và thứ cấp do ba yếu tố sau đây quyết định:

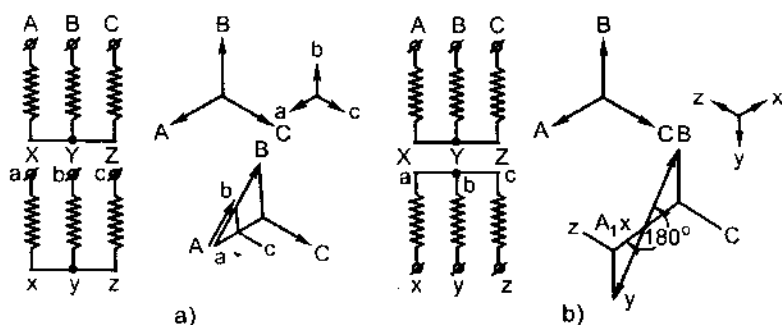
- Chiều quấn dây.
- Cách ký hiệu các đầu dây.
- Cách nối dây quấn ở cuộn sơ cấp và thứ cấp.

Ở máy biến áp 3 pha, tùy cách nối dây cuộn sơ cấp và thứ cấp mà góc lệch pha giữa điện áp dây sơ cấp và thứ cấp có thể là 30°, 60°... 360°.

Trong thực tế người ta không dùng "độ" để chỉ góc lệch pha đó mà dùng kim đồng hồ để ký hiệu, đồng thời gọi tên tổ nối dây của máy biến áp.

Theo cách này thì kim dài của đồng hồ chỉ điện áp dây sơ cấp, kim ngắn chỉ điện áp dây thứ cấp đặt tương ứng ở các số 1, 2... 12 tùy theo góc lệch pha tương ứng giữa chúng là 30°, 60°... 360°.

Vậy trong biến áp 3 pha sẽ có 12 tổ nối dây (hình 5.4b).



Hình 5.3.

- a) Đồ thị vectơ của biến áp đấu sao – sao – 12 (Y/Y-12)  
 b) Đồ thị vectơ của biến áp đấu sao – sao – 6 (Y/Y-6).

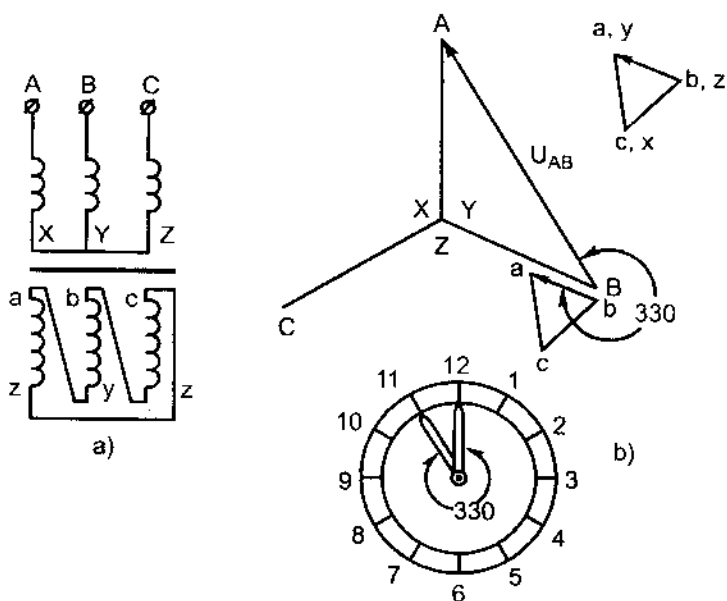
Giả sử có 1 biến áp 3 pha ký hiệu Y/Y – 12 tức là biến áp này có 2 dây quấn sơ cấp và thứ cấp quấn cùng chiều và cùng đầu hình sao, cùng cách ký hiệu đầu dây (hình 5.3) thì pha của sdd giữa 2 điện áp dây đều trùng nhau và góc lệch pha giữa hai điện áp dây sơ cấp và thứ cấp sẽ bằng  $0^\circ$  hay  $360^\circ$ .

Vậy máy biến áp này thuộc tổ nối dây sao – sao – 12 (giờ).

Nếu đổi chiều quấn dây hoặc đổi ký hiệu của dây quấn thứ cấp sẽ có tổ nối dây Y/Y – 6 (giờ).

Nếu lần lượt hoán vị các ký hiệu đầu dây ta sẽ có các tổ nối dây chẵn 2, 4, 8, 10.

Khi vẽ đồ thị vectơ để xác định góc lệch pha, phải chọn dây quấn trên cùng một trụ và phải theo 3 điều kiện ở trên. Ví dụ, biến áp 3 pha có dây quấn sơ cấp nối hình sao, thứ cấp nối hình tam giác quấn cùng chiều (hình 5.4a). Căn cứ vào cách đấu dây này, vẽ điện áp dây sơ cấp  $U_{AB}$  và thứ cấp  $U_{ab}$  có góc lệch pha là  $330^\circ$ . Vậy tổ đấu dây  $\frac{330^\circ}{30^\circ} = 11$  và được ký hiệu Y/ $\Delta$  – 11.

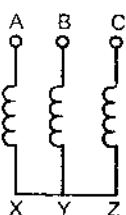
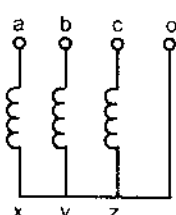
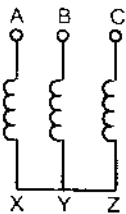
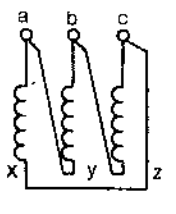
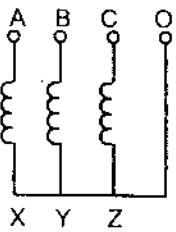
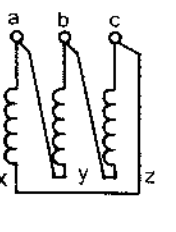


Hình 5.4. Biểu diễn tổ nối dây biến áp sao tam giác bằng đồng hồ.

Thay đổi chiều quấn dây hay thay đổi ký hiệu đầu dây phía thứ cấp sẽ có tổ nối dây Y/ $\Delta$  – 5. Lần lượt hoán vị các pha ở thứ cấp sẽ có các tổ nối dây lẻ 1, 3, 7, 9.

Ở nước ta và nhiều nước Đông Âu chỉ sản xuất máy biến áp điện lực 3 pha thuộc tổ nối dây  $Y/Y_0 - 12$ ;  $Y/\Delta - 11$  và  $Y_0/\Delta - 11$  như bảng 18.

**Bảng 18. SƠ ĐỒ NỐI DÂY MÁY BIẾN ÁP 3 PHA DO VIỆT NAM SẢN XUẤT**

| Sơ đồ nối dây                                                                      |                                                                                    | Ký hiệu           |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Cao áp                                                                             | Hạ áp                                                                              |                   |
|   |   | $Y/Y_0 - 12$      |
|   |   | $Y/\Delta - 11$   |
|  |  | $Y_0/\Delta - 11$ |

## 5.4. KIỂM TRA TỔ NỐI DÂY CỦA MÁY BIẾN ÁP

### 5.4.1. Ý nghĩa của việc kiểm tra tổ nối dây.

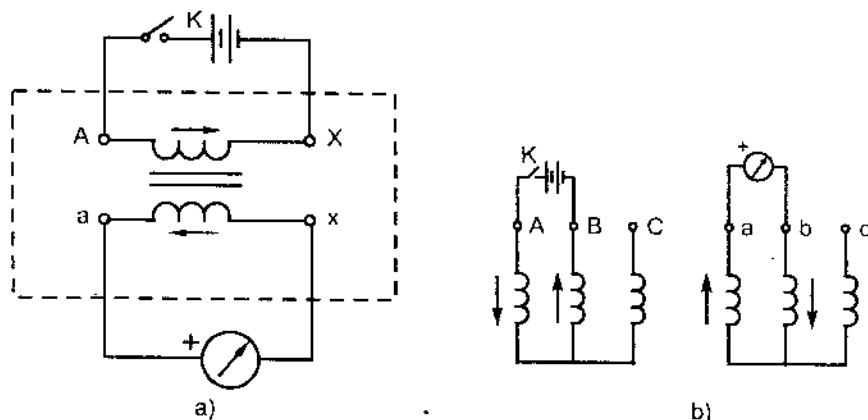
Ta thường nói tổ nối dây của máy biến áp là  $Y/Y - 12$ ,  $Y/\Delta - 11$ ... ký hiệu này cho thấy các cuộn dây của máy biến áp nối hình sao hoặc hình tam giác, và một điều rất quan trọng nữa là đồ thị vectơ của các pha cùng tên bố trí với nhau như thế nào, nói cách khác là chiều quấn dây của các pha cùng tên này cùng chiều hay ngược chiều nhau. Ý nghĩa này đặc biệt quan trọng khi cho các máy biến áp vận hành song song.

Ví dụ: Có hai máy biến áp cùng dung lượng  $S = 320 \text{ kVA}$ , điện áp ngắn mạch  $U_n\%$  đều bằng 5%, cùng điện áp  $U_1$  và  $U_2$  ( $U_1 = U_2$ ) và đều đấu Y/Y.

Máy thứ nhất các cuộn cao và hạ áp quấn cùng chiều nhau (Y/Y – 12) (hình 5.3a), máy thứ hai các cuộn cao áp và hạ áp lại quấn ngược chiều nhau (Y/Y – 6) (hình 5.3b) thì không thể đấu song song với nhau để vận hành được. Nếu đấu như vậy sẽ có một dòng điện cân bằng rất lớn bằng 20 lần dòng điện định mức (coi như bị chập mạch) làm nổ máy vì vectơ điện áp của hai máy này lệch nhau  $180^\circ$ .

#### 5.4.2. Phương pháp kiểm tra tổ nối dây

Có thể sử dụng điện xoay chiều hoặc điện 1 chiều để kiểm tra tổ nối dây. Ở đây dùng điện 1 chiều (ở pin hoặc ắc quy)  $2 \div 4V$  thử tổ nối dây của biến áp một pha như hình 5.5a.



Hình 5.5. Thử tổ nối dây của máy biến áp 1 pha và biến áp 3 pha.

Khi thử, đóng và cắt công tắc K, đồng thời quan sát đồng hồ. Nếu khi đóng nguồn điện mà kim đồng hồ chỉ về bên phải và khi tắt công tắc K, kim chỉ về bên trái thì tổ nối dây là 12 (giờ). Nếu khi đóng và cắt mà kim đồng hồ chỉ ngược lại với thứ tự trên thì máy biến áp có tổ nối dây là 6 (giờ).

Kiểm tra tổ nối dây máy biến áp 3 pha thường dùng nguồn điện 1 chiều đấu dây như hình 5.5b. Hai dây điện ắc quy  $2 \div 4V$  nối vào đầu AB của cuộn cao áp qua công tắc K (A vào đầu cực dương của nguồn 1 chiều). Bên cuộn hạ áp lần lượt đấu đồng hồ miliampe kế vào các đầu ab (a vào đầu + của đồng hồ); rồi đầu bc (b vào đầu + của đồng hồ); tiếp tục đầu ca (c vào đầu + của đồng hồ).

Mỗi lần nối dây xong, đóng công tắc K, nếu thấy đồng hồ chỉ về bên phải thì ghi dấu cộng (+), chỉ về bên trái thì ghi dấu trừ (-), nếu kim đồng hồ chỉ (nằm im) thì ghi 0.

Sau đó chuyển nguồn điện 1 chiều sang các đầu B và C cuộn cao áp. B đầu vào cực dương (+) của nguồn điện một chiều và cũng dùng miliampe kế kiểm tra các đầu ab, bc, ca tương tự như bước 1. Cuối cùng chuyển nguồn sang các đầu C và A (C đầu vào cực dương của nguồn điện một chiều và cũng lần lượt kiểm tra các đầu ab, bc và ca).

Tóm lại, qua 3 bước thao tác đủ chín lần và ghi đầy đủ vào sổ rồi so sánh với các bảng mẫu (bảng 19a,b) để biết máy biến áp 3 pha ta kiểm tra có tổ nối dây nào.

**Bảng 19. KIỂM TRA CHIỀU DÒNG ĐIỆN  
QUA CÁC MÁY BIẾN ÁP ĐẦU Y/Y**

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | +  | -  | -  |
| BC                                      | -  | +  | -  |
| CA                                      | -  | -  | +  |

Tổ 12 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | -  | +  | +  |
| BC                                      | +  | -  | +  |
| CA                                      | +  | -  | -  |

Tổ 6 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | -  | -  | +  |
| BC                                      | +  | -  | -  |
| CA                                      | -  | +  | -  |

Tổ 4 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | +  | +  | -  |
| BC                                      | -  | +  | +  |
| CA                                      | +  | -  | +  |

Tổ 10 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | -  | +  | -  |
| BC                                      | -  | -  | +  |
| CA                                      | +  | -  | -  |

Tổ 8 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | +  | -  | +  |
| BC                                      | +  | +  | -  |
| CA                                      | -  | +  | +  |

Tổ 2 giờ

**Bảng 19b.** KIỂM TRA CHIỀU DÒNG ĐIỆN QUA CÁC MÁY BIẾN ÁP ĐẦU Y/Δ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | +  | 0  | -  |
| BC                                      | -  | +  | 0  |
| CA                                      | 0  | -  | +  |

Tổ 11 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | -  | 0  | +  |
| BC                                      | +  | -  | 0  |
| CA                                      | 0  | +  | -  |

Tổ 5 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | 0  | +  | -  |
| BC                                      | -  | 0  | +  |
| CA                                      | +  | -  | 0  |

Tổ 9 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | 0  | -  | +  |
| BC                                      | +  | 0  | -  |
| CA                                      | -  | +  | 0  |

Tổ 3 giờ

| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | -  | +  | 0  |
| BC                                      | 0  | -  | +  |
| CA                                      | +  | 0  | -  |

Tổ 7 giờ

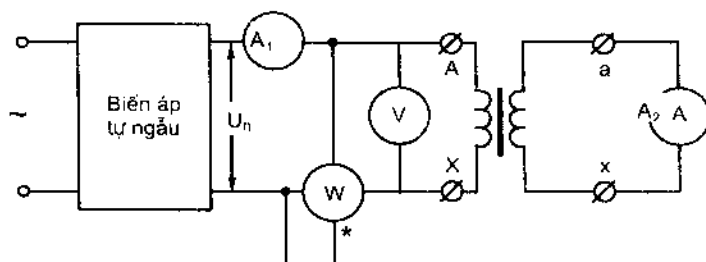
| $\begin{matrix} mA \\ Pin \end{matrix}$ | ab | bc | ca |
|-----------------------------------------|----|----|----|
| AB                                      | +  | -  | 0  |
| BC                                      | 0  | +  | -  |
| CA                                      | -  | 0  | +  |

Tổ 1 giờ

Nếu kết quả không phù hợp với một mẫu nào cả thì do đo sai hoặc các cực của dây quấn biến áp đánh dấu không đúng thứ tự (ABC và abc).

## 5.5. THÍ NGHIỆM NGẮN MẠCH VÀ KHÔNG TẢI

Sơ đồ thí nghiệm ngắn mạch minh họa trên hình 5.6



Hình 5.6. Sơ đồ thí nghiệm ngắn mạch MBA.

### 5.5.1. Thí nghiệm ngắn mạch

Trong sơ đồ nối ngắn mạch, dây quấn thứ cấp (nối ax) và đặt điện áp nhỏ vào phía sơ cấp (AX) để cho dòng điện trong dây quấn (trị số ở  $A_1, A_2$ ) bằng trị số định mức. (Chú ý: phải thao tác thận trọng vì nếu đặt điện áp bằng định mức thì dòng điện ngắn mạch rất lớn sẽ cháy máy biến áp, bởi vậy phải điều chỉnh biến áp tự ngẫu từ thấp nhất ( $U_n \approx 0$ ) rồi tăng lên dần). Trị số điện áp  $U_n$  đặt vào trong thí nghiệm này gọi là điện áp ngắn mạch, được tính theo phần trăm của điện áp sơ cấp định mức:

$$U_n \% = \frac{U_n}{U_{dm}} 100 = 3\% + 10\%$$

Lúc ngắn mạch  $U_2 = 0$ , do đó điện áp ngắn mạch là điện áp rơi trên tổng trở dây quấn, vì  $U_n$  nhỏ từ thông  $\Phi$  sẽ nhỏ, nên có thể bỏ qua tổn hao sắt từ. Công suất đo được trong thí nghiệm ngắn mạch trên oat kế chính là tổn hao đồng ở hai cuộn dây quấn sơ và thứ cấp lúc dòng điện định mức.

Từ đó, ta tính được các thông số dây quấn và cũng từ  $U_n\%$  (máy Nga và 1 số nước Đông Âu ký hiệu là  $U_k\%$ ) để làm căn cứ khi vận hành cho các máy biến áp làm việc song song.

### 5.5.2. Thí nghiệm không tải

Cách nối dây tương tự như sơ đồ 5 – 6, nhưng dây quấn thứ cấp để hở mạch. Đặt điện áp định mức vào dây quấn sơ cấp; oat kế sẽ chỉ công suất tổn hao lúc không tải ( $P_0$ ). Vì lúc không tải dòng điện thứ cấp bằng 0, dòng điện sơ cấp nhỏ nên có thể bỏ qua tổn hao đồng.

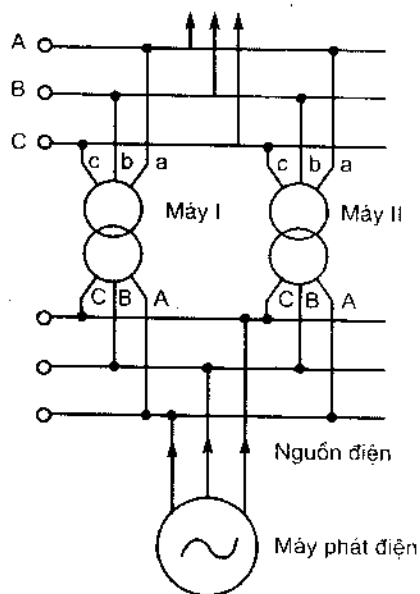
Vậy, nhờ thí nghiệm không tải ta xác định được tổn hao sắt từ chỉ trên watt kế. Cũng từ thí nghiệm không tải, có thể xác định được sự cố trong dây quấn máy biến áp. Nếu dòng điện không tải  $I_0$  ở 3 pha lớn và không cân bằng trong 3 pha, có thể do chập một số vòng dây của một cuộn dây nào đó. Nếu tổn hao trong lõi từ tăng là có hư hỏng cách điện lõi thép, bu lông ép gông từ, các đai thép hỏng cách điện v.v...

**Bảng 20. SỐ LIỆU CỦA  $P_0$  VÀ  $I_0$  CÁC MÁY BIẾN ÁP 3 PHA**

| $P_{dm}$ (kVA) | $\frac{I_0}{I_{dm}} 100\%$ | $\frac{P_0}{P_{dm}} 100\%$ |
|----------------|----------------------------|----------------------------|
| 5 – 50         | 10 – 7                     | 1,8 – 1,1                  |
| 75 – 750       | 8,5 – 5                    | 1,0 – 0,6                  |
| 1000 – 10000   | 5,5 – 3                    | 0,5 – 0,35                 |
| >10000         | 3 – 2                      | 0,35 – 0,2                 |

## 5.6. MÁY BIẾN ÁP 3 PHA VẬN HÀNH SONG SONG (HOÀ ĐIỆN)

Trong vận hành, các máy biến áp thường được lắp đặt để làm việc song song với nhau vì thực tế phụ tải luôn thay đổi: giờ cao điểm cần nhiều điện phải ghép hai (hoặc nhiều) máy biến áp cùng làm việc (hình 5.7); giờ thấp điểm phụ tải thấp chỉ để một máy biến áp làm việc. Như vậy tổn hao điện trong máy biến áp sẽ nhỏ, bảo đảm việc sử dụng hợp lý công suất của máy biến áp và tiết kiệm điện. Mặt khác, các máy biến áp làm việc song song sẽ bảo đảm cung cấp điện liên tục cho phụ tải khi cần tách một máy biến áp nào đó ra bảo dưỡng, sửa chữa. Khi mở rộng công suất của trạm đặt thêm máy mới cho làm việc song song...



Hình 5.7. Nguyên lý máy biến áp làm việc song song.

Khi các máy biến áp vận hành song song phải đảm bảo ba điều kiện:

1. Điện áp định mức sơ cấp và thứ cấp của các máy phải bằng nhau, nghĩa là tỷ số biến áp của các máy biến áp phải bằng nhau (cho phép khác nhau dưới 0,5%).

2. Các máy phải có cùng tổ nối dây để đảm bảo không có dòng điện cân bằng chạy quanh làm hỏng máy. Đây là điều kiện chặt chẽ nhất cần được bảo đảm.

3. Điện áp ngắn mạch  $U_n\%$  của các máy biến áp phải bằng nhau. Cần đảm bảo điều kiện này để tải phân bố trên các máy tỷ lệ với công suất của chúng. Vì nếu  $U_n\%$  của máy I <  $U_n\%$  của máy II thì khi máy I nhận tải định mức máy II còn non tải, hoặc cho máy II tải định mức thì máy I sẽ quá tải, nghĩa là máy biến áp nào có  $U_n\%$  càng nhỏ thì càng chóng bị quá tải (hình 5.7).

Thông thường các máy biến áp dung lượng nhỏ thì  $U_n\%$  nhỏ, dung lượng lớn thì  $U_n\%$  lớn. Như vậy, các máy biến áp dung lượng khác nhau quá nhiều thì làm việc song song càng không lợi.

Ví dụ sau đây sẽ sáng tỏ vấn đề này.

**Ví dụ:** Cho ba máy biến áp 3 pha có cùng tổ nối dây, cùng tỷ số biến đổi hòa điện với nhau, có các trị số:

Dung lượng máy biến áp số 1  $S_{dm1} = 1000$  kVA.

Dung lượng máy biến áp số 2  $S_{dm2} = 1800$  kVA.

Dung lượng máy biến áp số 3  $S_{dm3} = 3200$  kVA

và có  $U_n\%$  lần lượt  $U_{n1}\% = 6,25$ ;  $U_{n2}\% = 6,5$ ;  $U_{n3}\% = 7$ ;

Phụ tải chung của các máy biến áp là 5500 kVA, xác định phụ tải của mỗi máy và phụ tải lớn nhất của chúng để không một máy nào bị quá tải?

**Giải:** Theo các số liệu trên thì:

$$\sum \frac{S_{dm}}{U_n} = \frac{1000}{6,25} + \frac{1800}{6,5} + \frac{3200}{7} = 890$$

Do đó hệ số phụ tải:

$$\text{Máy 1} = \frac{5500}{6,25 \times 890} = 0,99$$

$$\text{Máy 2} = \frac{5500}{6,5 \times 890} = 0,936$$

$$\text{Máy 3} = \frac{5500}{7 \times 890} = 0,883$$

Vậy, phụ tải mỗi máy biến áp lần lượt sẽ là:

$$S_2(1) = 1000 \times 0,99 = 990 \text{ kVA}$$

$$S_2(2) = 1800 \times 0,936 = 1685 \text{ kVA}$$

$$S_2(3) = 3200 \times 0,883 = 2825 \text{ kVA}$$

Máy 1 có  $U_n\%$  nhỏ nhất nên sẽ chống đẩy tải nhất. Do đó, nên cho máy 1 tải đầy trước, nghĩa là hệ số phụ tải bằng 1 thì sẽ không có máy biến áp nào bị quá tải, tức là:

$$\frac{S_{max}}{6,25 \cdot 890} = 1 \quad S_{max} = 6,25 \cdot 890 = 5560$$

Vậy, phụ tải tổng lớn nhất để cho không một máy biến áp nào bị quá tải là  $S_{max} = 5560$  kVA.

Chính vì vậy, người ta quy định, khi các máy biến áp làm việc song song thì các  $U_n\%$  của chúng không được khác nhau quá 10%.

Trên nhãn máy biến áp 3 pha thường có ghi: Dung lượng định mức, sơ đồ và tổ nối dây, điện áp định mức, điện áp ngắn mạch  $U_n\%$ ,... Trường hợp thiếu vài số liệu trên thì có thể làm thí nghiệm để tìm như mục 5.4 và 5.5.

## 5.7. CÁC LOẠI CÔNG SUẤT CỦA MÁY BIẾN ÁP VÀ HỆ SỐ $\cos \varphi$

Trên nhãn của các động cơ điện thường ghi công suất tính bằng kW, còn trên nhãn của máy biến áp lại ghi công suất bằng kVA; tại sao lại có sự khác nhau như vậy?

Ta biết rằng, khi chế tạo và sử dụng các thiết bị điện (ví dụ động cơ điện, máy biến áp v.v...) phải chú ý đến dòng điện định mức và điện áp định mức, chúng là các lượng đã quy định để cho phép máy làm việc lâu dài đảm bảo an toàn.

Đối với máy điện 3 pha dùng điện xoay chiều hình sin có ba loại công suất:

a) Công suất tác dụng (hữu công) ký hiệu là  $P$  đặc trưng cho sự biến đổi từ điện năng sang dạng năng lượng khác (cơ năng, nhiệt năng...). đây là công suất có ích thường ghi trên nhãn động cơ 3 pha, được tính:

$$P = \sqrt{3} U.I. \cos \varphi \text{ (đơn vị tính là W, kW).}$$

b) Công suất phản kháng (vô công) ký hiệu là  $Q$  đặc trưng cho quá trình trao đổi điện năng của điện từ trường (cuộn dây trong động cơ, máy biến áp tạo thành từ trường ở lõi từ), tính như sau:

$$Q = \sqrt{3} U.I. \sin \varphi \text{ (đơn vị tính là VAr, kVAr)}$$

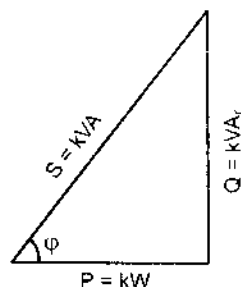
c) Công suất toàn phần (biểu kiến) ký hiệu là  $S$  đặc trưng cho khả năng thực hiện công của thiết bị điện thường ghi trên nhãn máy biến áp được tính là:

$$S = \sqrt{3} U.I \text{ (đơn vị tính là VA, kVA)}$$

Quan hệ giữa 3 loại công suất này được biểu thị bằng một tam giác vuông gọi là tam giác công suất (hình 5.8): cạnh huyền của nó bằng công suất biểu kiến tức là công suất toàn phần  $S$  của biến áp; cạnh bên kề với góc vuông là công suất có ích  $P$ ; còn cạnh đối diện là công suất vô công  $Q$ . Áp dụng định lý Pitago ta được:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Tỷ số giữa công suất tác dụng  $P$  và công suất toàn phần  $S$  gọi là hệ số công suất  $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ .



Hình 5.8. Tam giác công suất.

Khi sử dụng điện năng,  $\cos \varphi$  có ý nghĩa rất quan trọng. Hệ số này càng lớn, góc  $\varphi$  càng nhỏ thì công suất vô công  $Q$  càng nhỏ, do đó công suất tác dụng  $P$  càng lớn.

Trong việc sử dụng điện năng ở các công ty, nhà máy hệ số công suất  $\cos \varphi$  có một tầm quan trọng rất lớn. Giả sử 1 máy biến áp  $S = 100 \text{ kVA}$  cấp điện 3 pha 380V vào một phân xưởng:

– Nếu điện chỉ dùng để thắp đèn, đun nước, đốt lò nung (điện trở) thì  $\cos \varphi = 1$ , máy biến áp có thể cung cấp được công suất:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 1 = 100 \text{ kW}$$

trên đồng hồ ampe kế chỉ ở trị số  $I$  định mức.

– Nếu điện dùng để chạy các động cơ với  $\cos \varphi = 0,8$  thì biến áp sử dụng được công suất:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 0,8 = 80 \text{ kW}$$

trên đồng hồ ampe kế đã chỉ đến trị số  $I$  định mức.

– Trường hợp cấp điện cho máy hàn điện, động cơ điện non tải...  $\cos \varphi$  tụt xuống chỉ còn 0,3 thì máy biến áp chỉ còn cấp được công suất:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 0,3 = 30 \text{ kW}.$$

Mới chỉ dùng ít công suất (không cho phép  $I$  cao hơn nữa sẽ làm cháy máy) mà đồng hồ ampe kế đã chỉ đến trị số  $I_{dm}$ .

Qua đây ta thấy rõ nếu  $\cos \varphi$  của phụ tải cao thì sẽ sử dụng tốt khả năng của biến áp. Tổn hao trong biến áp, tổn hao trên đường dây tải điện giảm, đỡ lãng phí điện năng và công suất thiết bị.

Chính vì vậy, người ta phải tìm mọi biện pháp để nâng cao hệ số  $\cos \varphi$  như sử dụng lắp đặt hệ thống máy có  $\cos \varphi$  cao, dùng hết công suất thiết bị, bù  $\cos \varphi$  bằng tụ điện v.v...

## 5.8. VẬN HÀNH MÁY BIẾN ÁP 3 PHA

### 5.8.1. Kiểm tra, xử lý sự cố khi vận hành máy biến áp

Khi máy biến áp đã đưa vào làm việc, vận hành thì phải định kỳ kiểm tra, xem xét bên ngoài và ghi các chỉ số của các đồng hồ: V, A... Công suất không quá mức đã quy định.

Nội dung xem xét bên ngoài, thông thường gồm có (hình 5.1).

1. Kiểm tra màu sắc của dầu trong bình dầu phụ và trong các sứ có rỉ dầu không; kiểm tra màu sắc các hạt hút ẩm, kiểm tra mức dầu ở ống chỉ mức dầu và quan sát xem vỏ máy, các ống tản nhiệt có chỗ nào bị rò rỉ dầu ra không.

2. Kiểm tra các sứ của máy biến áp xem có sạch sẽ và có bị rạn nứt hay bị đánh lửa không.

3. Nghe xem tiếng kêu của máy biến áp có bình thường không.

4. Kiểm tra nhiệt độ dầu của máy biến áp trên nhiệt kế lắp ở máy biến áp.

5. Kiểm tra mặt kính của ống phòng nổ có còn nguyên vẹn không.

6. Kiểm tra tình trạng của cáp ngầm, phễu cáp có bị nứt chảy dầu cáp, các thanh dẫn biến màu không.

7. Kiểm tra động cơ làm mát bộ tản nhiệt (máy lớn) có hoạt động bình thường, sự thông gió có tốt không.

8. Nếu máy biến áp đặt trong trạm (phòng) phải kiểm tra tình trạng các cửa ra vào, cửa sổ, lỗ thông gió, đèn chiếu sáng sự cố v.v...

9. Quan sát hệ thống dây tiếp đất.

10. Kiểm tra các trang bị phòng cháy, chữa cháy.

• Thời hạn kiểm tra xem xét bên ngoài biến áp tùy theo điều kiện từng nơi, từng loại máy cụ thể theo quy trình vận hành của ngành điện quy định.

Ở những nơi không có người trực nhật đối với máy biến áp có công suất 1000kVA trở lên ít nhất 15 ngày kiểm tra một lần. Những biến áp dùng trong nhà máy mỗi đêm (ngày) kiểm tra ít nhất một lần.

Với nội dung kiểm tra ở trên, chú ý: màu sắc của dầu phải trong, không được có vẩn đục hoặc chuyển màu đen. Hạt hút ẩm còn tốt có màu trắng đục (hoặc xanh), nếu các hạt này biến màu chuyển sang màu trắng trong, hồng (hoặc đỏ, vàng) thì phải thay thế vì màu trắng trong, màu hồng (màu đỏ, vàng) chứng tỏ các hạt này đã bị nhiễm ẩm nặng.

Về tiếng kêu của máy biến áp, nếu có tiếng kêu đều đều là máy làm việc bình thường, nếu tiếng kêu gầm lên hoặc tiếng kêu thất thường là máy có sự cố. Sau đây là một số tiêu chuẩn vận hành:

– Máy biến áp sử dụng cách điện cấp A, nhiệt độ cho phép cao nhất là 105°C. Trong điều kiện nhiệt độ môi trường xung quanh là định mức (35°C hoặc 40°C) máy biến áp có thể vận hành thường xuyên ở công suất

định mức khi đó nhiệt độ cuộn dây sẽ không cao quá  $105^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ lớp dầu trên sẽ ở khoảng  $80^{\circ}\text{C}$ .

Trong bất cứ trường hợp nào cũng không cho phép nhiệt độ lớp dầu trên được cao quá  $90^{\circ}\text{C}$ .

– Điện áp đặt vào máy biến áp bằng hoặc thấp hơn định mức không gây hại gì cho máy; nếu điện áp này cao hơn định mức dù chỉ một trị số không lớn cũng đã làm tăng khá lớn tổn thất không tải và dòng điện không tải (tổn thất trong lõi thép tăng với tỷ lệ bình phương điện áp, dòng điện không tải còn tăng ở mức cao hơn nữa).

Tổn thất trong lõi thép tăng cao sẽ làm lõi thép quá nóng, do đó phá huỷ lớp cách điện giữa các lá thép, làm cháy lõi dẫn từ, cuộn dây. Dòng điện không tải tăng quá cao, trong đó các thành phần sóng điều hòa bậc cao của dòng điện không tải sẽ tăng vọt, nên làm biến dạng hình dáng và tăng trị số biên độ của đường cong điện áp. Hiện tượng này rất nguy hiểm cho cách điện cuộn dây. Do đó trong vận hành chỉ cho phép điện áp đặt vào máy biến áp theo nấc điều chỉnh ở bộ chuyển mạch (số 1 ở hình 5.1) không được cao quá 5% điện áp định mức. Ở mức này tổn thất trong lõi thép tăng khoảng 10%, nếu giả thiết tổn thất trong dây đồng lớn gấp 2 tổn thất trong lõi thép thì tổn thất chung trong máy biến áp chỉ tăng 3%, khi đó chưa gây nguy hại cho máy biến áp. Tốt nhất là nên đặt nấc chuyển mạch ở điện áp định mức.

Dưới đây là một số hiện tượng không bình thường cần tách máy biến áp ra khỏi vận hành:

1. Máy kêu mạnh không đều và rung chuyển bên trong.
2. Nhiệt độ của máy tăng lên bất thường, tăng quá quy định trong điều kiện làm mát tốt và phụ tải định mức.
3. Dầu tràn ra ngoài bình dầu phụ hoặc vỡ mặt kính ống phòng nổ.
4. Mức dầu hạ thấp dưới vạch quy định trên bình dầu phụ và còn tiếp tục hạ thấp nữa.
5. Màu sắc của dầu thay đổi đột ngột.
6. Các sứ bị vỡ và rạn nứt, bị phóng điện bề mặt.
7. Trong dầu có nhiều than, nước, chất cơ học, có phản ứng axit hóa, độ cách điện của dầu hạ thấp tiêu chuẩn, nhiệt độ chớp cháy của dầu giảm quá  $5^{\circ}\text{C}$  so với những lần thí nghiệm trước (xem bảng 21).
8. Khi rơi le tác động cắt điện vào máy hoặc cầu chì nỡ phải ngừng

máy, kiểm tra thí nghiệm đầy đủ trước khi quyết định có đóng điện cho biến áp làm việc lại hay không.

Nếu máy biến áp bị cắt điện do quá tải, do ngắn mạch bên ngoài hoặc do role bảo vệ tác động sai thì có thể cho đóng điện vào máy để làm việc trở lại ngay. Nếu do role hơi hoặc rơ le so lệch tác động cắt máy biến áp thì phải kiểm tra cẩn thận, vì đó là hai loại bảo vệ hư hỏng trong máy.

9. Rơ le hơi (rơ le khí) thường được lắp trên đường ống nối từ bình dầu phụ (bình dẫn dầu) xuống thùng dầu ở những máy biến áp công suất khoảng 630kVA trở lên. Có nhiều kiểu role hơi cấu tạo khác nhau, loại thường gặp là một bình sắt phía trong gồm 2 phao nổi với bầu thuỷ tĩnh. Bình thường ở trong bình role đầy dầu thì các phao này nổi lên, hai đôi tiếp điểm kiểu thuỷ ngân gắn với phao ở trạng thái mở.

Khi có sự cố nhẹ trong ruột máy biến áp vì trong dầu có lẫn khí lọt vào, lượng không khí này dần dần nổi lên trên mặt và đi vào role hơi, hoặc do bị rò rỉ mức dầu bị giảm, khi máy vận hành nóng sẽ dẫn không khí tập trung lên phía trên, đẩy mức dầu trong role thấp xuống làm phao thứ nhất nghiêng đi đóng tiếp điểm cấp điện cho đèn đỏ sáng lên hoặc còi kêu báo sự cố.

Trường hợp này thợ vận hành phải cắt điện rồi xử lý bằng cách xả khí (lượng khí trong dầu sẽ thoát ra nhanh nếu tạo được áp suất trên mặt dầu bằng cách hút chân không từ phía trên bình dầu phụ). Nếu dầu cạn phải đổ thêm dầu đến vạch quy định (nhìn vạch chỉ mức dầu ở cửa sổ lắp kính của bình role). Sau đó đóng điện vào máy cho làm việc lại.

10. Nếu có sự cố nghiêm trọng bên trong ruột máy biến áp do các vòng dây sơ cấp hoặc thứ cấp bị hỏng cách điện, bị phóng điện, bị ngắn mạch; do vỡ cách điện giữa các bulông ép gông; xà ép lõi từ; do sự cố cách điện giữa các lá tôn chập nhau làm tăng tổn hao; dầu cạn, chất lượng dầu cách điện kém ... khi vận hành dầu bị phân tích và sinh khí, tốc độ luồng khí bốc ra lớn đẩy mạnh phao thứ hai nghiêng đi đóng tiếp điểm để cắt điện vào máy biến áp. Ưu điểm của role hơi là có thể tác động ở tất cả các dạng hỏng phía trong thùng dầu máy biến áp với độ nhạy cao.

Role hơi cũng có thể tác động khi có chập mạch phía ngoài đường dây, do các cuộn dây bị nóng quá mức làm dầu bốc hơi. Nên phải chỉnh định role không làm việc sự cố ngoài. Vì sự tác động của role hơi do rất nhiều nguyên nhân như đã nêu trên, người vận hành cần phân tích thật chính xác nguyên nhân sự cố, lấy mẫu dầu trong máy biến áp đem đi hoá nghiệm để kết luận hư hỏng rồi hãy tiến hành rút ruột máy biến áp ra để sửa chữa.

**Bảng 21. TIÊU CHUẨN KIỂM TRA DẦU MÁY BIẾN ÁP**

| TT | Tính chất vật lý và hóa học                             | Dầu mới | Dầu đang vận hành |
|----|---------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| 1  | Sức chịu đựng cách điện (phóng điện) với U = 35 kV      | 40kV    | 35kV              |
|    | Sức chịu đựng cách điện (phóng điện) với U = 6–20kV (*) | 30kV    | 25kV              |
|    | Sức chịu đựng cách điện (phóng điện) với U < 6kV        | 25kV    | 20kV              |
| 2  | Lượng axit (mg KOH/cc dầu) không quá (**)               | 0,5     | 0,4               |
| 3  | Ở 20°C độ nhớt không quá (Engle)                        | 5       |                   |
| 4  | Ở 50°C độ nhớt không quá (Engle)                        | 1,8     |                   |
| 5  | Độ bắt lửa không dưới °C                                | 135     | 135               |
| 6  | Độ đông đặc không dưới °C                               | –45     |                   |
| 7  | Natri thử không quá                                     | 2       |                   |
| 8  | Tro % không quá                                         | 0,005   | 0,017             |
| 9  | Các tạp chất, axit và kiềm tan trong dầu                | 0       | 0                 |
| 10 | Tính ổn định chất ôxy hóa lỏng % không quá              | 0,36    |                   |

(\*) Kết quả thử so với lần trước không được dưới  $\leq 50\%$ .

(\*\*) Lượng axit lên tới 0.6 mg KOH/cc thì phải tái sinh dầu hoặc thay mới.

### 5.8.2. Đóng và cắt điện vào máy biến áp có điện cao áp

Về thao tác, đóng cắt điện cho máy biến áp phải tuân theo quy định dưới đây:

1. Đóng điện vào máy biến áp phải tiến hành từ phía cung cấp điện đến nơi có rơle bảo vệ và phải dùng máy cắt để đóng (hoặc cắt).

2. Những biến áp phía cao áp có lắp máy cắt điện, hạ áp đặt cầu dao thì khi cắt điện phải cắt cầu dao trước; còn khi đóng phải đóng máy cắt điện trước, đóng cầu dao phía hạ áp sau.

3. Bất cứ một biến áp nào đóng mở dưới trạng thái có công suất đều phải dùng máy cắt điện.

4. Nếu không có máy cắt điện, có thể dùng cầu dao cách ly 3 pha có bộ truyền động cơ khí hoặc có bộ truyền động điện để đóng cắt dòng điện không tải các máy biến áp công suất tới:

– 750 kVA điện áp định mức từ 10kV trở xuống.

– 5600 kVA, điện áp định mức đến 20kV.

– 31500 kVA, điện áp định mức đến 110kV.

**Chú ý:** Khi đóng và cắt dòng điện không tải những máy biến áp có điện áp định mức từ 35kV trở lên với công suất giới hạn kể trên chỉ được

phép sử dụng những dao cách ly hoặc dao tự cách ly (OD) ba pha đặt nằm ngang loại ngoài trời. Nhưng dao cách ly hoặc tự cách ly ấy phải có khoảng cách giữa các pha ít nhất là 2 mét đối với điện áp 110 kV và 1,6 mét đối với điện áp 35kV.

Khi tiến hành những thao tác như vậy phải thực hiện những biện pháp an toàn như: đeo găng tay, ủng cách điện và ghe cách điện phù hợp với điện áp để bảo vệ an toàn cho người thao tác.

5. Tuỳ theo điện áp đặt vào máy biến áp mà thay đổi nấc điện áp ở bộ chuyển mạch đặt trên nắp máy biến áp cho phù hợp (số 1 ở hình 5.1); trước khi thay đổi nấc điện áp phải cắt điện vào máy (việc này phải do công nhân sửa chữa thực hiện dưới sự giám sát của thợ thường trực).

Sau khi chuyển nấc cần kiểm tra vị trí của bộ chuyển mạch xem đã đúng chưa, các nấc có tiếp xúc tốt không, điện trở 3 pha có đều nhau không bằng vạn năng kế.

Đối với những máy biến áp có bộ điều chỉnh nấc điện áp dưới tải phải căn cứ vào tài liệu của nhà chế tạo để thực hiện.

## **5.9. MỘT VÀI KINH NGHIỆM VỀ SỬA CHỮA NHỎ (TIỂU TU) MÁY BIẾN ÁP 3 PHA**

Máy biến áp điện lực 3 pha, nếu vận hành tuân thủ tất cả những trị số định mức và những điều hướng dẫn thì máy rất bền, sử dụng được từ 20÷30 năm trở lên mới bị hư hỏng lớn. Ngoài những sự cố do sét đánh, do vận hành quá tải lâu dài (về mùa đông nhiệt độ lớp dầu tới 80°C cho phép quá tải 1,3 lần  $I_{dm}$  trong 120 phút) do ngắn mạch đường dây, do sứ vỡ... thường gặp những hư hỏng nhỏ như:

- Đứt dây ở phía sơ cấp (cao áp), ở ngay đầu cọc đầu dây.
- Phía cao áp bị chạm mát, thường là do đứt dây ở các cọc, đầu dây chạm ra ngoài vỏ.
- Nấc điều chỉnh máy biến áp bị hỏng.

Nguyên nhân những hư hỏng này thường do tiếp xúc xấu giữa dây ra và ty sứ làm nóng mối nối, dần dần làm đứt dây, do các êcu bắt không chặt, do máy vận hành lâu ngày dần dần các êcu bị tự rơi lỏng ra, cũng có thể do quá trình vận chuyển các đầu dây này bị lắc mạnh, dây nhỏ dễ bị đứt rời hoặc đứt ngầm ở các đầu cọc nối lên sứ cách điện hoặc các đầu dây nối lên các chuyển mạch điều chỉnh điện áp, hoặc có thể do sét đánh

bị nổ đứt dây sơ cấp. Tất cả những hư hỏng nhỏ trên đều phải tiến hành rút ruột máy biến áp để sửa chữa theo các bước sau:

- Chuẩn bị đầy đủ giá đỡ, palăng, mỏ lết, thùng sạch đựng dầu, gỗ kê ruột máy.

- Tháo bớt dầu trong máy biến áp ra cho tới khi dầu xuống dưới nắp máy.

- Tháo các bulông nắp máy và tiến hành rút ruột máy biến áp lên.

Ở những máy biến áp có cấu tạo nhắc riêng được nắp máy (máy Liên Xô cũ), trên nắp không hàn khay móc thì phải thận trọng. Khi đó nắp được tháo ra riêng, còn ruột vẫn ở trong thùng dầu trên khung từ có hàn 2 khay để kéo ruột riêng. Trường hợp này phải hết sức chú ý kéo làm hỏng bộ chuyển mạch. Cách làm như sau:

- Tháo hết các êcu ở đầu sứ bên sơ cấp (cao áp), lấy gỗ gõ tụt các cọc bulông cao áp xuống.

- Dùng tay nhắc nắp máy lên cao độ 20cm rồi lấy gỗ sạch kê cho nắp máy ở vị trí đó.

- Thò tay dùng mỏ lết nhỏ vặn tháo 9 đầu dây đấu vào chuyển mạch điều chỉnh ra, đánh dấu vị trí cẩn thận để sau khi chữa xong đấu vào đỡ phải dò lại.

- Tháo 4 đầu dây phía hạ áp ra.

Sau đó có thể yên tâm nhắc hẳn nắp máy ra ngoài nhẹ nhàng và tiến hành sửa chỗ dây đứt, sửa chuyển mạch theo yêu cầu.

Thực ra rút ruột máy biến áp loại này tuy có cầu kỳ nhưng lại nhẹ nhàng hơn, nếu chỉ sửa chỗ đứt dây trên chân sứ, sửa chuyển mạch thì khi rút nắp ra không cần phải có palăng, sửa được tại chỗ, rút ngắn được thời gian thi công.

Ở những máy nắp có hàn khay móc thì sau khi tháo hết bulông, dùng palăng nhắc nắp máy lên cao độ 50cm, giữ palăng ở vị trí cố định, dùng đệm gỗ sạch kê cẩn thận để phòng palăng bị sự cố tuột bất thường. Sau đó xem xét cẩn thận và tiến hành sửa chữa.

- Nếu dây đứt sát chỗ uốn khay thì làm một khay khác bằng đồng lá có lỗ vừa với ty sứ xuyên hoặc lỗ bulông chuyển mạch theo kiểu đầu cốt kẹp chặt lại rồi hàn thiếc thật ngấu; nếu đoạn dây đứt ngắn thì phải nối dài thêm bằng đoạn dây khác, cạo sạch, nối chặt chẽ và hàn thiếc chắc chắn.

(Để hàn các đầu dây cao và hạ áp máy biến áp hiện nay, người ta đều hàn bằng đồng phốt pho. Đây là loại que hàn có 7,5% phốt pho, còn lại là đồng, nhiệt độ chảy là 715°C, mối hàn rất bảo đảm về mặt cơ học và dẫn điện tốt).

Sau khi hàn xong, ngoài những hạng mục kiểm tra khác, trước khi hạ ruột máy biến áp xuống phải kiểm tra điện trở một chiều các cuộn dây (chú ý cuộn dây có đoạn nối thêm); so sánh với số liệu của nhà chế tạo, nếu sai số quá lớn phải tìm nguyên nhân xử lý kịp thời.

Dùng megaôm kế 2500V đo điện trở cách điện và hệ số hấp thụ ở nhiệt độ 20°C:  $\frac{R_{60''}}{R_{15''}} \geq 1,3$  là máy khô.

Những máy biến áp nếu phải rút ruột lên để sửa thì cần kiểm tra mức độ cách điện của các bulông xuyên lõi bằng megaôm kế 1000V.

Điện trở cách điện giữa bulông với lõi trên 1MΩ là được. Nếu nhỏ hơn, phải tiến hành xử lý vì bu lông xuyên lõi đã bị hỏng cách điện do bị hút ẩm hoặc do máy vận hành rung động lâu ngày êcu bị lỏng dần tuột ra va đập làm hỏng cách điện bọc quanh bulông (hoặc ống cách điện). Tại chỗ hỏng, dòng điện "Fucô" sẽ làm nóng cục bộ. Hiện tượng này để lâu ngày sẽ làm già cách điện quanh chỗ bị sự cố, giảm tuổi thọ máy biến áp. Cần phải thay thế giấy hoặc ống cách điện<sup>(1)</sup>.

– Máy biến áp cũng hay bị rò dầu ở chân các sứ xuyên do các đệm cao su bị nứt, hỏng hoặc lâu ngày cao su bị co giãn làm dầu rò ra ướt mặt máy (ống chỉ mức dầu bị tụt xuống) hoặc do vận chưa chặt. Nếu cao su đệm bị hỏng phải thay thế, nếu ty sứ bắt chưa chặt phải vận xiết chặt vào. Khi sửa chữa chỉ được vận êcu mà không được xoay ty sứ, muốn vậy phải có dụng cụ hãm ty sứ, dùng 2 êcu "công" để giữ chặt ty sứ. Vận êcu ôvan hãm phải từ từ, thận trọng kéo quá tay làm nứt sứ xuyên.

Sau khi sửa chữa xong sự cố, kiểm tra các tiêu chuẩn đạt yêu cầu thì hạ ruột xuống và bắt chặt nắp máy lại. Phải bắt chéo góc đều đặn đảm bảo độ kín toàn bộ máy biến áp.

---

<sup>(1)</sup> Có thể kiểm tra bằng trực quan: Cách điện tốt thì khi ấn tay vào rồi buông tay ra lại trở về vị trí cũ. Cách điện kém thì khi ấn tay vào lớp cách điện, sau đó nó không trở về vị trí cũ (hơi giòn). Cách điện bị hỏng khi ta sờ tay vào thấy cứng khô và giòn. Ấn tay vào cách điện sẽ bong ra từng mảng, vỡ vụn. Cách điện bị hỏng còn do dùng quá tải lâu ngày, do dầu bị biến chất, có cặn tạp chất biến thành keo mủn bám vào lõi sắt, đây làm máy tản nhiệt kém đi.

Tất cả các ống đổ dầu, nắp bầu dầu phụ, ống nhìn dầu v.v... đều phải đảm bảo thật kín. Như vậy mới có thể ngăn hơi ẩm không vào cuộn dây, vì khi hơi ẩm lọt vào máy nó có thể xuyên qua dầu vào đến tận các cuộn dây làm cho cách điện của máy bị giảm xuống rất nhanh.

Trong máy biến áp, mạch từ và chi tiết như xà ép gông, bulông... đều được nối đất thông qua vỏ hoặc nắp, bởi vậy khi sửa chữa xong phải bắt dây nối đất thật chặt chẽ vào chỗ cũ trên vỏ hoặc nắp. Từ vỏ máy người ta sẽ nối xuống hệ thống tiếp đất của trạm biến áp.

*Chú ý:* Phải chuẩn bị đầy đủ dụng cụ vật liệu sẵn (cố chọn ngày nắng khô ráo, độ ẩm, không khí  $\leq 75\%$ ), bố trí sao cho thời gian mở nắp máy ra (ruột máy phải được đặt ở nơi cao ráo, sạch sẽ, có phương tiện che mưa, bụi bẩn) sửa chữa xong là ngắn nhất.

Nếu thời gian sửa chữa nhỏ không quá với trị số dưới đây, máy biến áp có thể cho thêm dầu vào vận hành mà không cần phải sấy lại:

- Máy biến áp 35 kV không được quá 24 giờ.
- Máy biến áp 110kV và cao hơn không quá 16 giờ.

Đây là những hư hỏng mà đơn vị sửa chữa có thể giải quyết tại chỗ, còn khi cần trung đại tu thì phải tuân theo "Quy phạm vận hành và sửa chữa máy biến áp điện lực" do ngành Điện lực ban hành.

Việc trung đại tu máy biến áp cần phải đem về những đơn vị chuyên ngành đảm nhiệm vì sau khi sửa xong phải làm rất nhiều thí nghiệm như:

1. Phải thí nghiệm sức chịu đựng điện áp (thử cao áp) và phân tích hóa học dầu cách điện trong máy biến áp.
2. Kiểm tra mạch sơ, thứ cấp và đo điện trở cách điện các cuộn dây.
3. Phải đo điện trở cách điện của bulông, của tôn với mát.
4. Đo điện trở của các cuộn dây (với cao áp cần đo ở cả các nấc chuyển mạch).
5. Kiểm tra hệ thống làm nguội.
6. Kiểm tra tổ nối dây và tỷ số biến áp K.
7. Thử ngắn mạch để xác định  $U_n\%$ .
8. Thử tổn hao không tải, tổn hao ngắn mạch.
9. Thử định pha của máy biến áp.
10. Kiểm tra các đồng hồ đo, đếm, các role v.v...

**Bảng 22. MỘT SỐ THÔNG SỐ CỦA MÁY BIẾN ÁP 3 PHA**  
DO CTY TĐĐ ĐÔNG ANH CHẾ TẠO (TỔ NỐI DÂY Y/Y<sub>0</sub> - 0 HOẶC Δ/Y<sub>0</sub> - 11)

| Công suất định mức (kVA) | U <sub>dm</sub> (kV) | Tổn hao (W) |        | Dòng không tải I <sub>0</sub> (%) | Điện áp ngắn mạch U <sub>n</sub> (%) | Trọng lượng |              |
|--------------------------|----------------------|-------------|--------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------|
|                          |                      | Không tải   | Có tải |                                   |                                      | Dầu (lít)   | Toàn bộ (kg) |
| 1                        | 2                    | 3           | 4      | 5                                 | 6                                    | 7           | 8            |
| 25                       | 6,3/0,4; 10/0,4      | 120         | 500    | 2                                 | 4                                    | 110         | 390          |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 120         | 500    | 2                                 | 4                                    | 130         | 390          |
|                          | 35/0,4               | 140         | 510    | 2                                 | 4,5                                  | 180         | 500          |
| 30<br>(31,5)             | 6,3/0,4; 10/0,4      | 125         | 600    | 2                                 | 4                                    | 120         | 390          |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 125         | 600    | 2                                 | 4                                    | 140         | 450          |
|                          | 35/0,4               | 150         | 610    | 2                                 | 5                                    | 260         | 610          |
| 50                       | 6,3/0,4; 10/0,4      | 185         | 850    | 1,8                               | 4                                    | 140         | 560          |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 185         | 850    | 1,8                               | 4                                    | 180         | 660          |
|                          | 35/0,4               | 215         | 880    | 1,8                               | 5                                    | 304         | 810          |
| 63 (75)                  | 6,3/0,4; 10/0,4      | 235         | 1200   | 1,8                               | 4                                    | 260         | 680          |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 235         | 1250   | 1,8                               | 4                                    | 270         | 730          |
|                          | 35/0,4               | 270         | 1300   | 1,8                               | 5                                    | 310         | 840          |
| 100 (125)                | 6,3/0,4; 10/0,4      | 310         | 1700   | 1,8                               | 4                                    | 290         | 750          |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 325         | 1700   | 1,8                               | 4                                    | 300         | 790          |
|                          | 35/0,4               | 350         | 1750   | 1,8                               | 5                                    | 320         | 910          |
| 160 (180)                | 6,3/0,4; 10/0,4      | 450         | 2100   | 1,7                               | 4                                    | 300         | 1202         |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 450         | 2150   | 1,7                               | 4                                    | 330         | 1080         |
|                          | 35/0,4               | 510         | 2250   | 1,7                               | 5                                    | 420         | 1350         |
| 250                      | 6,3/0,4; 10/0,4      | 640         | 3000   | 1,7                               | 4                                    | 370         | 1220         |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 650         | 3050   | 1,7                               | 4                                    | 380         | 1250         |
|                          | 35/0,4               | 750         | 3200   | 1,7                               | 5                                    | 400         | 1580         |
| 320                      | 6,3/0,4; 10/0,4      | 700         | 3670   | 1,6                               | 4                                    | 390         | 1480         |
|                          | 15/0,4; 22/0,4       | 700         | 3670   | 1,6                               | 4                                    | 400         | 1600         |
|                          | 35/0,4               | 790         | 3880   | 1,6                               | 5                                    | 460         | 1890         |

| 1         | 2               | 3    | 4     | 5   | 6   | 7    | 8    |
|-----------|-----------------|------|-------|-----|-----|------|------|
| 490       | 6,3/0,4; 10/0,4 | 840  | 4460  | 1,5 | 4   | 410  | 1800 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 850  | 4500  | 1,5 | 4   | 460  | 2110 |
|           | 35/0,4          | 920  | 4600  | 1,5 | 5   | 520  | 2650 |
| 500 (560) | 6,3/0,4; 10/0,4 | 940  | 5210  | 1,5 | 4   | 560  | 2400 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 960  | 5270  | 1,5 | 4   | 630  | 2600 |
|           | 35/0,4          | 1060 | 5470  | 1,5 | 5   | 710  | 2950 |
| 630       | 6,3/0,4; 10/0,4 | 1100 | 6100  | 1,4 | 4,5 | 680  | 2510 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 1150 | 6040  | 1,4 | 4,5 | 690  | 2720 |
|           | 35/0,4          | 1250 | 6210  | 1,4 | 4,5 | 900  | 3020 |
| 750       | 6,3/0,4; 10/0,4 | 1200 | 6590  | 1,4 | 4,5 | 800  | 3310 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 1220 | 6680  | 1,4 | 4,5 | 840  | 3360 |
|           | 35/0,4          | 1350 | 7100  | 1,4 | 5,5 | 940  | 3570 |
| 1000      | 6,3/0,4; 10/0,4 | 1550 | 9000  | 1,3 | 5   | 1040 | 4040 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 1570 | 9500  | 1,3 | 5   | 1100 | 4110 |
|           | 35/0,4          | 1680 | 10000 | 1,3 | 6   | 1440 | 4750 |
| 1250      | 6,3/0,4; 10/0,4 | 1710 | 12800 | 1,2 | 5,5 | 1300 | 4650 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 1720 | 12910 | 1,2 | 5,5 | 1340 | 4980 |
|           | 35/0,4          | 1810 | 13900 | 1,2 | 6,5 | 1480 | 5110 |
| 1600      | 6,3/0,4; 10/0,4 | 2100 | 15500 | 1,1 | 5,5 | 1550 | 5100 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 2100 | 15700 | 1,1 | 5,5 | 1650 | 5320 |
|           | 35/0,4          | 2400 | 16000 | 1,1 | 6,5 | 1750 | 5910 |
| 1800      | 6,3/0,4; 10/0,4 | 2400 | 18020 | 0,9 | 6   | 1680 | 5820 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 2420 | 18110 | 0,9 | 6   | 1720 | 6100 |
|           | 35/0,4          | 2500 | 18900 | 0,9 | 6,5 | 2150 | 6350 |
| 2000      | 6,3/0,4; 10/0,4 | 2700 | 18400 | 0,9 | 6   | 2100 | 6210 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 2720 | 18800 | 0,9 | 6   | 2230 | 6540 |
|           | 35/0,4          | 2850 | 19400 | 0,9 | 6,5 | 2470 | 6820 |
| 2500      | 6,3/0,4; 10/0,4 | 3250 | 20000 | 0,8 | 6   | 2360 | 6710 |
|           | 15/0,4; 22/0,4  | 3300 | 20410 | 0,8 | 6   | 2480 | 6940 |
|           | 35/0,4          | 3400 | 21000 | 0,8 | 6,5 | 2570 | 7800 |

**Bảng 23. ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT CỦA MÁY BIẾN ÁP 3 PHA KÝ HIỆU TM  
DO LIÊN XÔ (CŨ) CHẾ TẠO, CÓ HẠ ÁP RA 400V VÀ 230V**

| Công suất<br>(kVA) | Điện áp<br>$U_1$ (kV) | Tổn hao              |                      | Dòng<br>không<br>tải<br>$I_0$ (%) | Điện<br>áp<br>ngắn<br>mạch<br>$U_n$ (%) | Trọng lượng  |                 |
|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------|
|                    |                       | Không<br>tải<br>(kW) | Ngắn<br>mạch<br>(kW) |                                   |                                         | Dầu<br>(lít) | Toàn bộ<br>(kg) |
| 25                 | 6,10                  | 0,12                 | 0,6                  | 5,5                               | 4,5                                     | 130          | 395             |
| 40                 | 6,10                  | 0,17                 | 0,88                 | 5                                 | 4,5                                     | 160          | 470             |
| 63                 | 6,10                  | 0,25                 | 1,25                 | 4,5                               | 4,5                                     | 190          | 590             |
| 63                 | 20                    | 0,28                 | 1,28                 | 5,5                               | 4,5                                     | 250          | 700             |
| 100                | 6,10                  | 0,34                 | 1,97                 | 4                                 | 4,5                                     | 200          | 750             |
| 160                | 6,10                  | 0,54                 | 2,75                 | 5,5                               | 4,5                                     | 310          | 1095            |
| 160                | 20,35                 | 0,66                 | 2,75                 | 5                                 | 6,5                                     | 575          | 1660            |
| 250                | 6,10                  | 0,78                 | 3,9                  | 3,5                               | 4,5                                     | 385          | 1425            |
| 250                | 20,35                 | 0,96                 | 3,9                  | 4,5                               | 6,5                                     | 710          | 2000            |
| 400                | 6,10                  | 1,08                 | 5,5                  | 3                                 | 4,5                                     | 485          | 1890            |
| 400                | 20,35                 | 1,35                 | 5,5                  | 4                                 | 6,5                                     | 800          | 2650            |
| 630                | 6,10                  | 1,6                  | 7,6                  | 3                                 | 5,5                                     | 685          | 2650            |
| 630                | 20,35                 | 1,9                  | 7,6                  | 4                                 | 6,5                                     | 1000         | 3100            |
| 1000               | 6,10                  | 3,3                  | 12,2                 | 5                                 | 5,5                                     | 1540         | 4690            |
| * 63               | 6,10                  | 0,25                 | 1,25                 | 4,5                               | 4,5                                     | 590          | 190             |
| * 100              | 6,10                  | 0,34                 | 1,97                 | 4                                 | 4,5                                     | 250          | 800             |
| * 1000             | 6,10                  | 3,3                  | 12,2                 | 5                                 | 5,5                                     | 1540         | 4690            |

(\*) Ký hiệu TMH: Biến áp dầu điều chỉnh được điện áp khi mang tải.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Бонев – *Малки и специални трансформатори С "Теника"* – Сория, 1984.
2. И.Соколов – П.Гусин – *Руководс тво для сварщиков строек.* Московский Равоции, 1971.
3. Đỗ Ngọc Long – *Sửa chữa chế tạo biến áp dân dụng và công nghiệp.* NXB Khoa học Kỹ thuật, 2004.
4. E.G. Minxke – A.M. Đumkov – I.V.Silis – *Thợ quấn dây máy biến áp.* Bản dịch của NXB Công nhân kỹ thuật, 1985.
5. Nguyễn Đức Sỹ – *Sửa chữa máy điện và máy biến áp.* NXB Giáo dục, 2007.
6. A.M. Ganelin – E.L.Saxơ – *Sổ tay thợ điện trẻ nông nghiệp.* NXB "MIR" Maxcova, 1983. Bản dịch của NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
7. Đặng Văn Đào – Trần Khánh Hà – Phạm Hồng Thanh – *Giáo trình Máy điện.* NXB Giáo dục, 2002.
8. Cataloge chào hàng của các hãng thuộc các nước và vùng lãnh thổ: Hàn Quốc – Trung Quốc – Đài Loan – Pháp – Phần Lan – Mỹ – Việt Nam.

# MỤC LỤC

|                   |   |
|-------------------|---|
| Lời nói đầu ..... | 3 |
|-------------------|---|

## Chương 1

### SỬA CHỮA MÁY BIẾN ÁP DÙNG TRONG VỎ TUYẾN ĐIỆN

|                                                              |   |
|--------------------------------------------------------------|---|
| 1.1. Khái niệm về các loại máy biến áp.....                  | 5 |
| 1.2. Sửa chữa máy biến áp dùng trong đồ điện và điện tử..... | 6 |
| 1.3. Một số kinh nghiệm sửa chữa máy biến áp nhỏ.....        | 7 |
| 1.4. Quán lại các biến áp nhỏ.....                           | 9 |

## Chương 2

### MÁY BIẾN ÁP ĐIỆN LỰC

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Máy biến áp một pha.....                           | 16 |
| 2.2. Những bộ phận cấu tạo chủ yếu của máy biến áp..... | 18 |
| 2.3. Tính toán trong việc sửa chữa máy biến áp.....     | 24 |
| 2.4. Tính toán lại biến áp chỉ còn lõi từ.....          | 25 |
| 2.5. Thiết kế biến áp nhỏ theo bảng lập sẵn.....        | 27 |
| 2.6. Cách làm khuôn quấn biến áp công suất nhỏ.....     | 32 |

## Chương 3

### BIẾN ÁP ĐIỆN LỰC MỘT PHA – CHẤN LƯU – BIẾN ÁP TỰ NGẪU – ỔN ÁP – BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Tính toán máy biến áp cho chỉnh lưu.....                   | 35 |
| 3.2. Máy biến áp có mạch tự động nạp cho ắc quy.....            | 37 |
| 3.3. Bộ nạp điện sử dụng biến áp cao tần.....                   | 38 |
| 3.4. Thiết kế chấn lưu sắt từ cho đèn huỳnh quang.....          | 39 |
| 3.5. Tính toán biến áp tự ngẫu tăng điện áp (loại cố định)..... | 44 |
| 3.6. Quấn biến áp tăng giảm điện có bộ tự ngắt khi quá áp.....  | 45 |
| 3.7. Ổn áp điện xoay chiều – phân loại và ứng dụng.....         | 51 |
| 3.8. Ổn áp cơ điện tử.....                                      | 52 |
| 3.9. Ổn áp sắt từ.....                                          | 56 |
| 3.10. Bộ ổn áp điện xoay chiều điện tử.....                     | 58 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.11. Chọn và tính biến áp xung điều khiển thyristo ..... | 60 |
| 3.12. Máy biến áp đo lường.....                           | 62 |
| 3.13. Tự chế mỏ hàn điện nóng nhanh (kiểu biến áp).....   | 67 |

#### **Chương 4**

### **CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP HÀN**

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1. Hàn điện và thiết bị để hàn.....                                        | 70  |
| 4.2. Máy biến áp hàn có cuộn cảm (riêng hoặc chung) .....                    | 72  |
| 4.3. Máy biến áp hàn điều chỉnh theo cấp (đổi cầu).....                      | 73  |
| 4.4. Máy biến áp hàn có mạch từ rẽ.....                                      | 77  |
| 4.5. Máy biến áp hàn có cuộn dây di động .....                               | 79  |
| 4.6. Máy biến áp hàn 3 pha dùng để hàn điện hồ quang tay (điện một chiều) .. | 82  |
| 4.7. Máy biến áp hàn 3 pha dùng để hàn bán tự động .....                     | 85  |
| 4.8. Máy biến áp hàn 3 pha dùng để hàn tự động.....                          | 89  |
| 4.9. Máy hàn điểm.....                                                       | 91  |
| 4.10. Máy hàn đổi đầu .....                                                  | 95  |
| 4.11. Máy hàn đổi đầu HĐ75 .....                                             | 98  |
| 4.12. Máy hàn đường (hàn lăn) .....                                          | 101 |
| 4.13. Sử dụng sửa chữa các loại máy biến áp hàn.....                         | 104 |

#### **Chương 5**

### **MÁY BIẾN ÁP 3 PHA**

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1. Cấu tạo của máy biến áp 3 pha .....                                   | 107 |
| 5.2. Các kiểu đấu dây của máy biến áp 3 pha .....                          | 109 |
| 5.3. Tổ nối dây quấn của máy biến áp 3 pha.....                            | 111 |
| 5.4. Kiểm tra tổ nối dây của máy biến áp .....                             | 113 |
| 5.5. Thí nghiệm ngắn mạch và không tải .....                               | 116 |
| 5.6. Máy biến áp 3 pha vận hành song song (hoà điện).....                  | 118 |
| 5.7. Các loại công suất của máy biến áp và hệ số cos $\phi$ .....          | 120 |
| 5.8. Vận hành máy biến áp 3 pha .....                                      | 121 |
| 5.9. Một vài kinh nghiệm về sửa chữa nhỏ (tiểu tu) máy biến áp 3 pha ..... | 126 |

*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

*Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:*

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc CTCP Sách ĐH-DN

TRẦN NHẬT TÂN

*Biên tập và sửa bản in:*

NGUYỄN DUY MẠNH

*Trình bày bìa:*

HỒNG NHUNG

*Chế bản:*

ĐINH XUÂN DỪNG

---

## **SỬA DỤNG VÀ SỬA CHỮA CÁC LOẠI MÁY BIẾN ÁP NHỎ**

**Mã số: 7B690y9 – DAI**

In 1.000 cuốn (QĐ:04), khổ 16 x 24cm. Tại Nhà in Hà Nam

Số 29 - Đường Lê Hoàn - TP. Phủ Lý - Hà Nam

Số in: 497. Số ĐKKH xuất bản: 04/2009/CXB/234-2117/GD

In xong và nộp lưu chiểu tháng 1 năm 2009.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ  
**HEVOBCO**  
25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI  
Website : [www.hevobco.com.vn](http://www.hevobco.com.vn)

**TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT  
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

- |                                                                            |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>1. Bài tập Kỹ thuật điện</b>                                            | <i>Đặng Văn Đào</i>   |
| <b>2. Sửa chữa và quấn lại động cơ điện</b>                                | <i>Bùi Văn Yên</i>    |
| <b>3. Hỏi đáp về Điện - Điện tử dân dụng</b>                               | <i>Bùi Văn Yên</i>    |
| <b>4. Công nghệ chế tạo thiết bị điện</b>                                  | <i>Nguyễn Đức Sỹ</i>  |
| <b>5. Cơ sở lý thuyết tính toán và thiết kế<br/>hệ thống cung cấp điện</b> | <i>Phan Đăng Khải</i> |
| <b>6. Giáo trình Lưới điện</b>                                             | <i>Trần Bách</i>      |
| <b>7. Máy điện 1</b>                                                       | <i>Bùi Đức Hùng</i>   |
| <b>8. Máy điện 2</b>                                                       | <i>Bùi Đức Hùng</i>   |

*Bạn đọc có thể mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương  
hoặc các Cửa hàng 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](http://www.nxbgd.com.vn)



**Giá : 18.000 đ**