

Chương 5

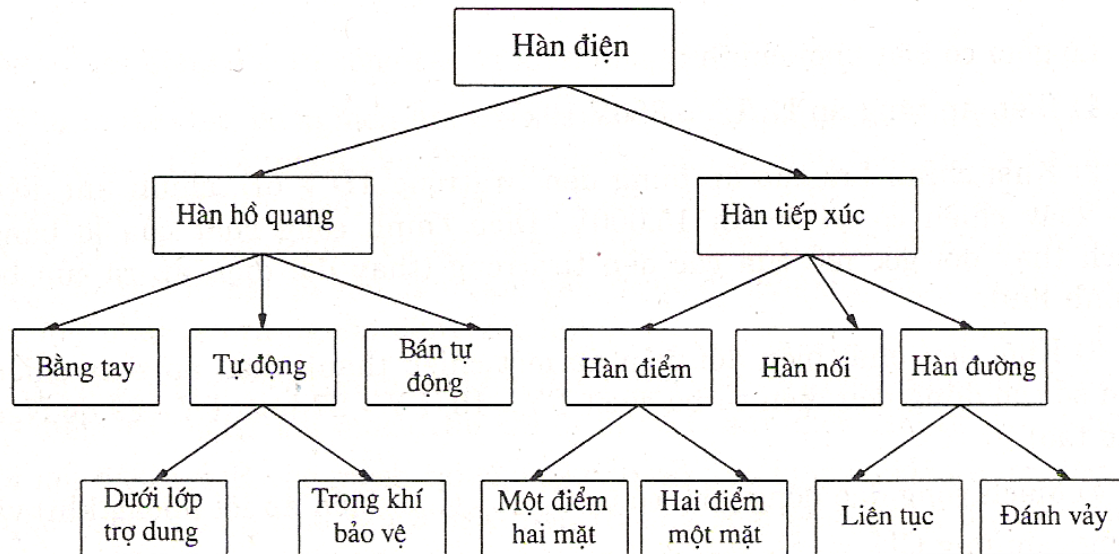
MÁY HÀN ĐIỆN**5.1 Khái niệm chung****1. Phân loại**

Hiện nay hàn điện là một phương pháp ghép nối các chi tiết được dùng rộng rãi trong công nghiệp, trong xây dựng, trong ngành chế tạo và sửa chữa máy.

Hàn điện có những ưu điểm nổi bật với phương pháp ghép nối khác như tán đinh, rivê, bulông, êcu nhò:

- Tiết kiệm nguyên vật liệu
- Độ bền cơ học mối ghép nối cao.
- Giá thành hạ, năng suất cao.
- Dễ dàng thực hiện cơ khí hoá và tự động hoá quá trình công nghệ ở mức cao.

Các phương pháp hàn điện rất đa dạng và nhiều loại máy hiện đại được sử dụng trong các ngành công nghiệp khác nhau. Phân loại các phương pháp hàn điện một cách tổng thể được biểu diễn trên hình 5.1



Hình 5.1. Phân loại các phương pháp hàn điện

2. Các yêu cầu kỹ thuật đối với nguồn hàn

Để đảm bảo chất lượng của mối hàn, nâng cao năng suất của máy hàn, nguồn hàn của các máy hàn phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật sau:

a) Điện áp không tải

Đối với công nghệ hàn điện yêu cầu điện áp thấp và dòng hàn lớn, cho nên nguồn hàn nhất thiết phải có biến áp hàn để hạ điện áp. Điện áp không tải ở đây chính là điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn (BAH).

+ Đối với công nghệ hàn hồ quang, điện áp không tải phải lớn hơn điện áp môi hồ quang.

- $U_{20min} = (50 \div 60)V$ đối với nguồn hàn xoay chiều.

- $U_{d0min} = (45 \div 55)V$ đối với nguồn hàn một chiều.

+ Đối với công nghệ hàn tiếp xúc $U_{20} = (0,5 \div 10)V$.

b) Bội số dòng dòng ngắn mạch không được quá lớn λ_i

$$\lambda_i = \frac{I_{nm}}{I_2} = 1,2 \div 1,4 \quad (5.1)$$

Trong đó: λ_i - bội số dòng ngắn mạch;

I_{nm} - trị số dòng điện ngắn mạch, A;

I_2 - trị số dòng điện hàn định mức, A.

c) Nguồn hàn phải có khả năng điều chỉnh được dòng hàn

d) Đặc tính ngoài của nguồn hàn.

Đặc tính ngoài của nguồn hàn hay còn gọi là đặc tính Vôn – ampe của nguồn hàn biểu diễn sự phụ thuộc của điện áp hàn vào dòng hàn $U_2 = f(I_2)$. Khi mạch hàn hở ($I_2 = 0$), điện áp hàn chính là điện áp không tải của nguồn hàn (U_{20} - điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn).

Dạng đặc tính ngoài của máy hàn có hai loại:

- Dạng đặc tính ngoài cứng.

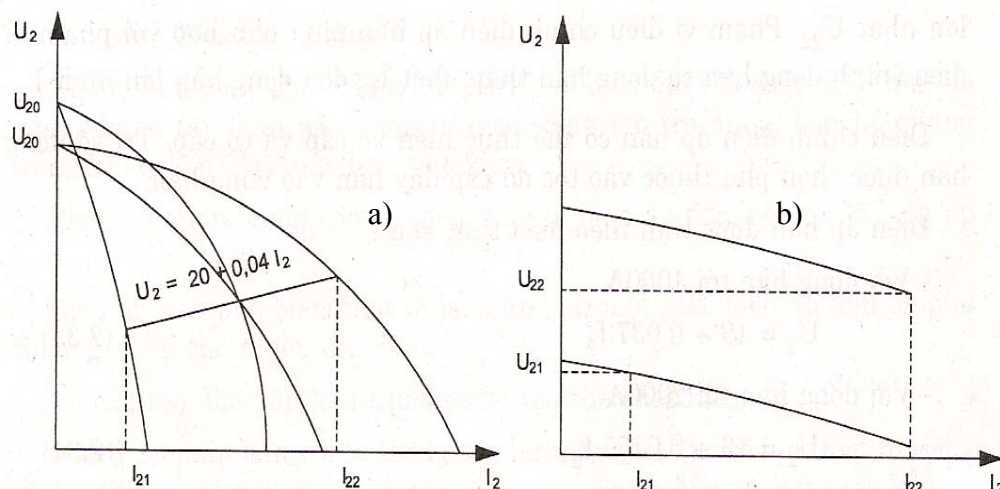
- Dạng đặc tính ngoài mềm

Khi chọn dạng đặc tính ngoài của nguồn hàn phải dựa vào các đặc điểm đặc trưng của quá trình hàn như:

- Loại que hàn : que hàn nóng chảy, không nóng chảy.

- Tính chất của môi trường xảy ra quá trình hàn (hàn hồ quang, hàn dưới lớp trợ dung, hàn trong khí bảo vệ).

- Mức độ cơ khí hoá của quá trình hàn (hàn bằng tay, tự động, bán tự động).



Hình 5.2 Đặc tính ngoài của nguồn hàn; a) đặc tính mềm; b) đặc tính ngoài cứng

+ Dạng đặc tính ngoài mềm (hình 5.2a) dùng cho các phương pháp hàn sau:

- Hàn hồ quang bằng tay với que hàn rời.
- Hàn hồ quang trong khí bảo vệ (khí argon Ar) với que hàn vonfram (W).
- Hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung.

Khi tốc độ cấp dây hàn vào vùng hàn phụ thuộc vào điện áp hồ quang.

- Nguồn hàn có dạng đặc tính ngoài mềm là bộ nguồn dòng. Dòng điện hàn có thể điều chỉnh trong phạm vi từ I_{21} đến I_{22} .

Điều chỉnh dòng hàn trong nguồn hàn có dạng đặc tính ngoài mềm có thể thực hiện vô cấp và có cấp. Trong quá trình điều chỉnh dòng hàn, trị số của điện áp không tải $U_{20} = \text{const}$. Trong trường hợp cần dòng hàn bé, phải tăng trị số điện áp không tải ($U'_{20} > U_{20}$).

Điện áp được tính theo biểu thức sau:

$$U_2 = 20 + 0,04.I_2 \quad (5.2)$$

Độ dốc của đường đặc tính ngoài được chọn tùy thuộc vào phương pháp hàn. Phương pháp hàn hồ quang trong khí bảo vệ dùng đường đặc tính ngoài có độ dốc lớn nhất, kế đến là phương pháp hàn hồ quang bằng tay và sau đó là công nghệ hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung.

Điều chỉnh độ dài cung lửa hồ quang hàn trong quá trình hàn với họ đặc tính ngoài mềm do người thợ hàn (hàn bằng tay) hoặc do hệ thống điều chỉnh độ dài cung lửa hồ quang (hàn tự động).

+ Dạng đặc tính ngoài cứng (hình 5.2b), dùng cho phương pháp hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung khi tốc độ cấp dây hàn vào vùng hàn không đổi và không phụ thuộc vào điện áp hàn.

Bộ nguồn hàn hồ quang có dạng đặc tính ngoài cứng là bộ nguồn áp. Điện hàn được điều chỉnh trong phạm vi từ trị số thấp nhất U_{21} đến trị số lớn nhất U_{22} . Phạm vi điều chỉnh điện áp hàn phải phù hợp với phạm vi điều chỉnh dòng hàn từ dòng hàn thấp nhất I_{21} đến dòng hàn lớn nhất I_{22} .

Điều chỉnh điện áp hàn có thể thực hiện vô cấp và có cấp. Trị số dòng điện hàn được chọn phụ thuộc vào tốc độ cấp dây hàn vào vùng hàn.

Điện áp hàn được tính theo biểu thức sau:

- Với dòng hàn tới 1000A:

$$U_2 = 19 + 0,037I_2 \quad (5.3)$$

- Với dòng hàn tới 2000A:

$$U_2 = 13 + 0,0135I_2 \quad (5.4)$$

3. Hệ số tiếp điện của nguồn hàn

Máy hàn là một thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Thời gian làm việc dài nhất của máy hàn là thời gian hàn hết một que hàn (τ_1), thời gian ngắn nhất là thời gian để thay que hàn và mồi được hồ quang (τ_2).

Nguồn hàn hồ quang có tuổi thọ làm việc cao khi thoả mãn điều kiện:

$$Q_1 = Q_2 \quad (5.5)$$

Trong đó: $Q_1 = 0,239 \cdot I_2^2 \cdot R \tau_1$ - nhiệt lượng toả ra khi hàn với thời gian là τ_1 ;

$Q_2 = k(\tau_1 + \tau_2)$ - nhiệt lượng toả ra môi trường xung quanh trong một chu kỳ làm việc $\tau_{CK} = \tau_1 + \tau_2$

k - hệ số đặc trưng cho chế độ toả ra nhiệt của nguồn hàn.

Tính gần đúng, có thể coi hệ số $k = \text{const}$. Từ (5.5) ta có:

$$0,239 \cdot I_2^2 \cdot R \tau_1 = k(\tau_1 + \tau_2) \quad (5.6)$$

$$I_2^2 \cdot \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} = \frac{k}{0,239R}$$

Trong đó:

tỷ số $\frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2}$ được gọi là hệ số tiếp điện tương đối TĐ% của nguồn hồ quang.

$$\text{TĐ}\% = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} \cdot 100\% \quad (5.7)$$

5.2. Các loại nguồn hàn

1. Nguồn hàn xoay chiều

Nguồn hàn xoay chiều được sử dụng phổ biến đối với công nghệ hàn hồ quang bằng tay, hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung, hàn hồ quang trong khí argon máy hàn tiếp xúc.

Phần tử quan trọng trong nguồn hàn là biến áp đặc biệt gọi là biến áp hàn.

Biến áp hàn phổ biến nhất là biến áp hàn một pha, biến áp hàn ba pha thường dùng cho nhiều đầu hàn.

Về cấu tạo, biến áp hàn thường chế tạo theo hai kiểu:

+ Máy biến áp hàn với từ thông tản bình thường: nó có hai thiết bị riêng rẽ, lắp ráp trong một vỏ hộp chung gồm một biến áp hàn và một cuộn kháng.

+ Biến áp hàn với từ thông tản tăng cường có các loại sau:

- Có cuộn thứ cấp di động.
- Có shunt từ động.

Theo phương pháp điều chỉnh, dòng điện hàn được phân thành ba nhóm máy hàn sau:

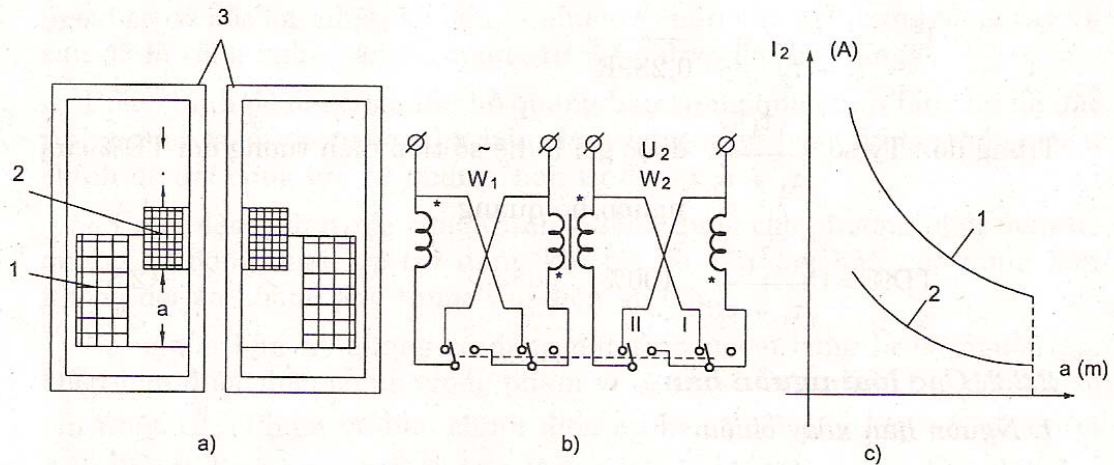
+ Điều chỉnh dòng hàn dùng cuộn dây và shunt từ động.

+ Điều chỉnh dòng hàn bằng phương pháp từ hoá mạch từ bằng dòng một chiều.

+ Điều chỉnh dòng hàn bằng bộ điều áp xoay chiều.

a) Biến áp hàn có cuộn dây động

Biến áp hàn với từ thông tản tăng cường có cuộn dây động được biểu diễn như trên hình 5.3



Hình 5.3 Máy biến áp hàn có cuộn dây động

a) cấu tạo; b) sơ đồ nguyên lý; c) Đặc tính điều chỉnh dòng hàn

Cấu tạo gồm có: mạch từ 3, cuộn dây cố định - cuộn sơ cấp của biến áp hàn 1 và cuộn dây động - cuộn thứ cấp của máy biến áp hàn 2. Cuộn thứ cấp có thể di chuyển dọc theo trụ giữa của mạch từ lồng vào trong lòng cuộn sơ cấp bằng trục vít vô tận.

Thay đổi khoảng cách giữa hai cuộn dây, sẽ thay đổi điện kháng của biến áp chính là thay đổi được dòng hàn (I_2). Dòng hàn tỷ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai cuộn dây, và tỷ lệ đó là phi tuyến. Với khoảng cách giữa hai cuộn dây càng lớn, hiệu quả điều chỉnh càng thấp. Để mở rộng phạm vi điều chỉnh dòng hàn, dùng hai phương pháp điều chỉnh kết hợp.

- Điều chỉnh có cấp bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp từ song song qua nối tiếp. Giữ tỷ số biến áp và điện áp thứ cấp không tải không đổi ($K_{BA} = \text{const}$, $U_{20} = \text{const}$).

- Điều chỉnh vô cấp dòng hàn bằng cách thay đổi khoảng cách giữa hai cuộn dây ($a = \text{var}$).

Trên hình 5.3c, đường 1 ứng với vị trí I của chuyển mạch CM (hình 5.3b: cuộn dây đấu song song). Đường 2 ứng với vị trí II của chuyển mạch CM (khi cuộn dây đấu nối tiếp).

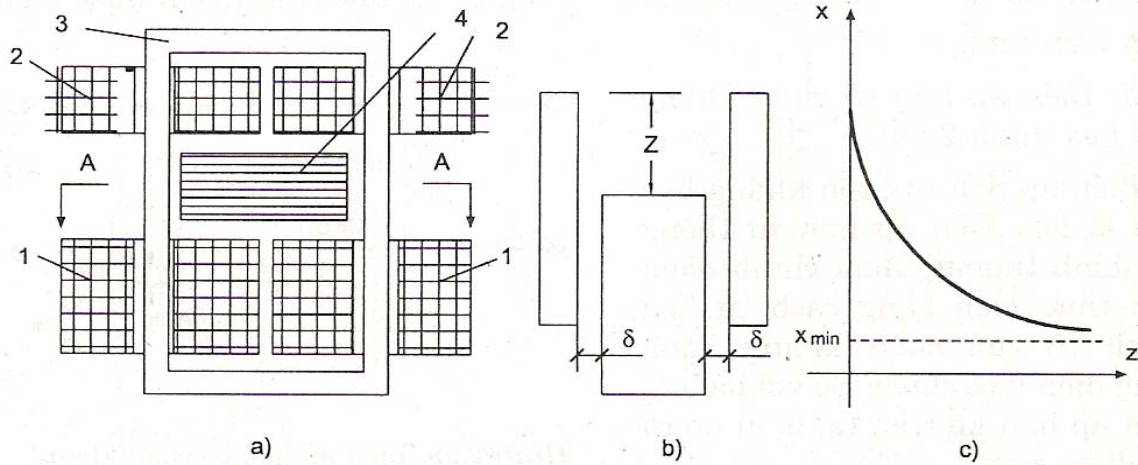
b) Máy biến áp hàn có Shunt từ động

Biến áp hàn với từ thông tản tăng cường có shunt từ động được biểu diễn trên hình 5.4.

Cấu tạo của nó gồm: cuộn dây sơ cấp 1 và cuộn thứ cấp 2 của biến áp hàn được phân bố đối xứng trên mạch từ 3 của biến áp hàn. Shunt từ động 4 nằm giữa hai cuộn dây. Shunt từ di chuyển đi sâu vào mạch từ của biến áp (hình 5.4 b) bằng tay quay hoặc bằng trục vít vô tận. Khe hở không khí δ là khe hở giữa mạch từ của biến áp hàn và shunt từ động.

Điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách di chuyển shunt từ đi sâu vào mạch từ với hành trình Z. Khi hành trình Z càng giảm, điện kháng của biến

áp hàn X của biến áp càng tăng và dòng hàn I_2 càng giảm. Sự phụ thuộc của điện kháng X của biến áp phụ thuộc vào vị trí của shunt từ được biểu diễn trên hình 5.4c.

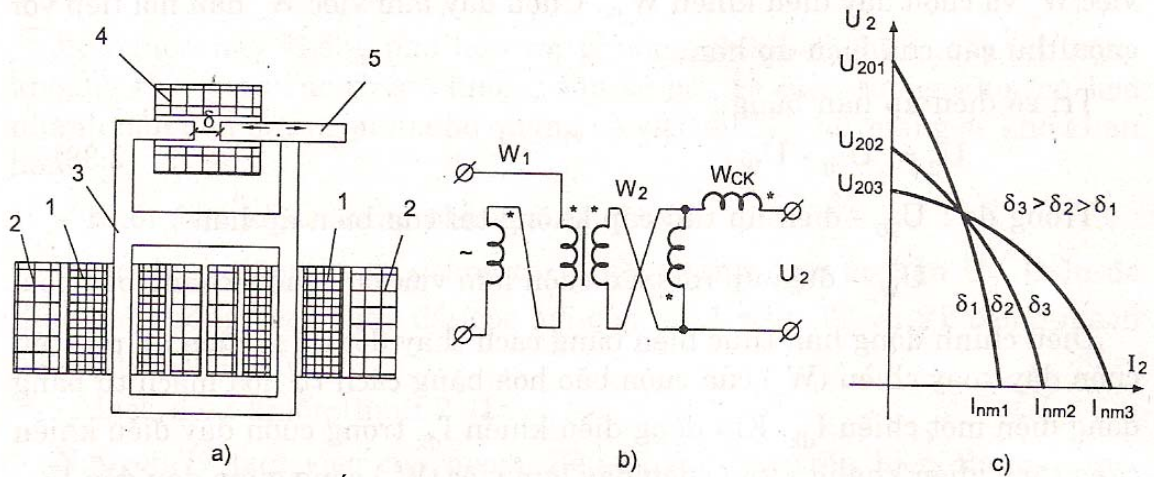


Hình 5.4 Biến áp hàn có shunt từ động

a) cấu tạo b) hành trình của shunt từ c) đặc tính điều chỉnh dòng hàn

c) Biến áp hàn với cuộn kháng ngoài có mạch từ động

Biến áp hàn với cuộn kháng ngoài có mạch từ động là loại biến áp hàn với từ thông tản bình thường được biểu diễn trên hình 5.5



Hình 5.5. Biến áp hàn với cuộn kháng ngoài có mạch từ động

a) cấu tạo b) sơ đồ đấu dây c) đặc tính ngoài

Cấu tạo của biến áp hàn gồm có: cuộn dây sơ cấp 1, cuộn dây thứ cấp 2, mạch từ 3, cuộn dây của cuộn kháng 4 đấu nối tiếp với cuộn thứ cấp của biến áp hàn nhưng ngược cực tính và mạch từ động.

Điều chỉnh dòng điện hàn thực hiện bằng cách dịch chuyển mạch từ động 5 (thay đổi khe hở mạch từ). Khi khe hở mạch từ càng tăng, điện kháng X của biến áp càng giảm và dòng hàn I_2 càng tăng. Đặc tính ngoài được biểu diễn trên hình 5.5c.

d) *Biến áp hàn có cuộn kháng bão hoà*

Biến áp hàn có cuộn kháng bão hoà là loại biến áp hàn từ thông tản bình thường, điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách từ hoá mạch từ của cuộn kháng bằng dòng điện một chiều. So với ba loại biến áp hàn kể trên nó có các ưu điểm sau:

+ Trong lõi của biến áp hàn không có phần động nén độ tin cậy và tuổi thọ làm việc cao hơn

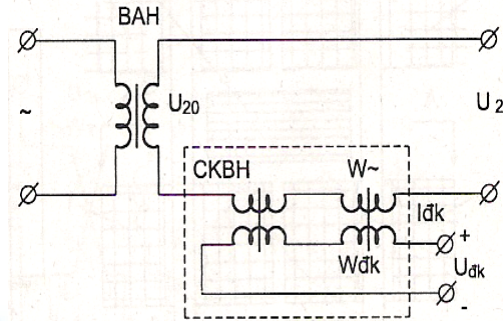
+ Phạm vi điều chỉnh dòng hàn rộng.

Nhược điểm của nó là:

+ Tốn vật liệu Fe và Cu (vì cuộn kháng bão hoà độc lập).

+ Chỉ tiêu năng lượng không cao.

Cấu tạo của nó gồm hai phần tử chính: biến áp hàn BAH và cuộn kháng bão hoà CKBH. Cuộn kháng bão hoà gồm hai cuộn dây: cuộn dây làm việc W_{\sim} và cuộn điều khiển $W_{đk}$. Cuộn dây làm việc W_{\sim} đầu nối tiếp với cuộn thứ cấp của biến áp hàn.



Hình 5.6 Biến áp hàn có cuộn kháng bão hoà

Trị số điện áp hàn bằng:

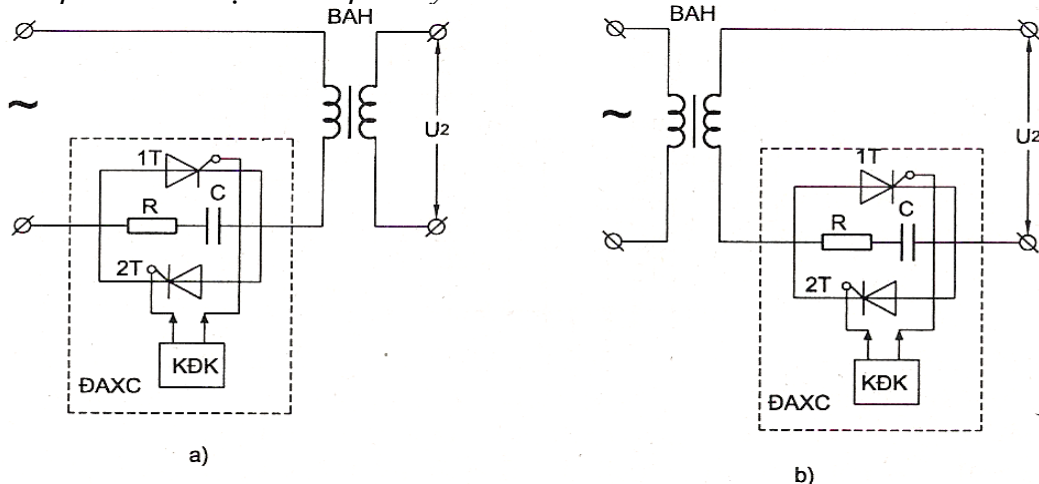
$$U_2 = U_{20} - U_{W_{\sim}} \quad (5.8)$$

Trong đó: U_{20} - điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn;

$U_{W_{\sim}}$ - điện áp rơi trên cuộn làm việc của cuộn kháng bão hoà.

Điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách thay đổi trị số điện áp rơi trên cuộn dây xoay chiều (W_{\sim}) của cuộn kháng bão hoà bằng cách từ hoá mạch từ bằng dòng điện một chiều $I_{đk}$. Khi dòng điều khiển $I_{đk}$ trong cuộn dây điều khiển càng tăng, điện kháng X của cuộn dây làm việc càng giảm dẫn đến điện áp trên cuộn làm việc giảm làm cho điện áp U_2 tăng để tăng dòng điện hàn và ngược lại.

e) *Biến áp hàn với bộ điều áp xoay chiều*



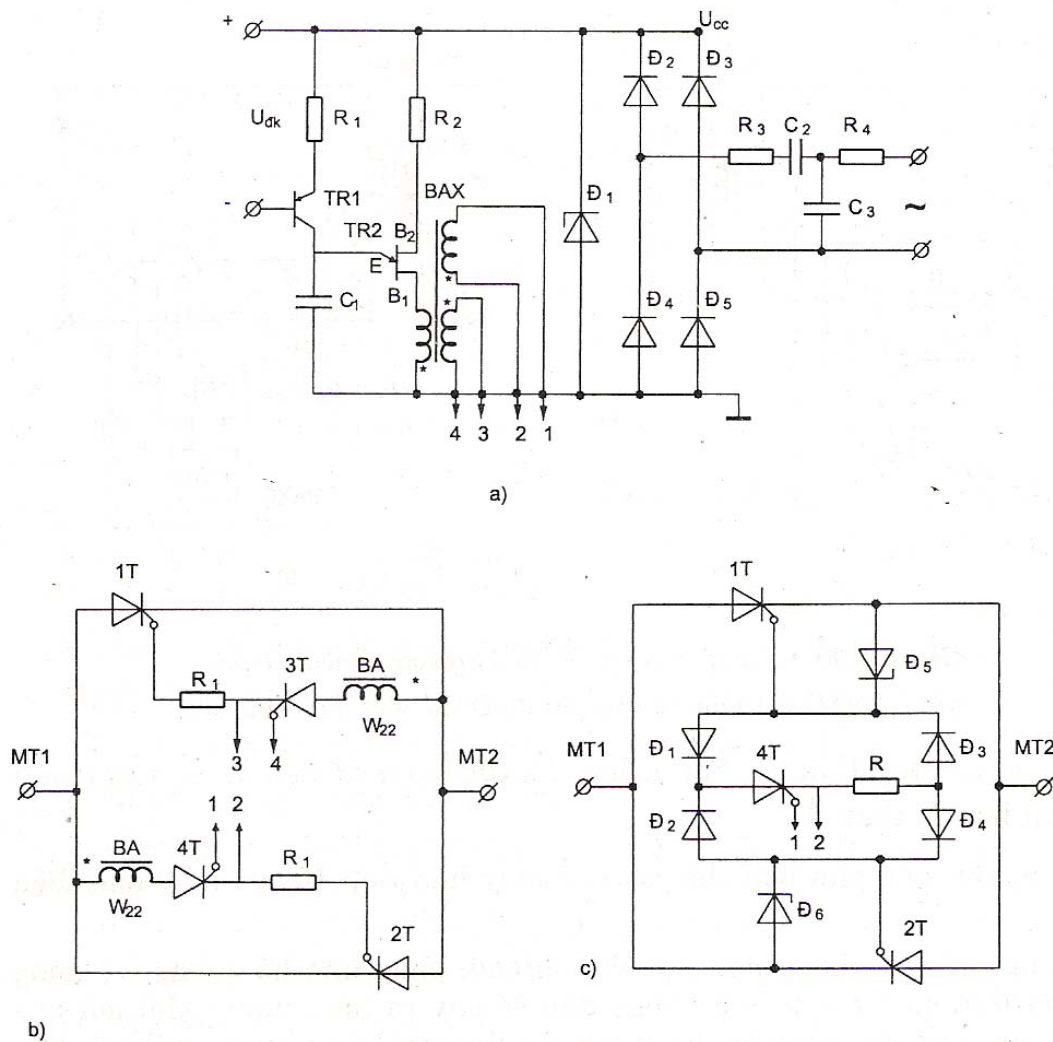
Hình 5.7 Biến áp hàn với bộ điều áp xoay chiều; a) đặt phía sơ cấp; b) đặt phía thứ cấp

+ Cấu tạo của nó gồm hai thành phần riêng biệt: biến áp hàn BAH và bộ điều áp xoay chiều ĐAXC. Bộ điều áp xoay chiều gồm có hai thyristor đấu song song ngược 1T và 2T; khối điều khiển các thyristor KĐK và bảo vệ R-C.

Phương pháp điều chỉnh dòng điện hàn thực hiện bằng cách thay đổi góc mở α của hai thyristor tức là thay đổi trị số điện áp U_2 chính là thay đổi được dòng điện hàn I_2 .

Bộ nguồn này phù hợp cho các loại máy hàn tiếp xúc và máy hàn điện xỉ.

Bộ nguồn này không phù hợp với phương pháp hàn hồ quang, vì trong khoảng thời gian các thyristor không dẫn sẽ gây ra hiện tượng khử ion hoá nhanh dẫn đến đứt ngọn lửa hồ quang và việc môi lại hồ quang sẽ khó khăn hơn.



Hình 5.8 Sơ đồ nguyên lý của bộ ĐAXC; a) mạch điều khiển b,c) mạch lực

+ Khối điều khiển xung pha của bộ ĐAXC

Điều chỉnh dòng hàn I_2 bằng cách điều chỉnh điện áp hàn U_2 . Điều đó thực hiện bằng cách thay đổi góc mở α của hai thyristor 1T và 2T trong mạch lực. (hình 5.8b,c).

- Mạch điều khiển (hình 5.8a)

Nguyên lý làm việc của mạch điều khiển dựa trên hiện tượng nạp - phóng tụ C_1 .

Nguồn cấp cho mạch điều khiển là điện áp chỉnh lưu hình thang (hình 5.8) được cấp từ cầu chỉnh lưu Đ₂ ÷ Đ₅ và điôt ổn áp Đ₁. Điện áp nguồn cấp bằng điện áp ổn áp của điôt Đ₁ ($U_{cc} = 12V$). C_2, C_3, R_3 và R_4 là mạch lọc vi - tích phân chống ảnh hưởng của nhiễu lên mạch điều khiển.

Tốc độ nạp của tụ C_1 phụ thuộc vào dòng colector của transito TR1. Dòng colector của TR1 bằng:

$$i_k = \frac{U_{dk}}{R_1} \quad (5.9)$$

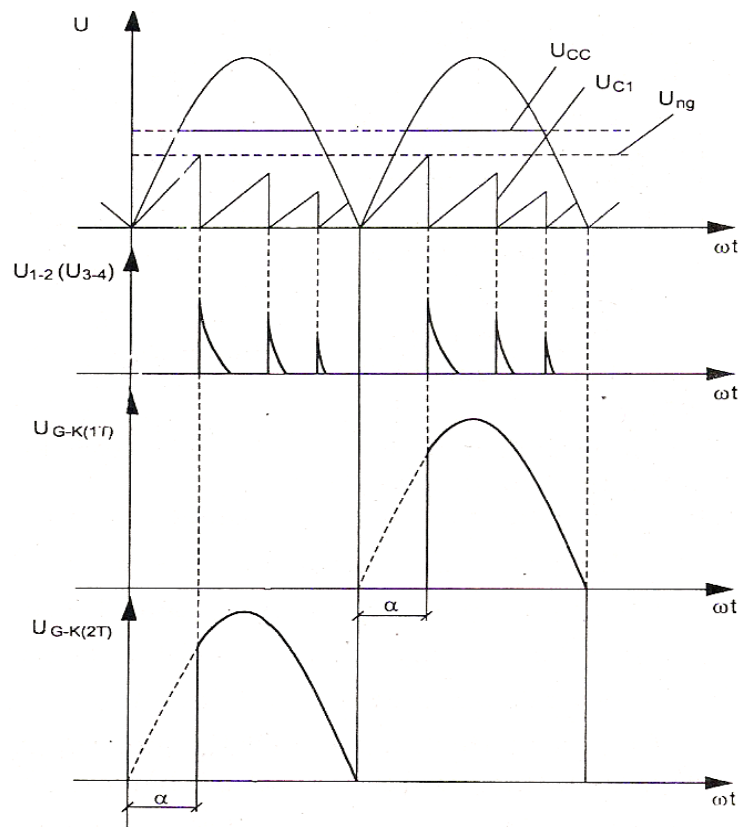
Còn điện áp trên tụ C_1 bằng:

$$U_{C1} = \frac{1}{C_1} \int i_k dt = \frac{U_{dk}}{R_1 C_1} t \quad (5.10)$$

Trong đó: U_{dk} - điện áp điều khiển.

Khi điện áp trên tụ C_1 nạp đến trị số bằng U_{ng} ($U_{ng} = 0,68U_{cc}$) là điện áp ngưỡng lật trạng thái của transito một tiếp giáp TR₂. Khi đó TR₂ thông, tụ C_1 được phóng qua cuộn dây thứ cấp của biến áp xung BAX. Ở đầu ra của cuộn thứ cấp biến áp xung (đầu 1 ÷ 4) sẽ có xung mở các thyristor phụ 3T và 4T (hình 5.8b,c) với độ rộng xung $t_x = 10\mu s$. Các thyristor phụ đó sẽ mở các thyristor chính 1T và 2T.

Góc mở của các thyristor phụ thuộc vào trị số của điện áp điều khiển U_{dk} và được tính theo biểu thức sau:



Hình 5.9. Đồ thị điện áp của mạch điều khiển bộ ĐAXC

$$\alpha = \omega t = \frac{2f \cdot R_2 \cdot U_{ng}}{U_{dk}} \quad (5.11)$$

Sau khi tụ C_1 phóng điện phục hồi trạng thái khoá của transistor TR_2 và tụ C_1 được nạp lại với biên độ giảm dần đến trị số không trong một nửa chu kỳ của điện áp lưới.

- Mạch lực: có thể có hai phương án thực hiện.

* Mạch lực hình 5.8b. Để điều khiển mở hai thyristor chính dùng 2 thyristor phụ 3T, 4T và biến áp BA, hai cuộn dây thứ cấp của nó có cực tính ngược nhau (điện áp ra của nó đối pha nhau) còn cuộn sơ cấp của nó đấu vào điện áp lưới. Ở nửa chu kỳ đầu ($0 \div 180^\circ$), điện áp ra của cuộn W_{22} dương, 3T thông và 1T thông. Ở nửa chu kỳ sau ($180^\circ \div 360^\circ$) điện áp ra của cuộn W_{23} dương, 3T và 2T thông. Điện trở R_1 và R_2 dùng để hạn chế dòng.

* Mạch lực hình 5.8c. Để điều khiển mở hai thyristor chính dùng thyristor phụ 4T, cầu chỉnh lưu $\text{Đ}_1 \div \text{Đ}_4$, hai điôt ổn áp $\text{Đ}_5, \text{Đ}_6$ (hạn chế dòng áp đặt lên cực điều khiển của 1T và 2T), điện trở R (hạn chế dòng). Ở nửa chu kỳ đầu thyristor 1T mở, dòng điều khiển đi theo đường MT1- Đ_6 - Đ_2 - 4T - R - Đ_3 cực G-K của 1T - MT2. Ở nửa chu kỳ sau, thyristor 2T mở, dòng điều khiển đi theo đường: MT2 - Đ_5 - Đ_1 - 4T - R - Đ_4 - cực G-K của 2T - MT1.

Đồ thị điện áp của mạch điều khiển được trình bày trên hình 5.9

2. Các nguồn hàn một chiều

Nguồn hàn một chiều dùng cho công nghệ hàn hồ quang bằng tay, hàn hồ quang tự động, bán tự động và hàn hồ quang trong khí bảo vệ.

Nguồn hàn hồ quang một chiều có hai loại:

- Bộ biến đổi quay (máy phát hàn một chiều);
- Bộ biến đổi tĩnh (bộ chỉnh lưu dùng điôt hoặc thyristor)

a) Máy phát hàn:

Máy phát hàn có hai loại: máy phát hàn một chiều cổ góp và máy phát hàn xoay chiều với bộ chỉnh lưu bán dẫn.

Các máy phát hàn được các loại động cơ sơ cấp sau đây truyền động:

- Động cơ đốt trong.
- Động cơ điện.

+ Máy phát hàn một chiều cổ góp có 3 loại:

- Máy phát hàn một chiều từ trường ngang (cấu tạo giống như máy điện khuếch đại từ trường ngang).

- Máy phát hàn một chiều cực từ rẽ.

- Máy phát hàn một chiều có cuộn khử từ nối tiếp.

Máy phát hàn một chiều có cuộn khử từ nối tiếp biểu diễn trên hình 5.9

Máy phát hàn F có hai cuộn kích thích:

- cuộn kích thích độc lập CKF_1 được cấp nguồn độc lập U_{kt} . Điều chỉnh dòng kích thích trong cuộn CKF_1 bằng chiết áp VR