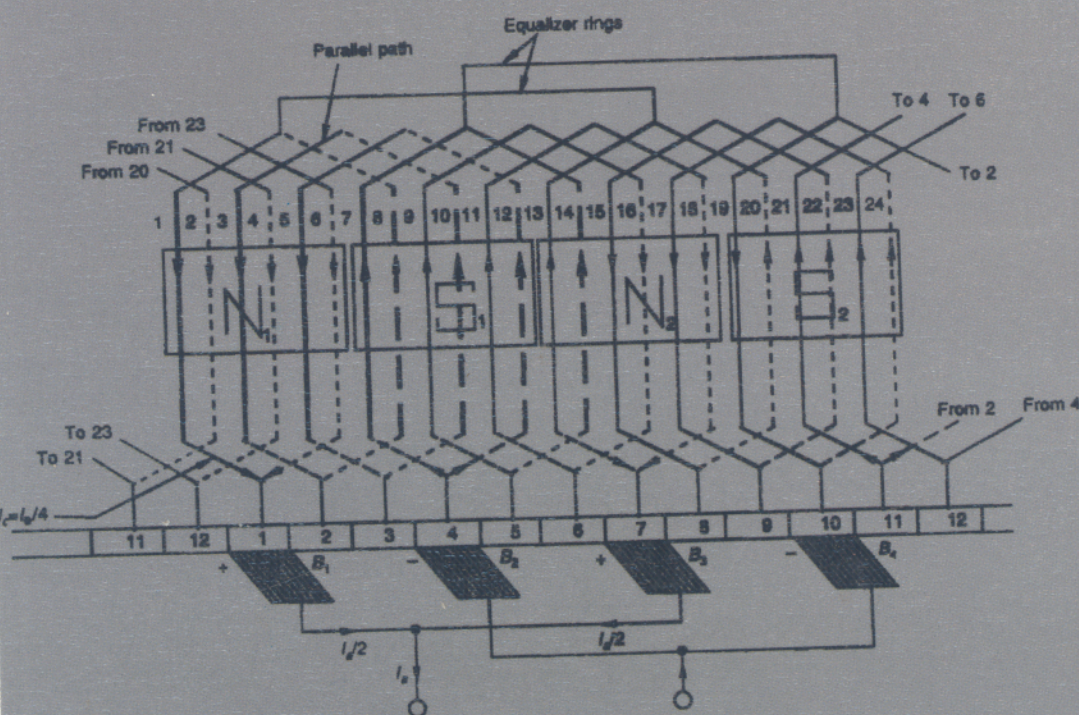


TRẦN DUY PHỤNG

TRUNG TÂM KTH HƯỚNG NGHIỆP - DẠY NGHỀ LÊ THỊ HỒNG GẤM

Kỹ Thuật Quấn Dây

MÁY BIẾN ÁP ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG ĐỘNG CƠ 1 PHA - 3 PHA



NHÀ XUẤT BẢN ĐÀ NẴNG

BIÊN SOẠN : TRẦN DUY PHỤNG

TRUNG TÂM K T T H HƯỚNG NGHIỆP – DẠY NGHỀ LÊ THỊ HỒNG GẮM

KỸ THUẬT QUẤN DÂY

**MÁY BIẾN ÁP, ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG,
ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 PHA, 3 PHA**

NHÀ XUẤT BẢN DÀ NẴNG

LỜI NÓI ĐẦU

Máy biến áp và các loại động cơ điện đóng vai trò quan trọng trong sản xuất và sinh hoạt. Việc sử dụng, bảo quản và sửa chữa là vấn đề cần thiết và thường xuyên.

Trong các cuốn sách trước chúng tôi đã trình bày cách lắp đặt, sử dụng, bảo quản và sửa chữa những hư hỏng thông thường, ở cuốn sách này chúng tôi đi sâu vào nội dung sửa chữa bộ dây quấn.

Ở mỗi loại máy điện, chúng tôi trình bày về sơ đồ dây quấn, cách tính toán số liệu dây quấn và kỹ thuật quấn dây. Bên cạnh đó chúng tôi cũng nêu các số liệu định mức thông dụng để bạn đọc tham khảo, thiết nghĩ điều này sẽ bổ ích cho công tác sửa chữa.

Về phần tính toán số liệu dây quấn chúng tôi không trình bày cách tính toán chi tiết như thiết kế mới mà phần nào đơn giản hóa để có thể dễ dàng sử dụng nhưng vẫn hữu hiệu trong tính toán sửa chữa.

Chắc rằng cuốn sách sẽ còn một số hạn chế và sai sót. Chúng tôi rất mong được sự góp ý và chân thành biết ơn các bạn đọc.

Tác giả

CHƯƠNG I

MÁY BIẾN ÁP

I. CẤU TẠO :

Cấu tạo của máy biến áp cơ bản gồm có mạch từ và dây quấn. Ngoài ra, tùy theo việc sử dụng mà máy biến áp còn có thêm các phụ kiện như: vỏ bọc, von kế, ampe kế, đèn báo, công tắc hiệu chỉnh điện áp...

1) Mạch từ :

Được ghép bởi các lá sắt mỏng, có chứa hàm lượng silic từ 1% + 4% và bề dày từ 0,35 + 0,5mm, nhằm mục đích giảm tổn hao điện năng trong mạch từ do tác dụng bởi dòng điện Fu-cô và hiện tượng từ trễ làm phát nhiệt.

Đối với máy biến áp có công suất lớn, các lá sắt còn được cách điện với nhau bằng lớp sơn cách điện hoặc lớp giấy mỏng.

Có hai dạng mạch từ :

– Mạch từ kiểu bọc có dạng EI, mạch từ được phân nhánh ra hai bên và bọc lấy cuộn dây quấn trên cột từ chính. Nhờ thế từ tản giảm nhỏ đi. Dạng mạch từ này được dùng trong máy biến áp 1 pha công suất nhỏ như máy biến áp gia dụng, máy biến áp cấp điện trong máy tăng âm, thu thanh...

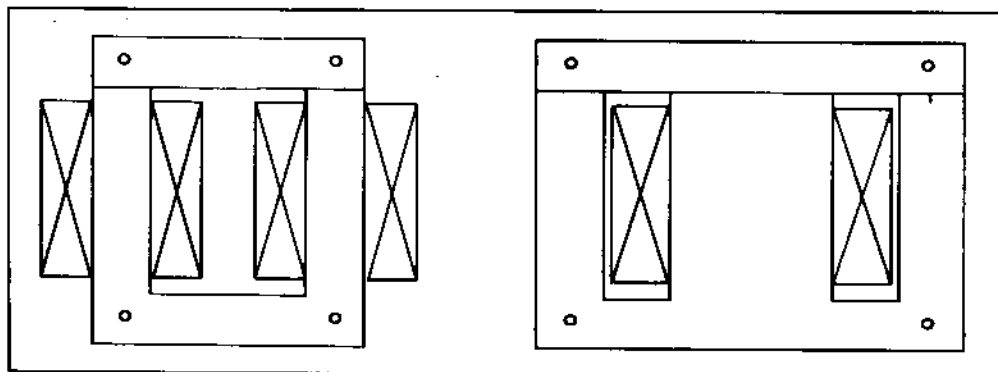
– Mạch từ kiểu trụ (hoặc kiểu cột) có dạng U, thường do nhiều lá sắt chữ I ghép lại. Dùng làm mạch từ cho các máy biến áp có công suất trung bình trở lên, loại máy biến áp 1 pha và 3 pha, như máy hàn điện...

Ngoài ra còn có dạng mạch từ hình chữ X, đạt hiệu suất cao hơn nhưng khó gia công, giá thành cao.

2) Cuộn dây quấn :

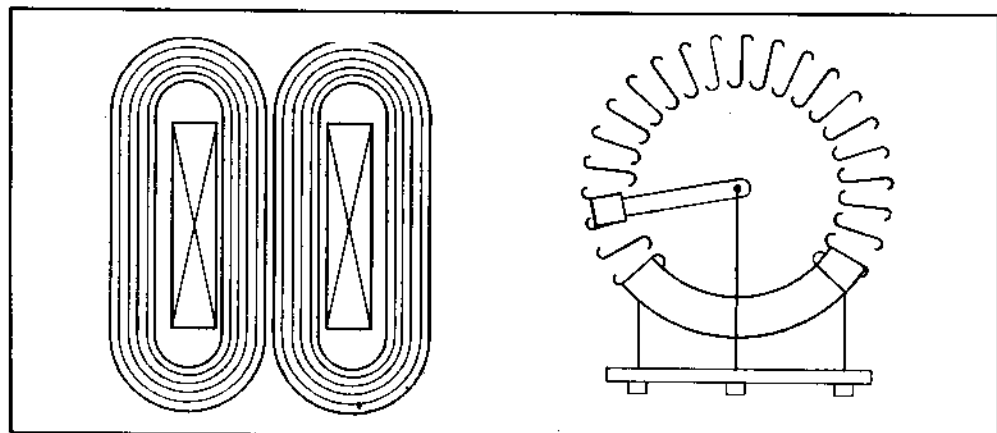
Dây quấn có nhiệm vụ tăng giảm điện áp, gồm có cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp. Dây quấn phải là dây đồng điện phân hoặc nhôm, có bọc lớp ê-may hoặc cotton để cách điện. Các máy biến áp công suất nhỏ dây quấn thường dùng dây tròn có đường kính không quá 3mm. Đối với dây chịu tải dòng điện

lớn ở máy biến áp công suất lớn dùng dây dẹt, tiết diện vuông hoặc chữ nhật thì lợi hệ số lấp đầy dây hơn.



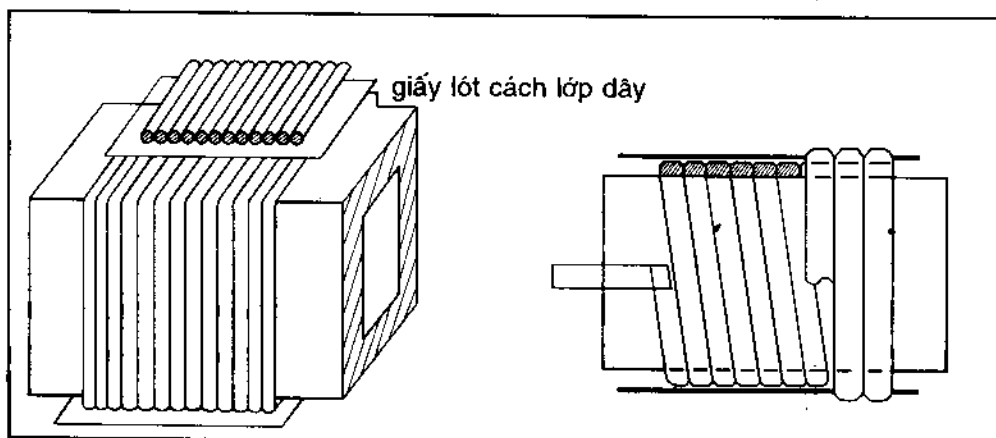
H1-1a MẠCH TỪ DẠNG CỘT
(CORE TYPE)

H1-1b MẠCH TỪ DẠNG EI
(SHELL TYPE)



H1-1c MẠCH TỪ CHỮ X
(SHELL TYPE)

H1-1d MẠCH TỪ HÌNH XUYÊN
(CORE TYPE)



H1-1e DÂY QUẤN DÂY TRÒN

H1-1f DÂY QUẤN LOẠI DÂY DẸP

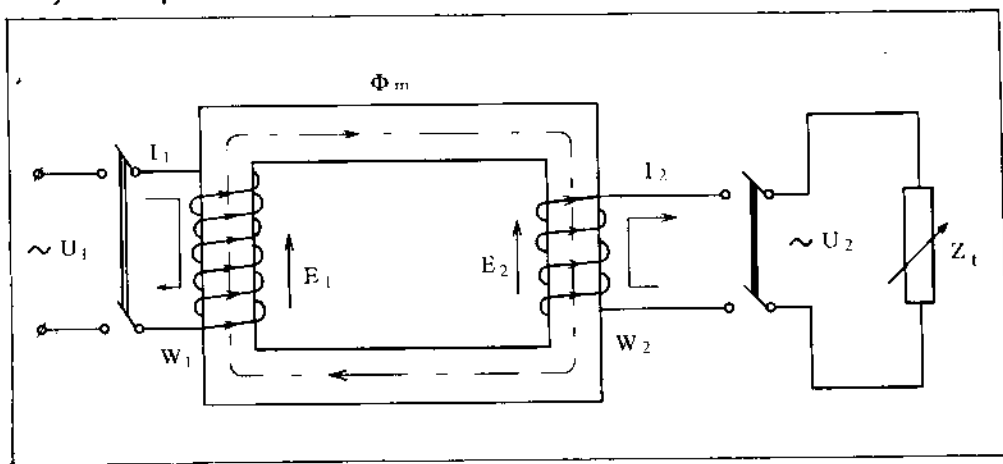
II. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC :

Nguyên lý làm việc của máy biến áp dựa trên cơ sở hiện tượng cảm ứng điện từ.

Khảo sát 1 máy biến áp đơn giản gồm 2 cuộn dây được quấn trên lõi sắt mạch từ cột. Cuộn dây W_1 mắc với nguồn điện vào được gọi là cuộn sơ cấp, còn cuộn W_2 lấy điện ra gọi là cuộn thứ cấp. (H1-2)

Khi cuộn thứ cấp W_2 để hở, dòng điện sơ cấp $I_1 = I_0$ vào cuộn sơ cấp W_1 , tạo ra sức từ động F_0 gây từ thông Φ_m lưu thông trong mạch từ qua 2 cuộn dây W_1 và W_2 làm phát sinh các sức ứng điện động E_1 và E_2 trong 2 cuộn sơ cấp và thứ cấp.

-- Nếu nối cuộn thứ cấp W_2 với phụ tải thì dòng điện thứ cấp I_2 xuất hiện. Phụ tải càng tăng, dòng điện I_2 càng tăng, làm dòng điện I_1 tăng theo tương ứng để giữ ổn định từ thông không đổi. Đó là nguyên lý làm việc của máy biến áp.



H1-2 SƠ ĐỒ MẠCH MBA ĐƠN GIẢN

Trường hợp : $U_2 > U_1$: máy biến áp tăng áp

$U_2 < U_1$: máy biến áp giảm áp

III. CÁC CÔNG THỨC CƠ BẢN VỀ MÁY BIẾN ÁP :

1) Điện áp sơ cấp và thứ cấp :

-- Khi máy biến áp vận hành không tải, do cuộn thứ cấp W_2 chưa có tải, nên $I_2 = 0$, ta có phương trình cơ bản :

$$U_1 = E_1 + R_1 I_1 + X_1 I_1 = E_1 + R_1 I_0 + X_1 I_0 \approx E_1$$

$$U_2 = E_2$$

Do dòng điện không tải I_0 rất bé, khoảng $I_0 = 0,04 + 0,1 I_{1dm}$ nên $U_1 \approx E_1$.

- Khi máy biến áp vận hành có tải, nên $I_2 > 0$, ta có :

$$U_1 = E_1 + R_1 I_1 + X_1 I_1 \rightarrow U_1 > E_1$$

$$U_2 = E_2 - R_2 I_2 - X_2 I_2 \rightarrow U_2 < E_2$$

Nhưng tổng trở sụt áp bởi điện trở R_1, R_2 và cảm kháng X_1, X_2 trong 2 cuộn khoảng $(2 + 2,5)\% U_{2dm}$, do đó coi như không đáng kể.

2) Sức ứng điện động E_1 và E_2 :

Các sức ứng điện động E_1, E_2 sinh ra trong các cuộn sơ cấp và thứ cấp được xác định :

$$E = W \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Vậy :

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot \Phi \cdot W_1$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot \Phi \cdot W_2$$

- Các sức ứng điện động E_1, E_2 trong cuộn sơ cấp W_1 và cuộn thứ cấp W_2 có cùng pha, tức là chiều sức ứng điện động E_1, E_2 có cùng chiều.

- Còn các dòng điện I_1 và I_2 trong các cuộn W_1 và W_2 lệch pha 180° điện, tức là chiều dòng điện của chúng ngược chiều nhau.

3) Tỷ số biến áp :

Tỷ số giữa điện áp U_1 với điện áp U_2 gọi là tỷ số biến áp. Ta có :

$$k_u = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

Muốn xác định tỷ số biến áp k_u nên đo khi máy biến áp vận hành không tải.

4) Tỷ số biến dòng :

Tỷ số giữa dòng điện I_1 với dòng điện I_2 gọi là tỷ số biến dòng k_i . Ta có :

$$k_1 = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{k_u}$$

5) Hiệu suất :

Tỉ số giữa công suất phần thứ cấp với công suất phần sơ cấp gọi là hiệu suất máy biến áp, thường bé hơn 1 và tính theo phần trăm (%). Ta có:

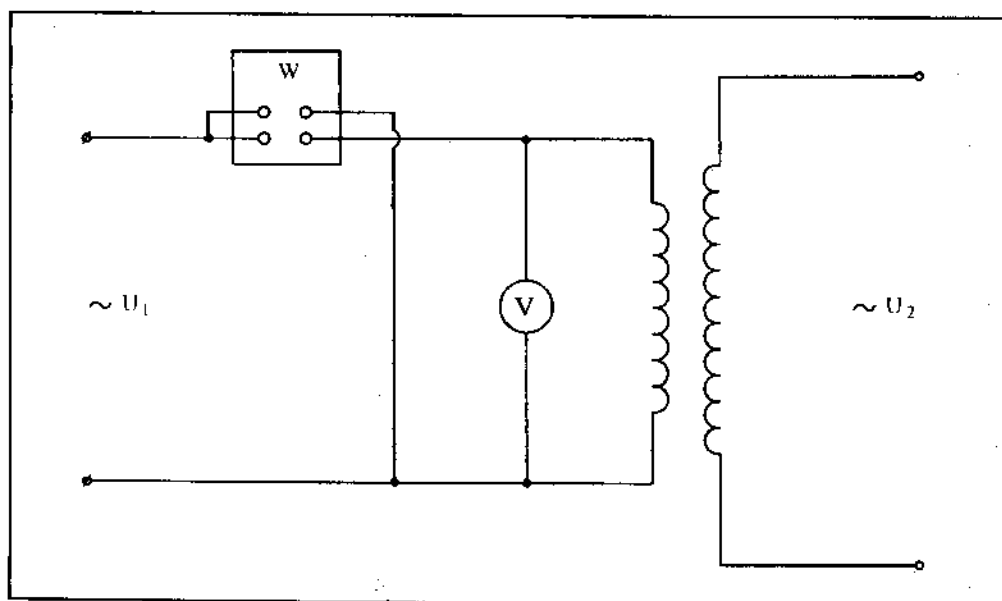
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{S_{dm} \cdot \cos \varphi_2}{S_{dm} \cdot \cos \varphi_2 + P_{Fe} + P_{Cu}} \times 100 (\%)$$

Trong đó :

S_{dm} : Công suất biểu kiến (V.A)

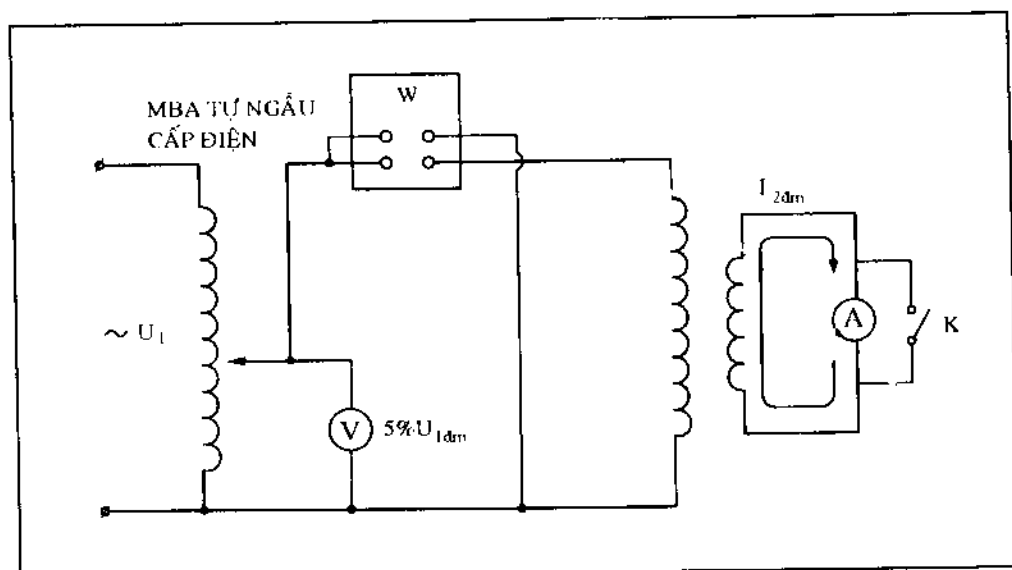
$\cos \varphi_2$: Hệ số công suất mạch tiêu thụ

Phần công suất tổn hao trong mạch từ có thể xác định bằng cách đo thử nghiệm không tải mắc theo mạch sau :



H1-3 MẠCH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TỔN HAO SẮT TỪ CỦA MBA.

Còn phần tổn hao trong cuộn dây W_1 và W_2 có thể tính theo công thức $P_{Cu} = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2$. Hoặc xác định bằng cách đo thử nghiệm ngắn mạch, mắc theo mạch dưới đây :

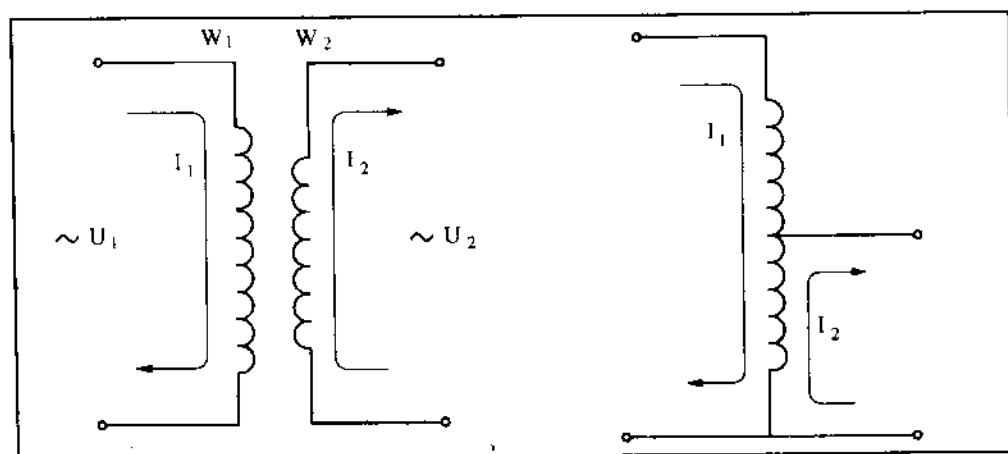


H1-4 MẠCH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TỔN HAO ĐỒNG CỦA MBA

IV. PHÂN LOẠI MÁY BIẾN ÁP :

Có nhiều cơ sở để phân loại máy biến áp, nếu căn cứ vào nguồn cấp điện cho máy biến áp có thể phân loại máy biến áp 1 pha và máy biến áp 3 pha... Ở đây, ta chỉ căn cứ vào cơ cấu dây quấn sơ cấp W_1 và thứ cấp W_2 mà phân chia làm 2 dạng máy biến áp :

- Máy biến áp thường, có cuộn sơ cấp và thứ cấp biệt lập. H1-5a
- Máy biến áp tự ngẫu, có các cuộn sơ cấp và thứ cấp dùng H1-5b quấn chung 1 cuộn, do đó chúng có cùng 1 mạch.



H1-5a

H1-5b

Chú ý các đoạn cuộn dây chịu tải cả 2 dòng điện I_1 , I_2 trong máy biến áp tự ngẫu thì chỉ chịu tải dòng điện có cường độ bằng hiệu của hai dòng I_1 và I_2 . Ta có :

$$I = |I_1 - I_2|$$

Ưu khuyết của máy biến áp tự ngẫu so với máy biến áp thường :

*** Ưu điểm :**

- Khối lượng dây đồng và mạch từ giảm rất nhiều.
- Ở các đoạn chịu tải chung 2 dòng I_1 và I_2 chỉ cần có tiết diện chịu tải hiệu hai dòng điện I_1 và I_2 .
- Hiệu suất cao hơn so với máy biến áp thường.
- Không lưu ý lớp cách điện giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp.

*** Khuyết điểm :**

- Không an toàn điện khi làm máy biến áp giảm áp. Vì dễ gây sự ngộ nhận cho người sử dụng bị điện giật. Chỉ dùng máy biến áp tự ngẫu khi tỉ số $k_u : 0,5 + 2$ mà thôi.
- Đối với ngành điện tử, máy biến áp tự ngẫu không sử dụng vì nguy hiểm cho người sử dụng và nó thường gây ra tiếng ồn rất khó triệt sự nhiễu này.

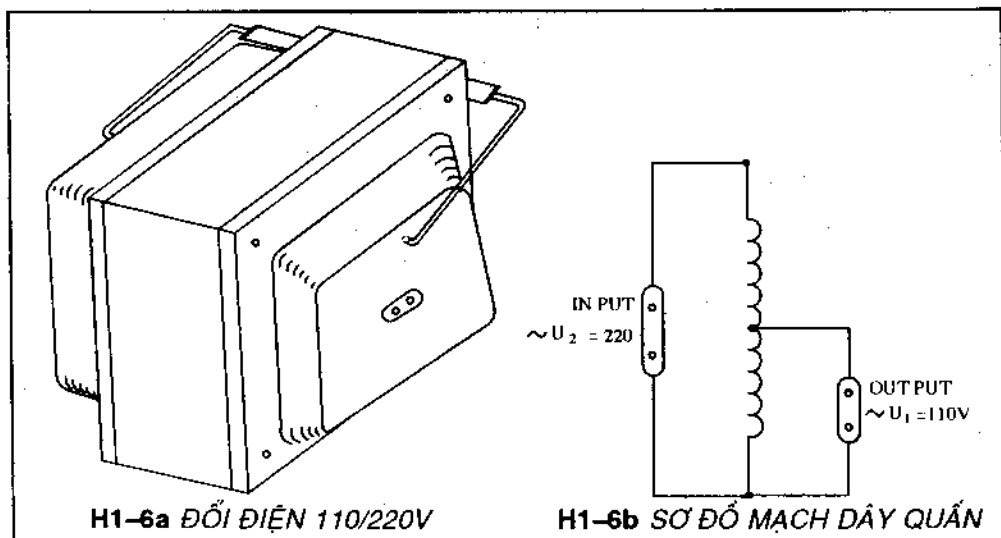
V. MỘT SỐ MÁY BIẾN ÁP THÔNG DỤNG

Trong phần này chỉ giới thiệu một số máy biến áp thường được sử dụng rộng rãi trong gia đình và trong sản xuất nhỏ.

1) Máy biến áp đổi điện 110/220V :

Trường hợp cần biến đổi điện áp cung cấp từ 220V xuống 110V hay ngược lại, để cho phù hợp với điện áp định mức của các thiết bị điện trong gia đình, như nồi cơm điện, bàn ủi, máy xay trái cây... thì có thể dùng máy biến áp đổi điện 110/220V có thuận lợi hơn, vì gọn nhẹ, dễ sử dụng.

Cấu tạo dây quấn của loại máy biến áp này là loại máy biến áp tự ngẫu, chỉ có 2 dây mắc vào nguồn điện và 2 dây lấy điện ra cung cấp cho thiết bị điện tiêu dùng. Sơ đồ dây quấn được trình bày theo hình H1-6b.



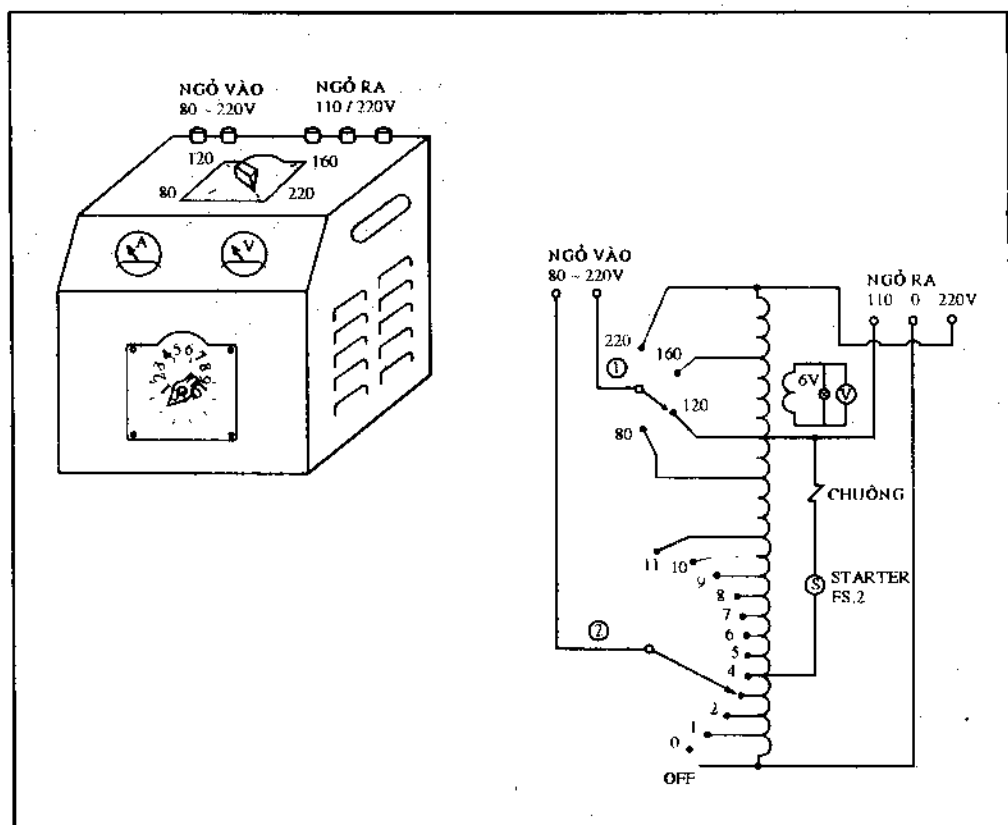
2) Máy biến áp gia dụng 1 pha (survolteur) :

Sơ đồ hình H1-7a trình bày máy biến áp tăng giảm áp được sử dụng thông thường trong gia đình nơi có nguồn điện không ổn định.

Ta thấy ở phía trên, bên trái, có 2 cọc mắc với nguồn điện. Đảo điện (1) dùng để chọn điện áp cho phù hợp với điện áp nguồn u_1 . Còn đảo điện (2) dùng để hiệu chỉnh điện áp ra u_2 đạt định mức 110V hoặc 220V và được đưa ra mạch tiêu thụ ở 3 cọc phía bên phải. Trong sơ đồ mạch máy biến áp này, vôn kế là loại điện từ, đo điện áp ra u_2 theo tỉ số biến áp, được cung cấp bằng cuộn dây biệt lập với dây quấn máy biến áp và có điện áp khoảng 5 + 6V. Đèn báo cũng mắc vào cuộn này. Hệ chuông báo quá điện áp được mắc dưới điện áp khoảng 80V, ứng với điện áp u_2 đạt định mức (110V hoặc 220V). Vì dưới điện áp 80V này không đủ sức làm stacc-te hoạt động làm reo chuông.

Cách sử dụng :

– Khi điện áp nguồn giảm, tăng núm điều chỉnh 2 từng bậc lên cho đến khi điện áp ra U_2 đạt định mức. Khi nguồn điện mạnh, trở lại điện áp bình thường, thì lúc đó điện áp ra U_2 lại tăng lên quá điện áp định mức. Dĩ nhiên điện áp ở hai đầu stacc te cũng tương ứng tăng lên gần 100V, làm stacc te hoạt động, đóng mạch hệ chuông báo, dẫn dòng điện qua chuông báo reo vang báo hiệu cho người sử dụng phải điều chỉnh lại núm (2) về cho đến bậc mà điện áp U_2 đúng định mức, thì chuông báo không reo nữa.



H1-7a

H1-7b

Ở khu vực có nguồn điện tăng điện áp bất thường, thì phải thiết kế máy biến áp áp 1 phần cuộn dây để hiệu chỉnh điện áp ra U_2 giảm xuống cho đúng định mức.

Cách điều chỉnh điện áp nói trên có thể giải thích thông qua biểu thức sau :

Ta có :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{W_2}{W_1}$$

Vậy

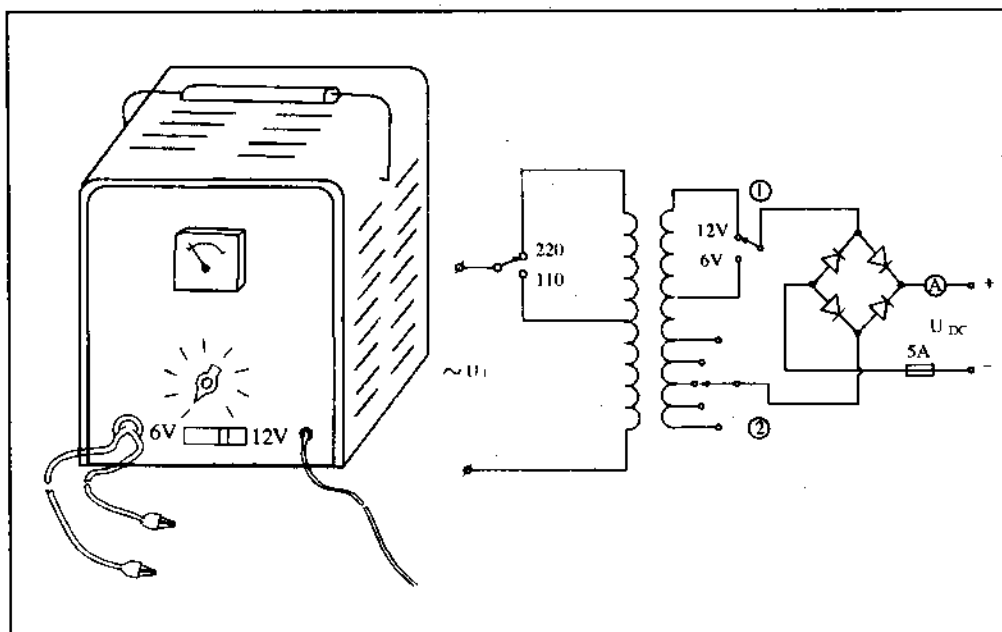
$$U_2 = W_2 \times \frac{U_1}{W_1}$$

Với U_2 = không đổi, W_2 = không đổi, vậy khi :

- U_1 giảm thì điều chỉnh W_1 giảm
- U_1 tăng thì điều chỉnh W_1 tăng

3) Máy biến áp sạc bình ắc quy :

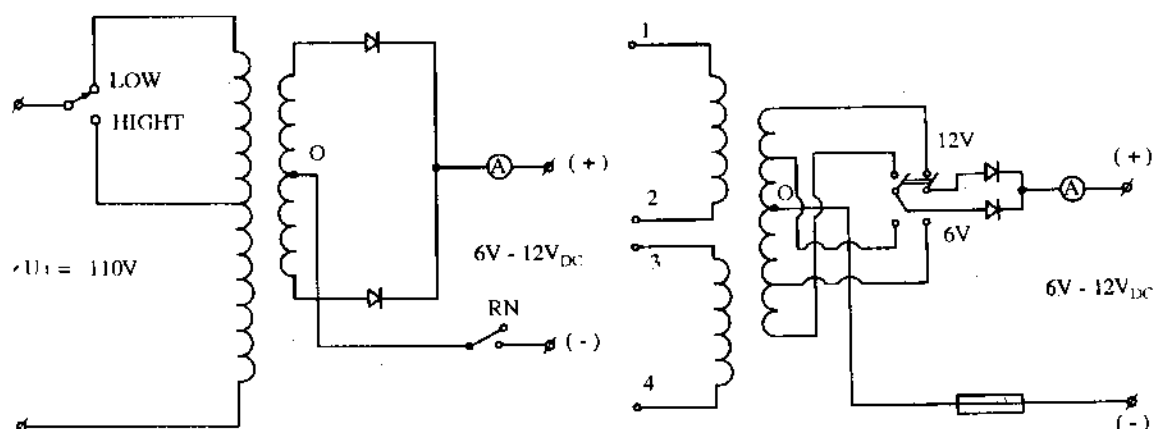
Máy biến áp sạc bình ắc quy là 1 thiết bị điện chuyển đổi dòng điện xoay chiều ở nguồn điện 110/220V thành dòng điện 1 chiều với điện áp 6V/12V_{DC} để nạp bình ắc quy 6V hoặc 12V. Và phải được thiết kế với dạng máy biến áp thường để được an toàn điện cho người sử dụng.



H1-8a

H1-8b

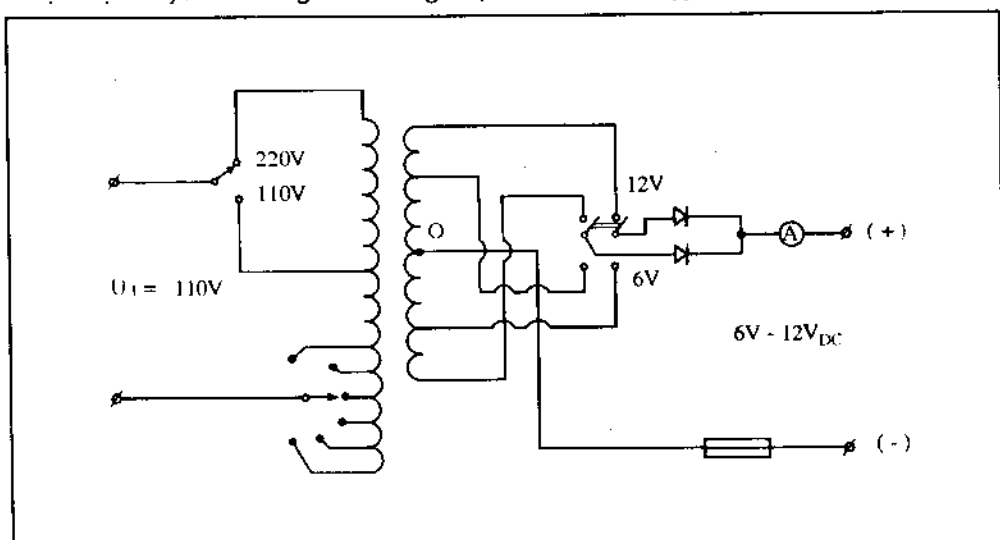
Sơ đồ mạch máy biến áp sạc bình ắc quy có nhiều dạng, thông thường mạch chỉnh lưu toàn kỳ 2 diốt hoặc mạch cầu 4 đi-ốt (diode). Hình H1-8 trình bày một máy biến áp sạc bình sử dụng với nguồn điện 110V/220V. Phần thứ cấp có thể lấy điện áp ra 6V_{DC} hoặc 12V_{DC} nhờ đảo điện (1), kế tiếp nhờ mạch cầu 4 đi-ốt chỉnh lưu thành dòng điện 1 chiều để sạc vào ắc quy. Muốn hiệu chỉnh dòng điện nạp bình, phải xoay núm đảo điện (2) để tăng giảm điện áp ra. Như thế dòng điện nạp bình sẽ tăng hoặc giảm theo ý muốn. Trong mạch, ở phần thứ cấp có cầu chì hoặc rơ le nhiệt để bảo vệ máy biến áp trong trường hợp ngắn mạch hoặc dòng điện nạp tăng quá định mức.



H1-9

H1-10a

Sơ đồ máy biến áp sạc bình H1-9 trình bày loại máy sạc ắc-quy có 2 cấp điện áp 6V/12V, chỉnh lưu toàn kỳ 2 đi-ốt, phần chọn lọc điện áp nạp 6V hoặc 12V được thiết kế ở phía sơ cấp. Mạch máy sạc này chỉ dùng nguồn điện 110V mà thôi. Đặc tính của máy, có dòng điện nạp bình được tính toán bằng 1/10 dung tích bình tính theo Ah. Đến lúc bình ắc quy đã được sạc đầy, thì chỉ giữ 1 dòng điện rất bé để nạp bình mà thôi.



H1-10b MÁY SẠC BÌNH ẮC-QUY 6V-12V_{DC}, NGUỒN ĐIỆN 110V/220V, PHẦN ĐIỀU CHỈNH DÒNG NẠP Ở CUỘN SƠ CẤP.

Sơ đồ H1-10a trình bày máy biến áp sạc bình ắc quy, chỉnh lưu toàn kỳ 2 diode, sử dụng với nguồn điện 110V hoặc 220V và được thiết kế chọn lọc điện áp sạc bình ở phía cuộn thứ cấp. So với sơ đồ H1-9 cách thiết kế

này tốn khối lượng dây đồng hơn, nhưng bù lại máy sắt sử dụng được với 2 cấp điện áp 110V hoặc 220V và được tính bằng toán để tự động sụt dòng điện vào ắc quy với cường độ sụt bằng 1/10 dung tích bình.

4) Máy ổn áp :

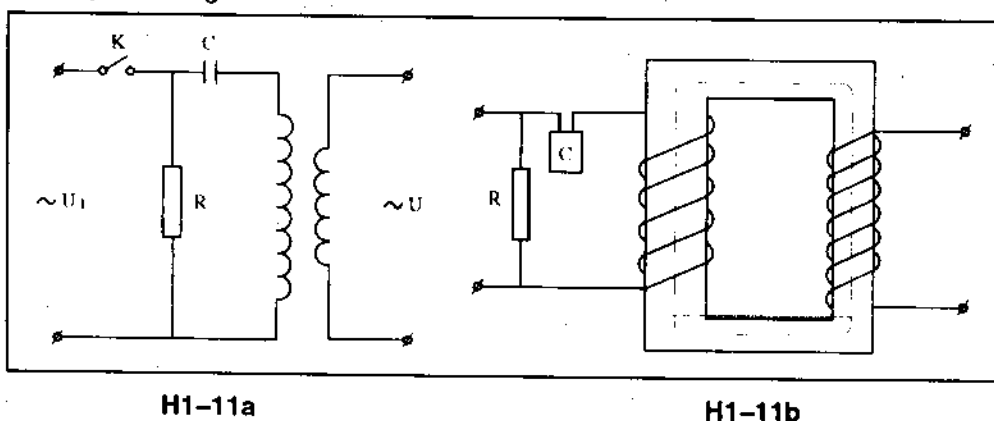
Máy ổn áp là 1 máy biến áp tự động hiệu chỉnh điện áp ra cho mạch tiêu thụ 1 điện áp ổn định khi điện áp nguồn thay đổi.

Máy ổn áp với nguồn điện xoay chiều có 2 loại :

- Máy ổn áp cộng hưởng sắt từ
- Máy ổn áp điện tử (chất lượng tốt, giá thành đắt)

Cấu tạo máy ổn áp cộng hưởng sắt từ gồm 1 biến áp có mạch từ dạng $\bar{U}$, có các cột không bằng nhau, cột từ chính lớn hơn cột từ phụ của cuộn thứ cấp. Và cuộn sơ cấp được mắc nối tiếp với tụ dầu tạo thành mạch cộng hưởng ở tần số bằng tần số của nguồn điện ($f = 50\text{Hz}$).

Hình H1-11 trình bày sơ đồ mạch của máy ổn áp. Trong mạch có mắc song hàng với nguồn điện 1 điện trở $R = 1 + 2 \text{ M}\Omega$ nhằm mục đích triệt tia lửa điện ở công tắc.

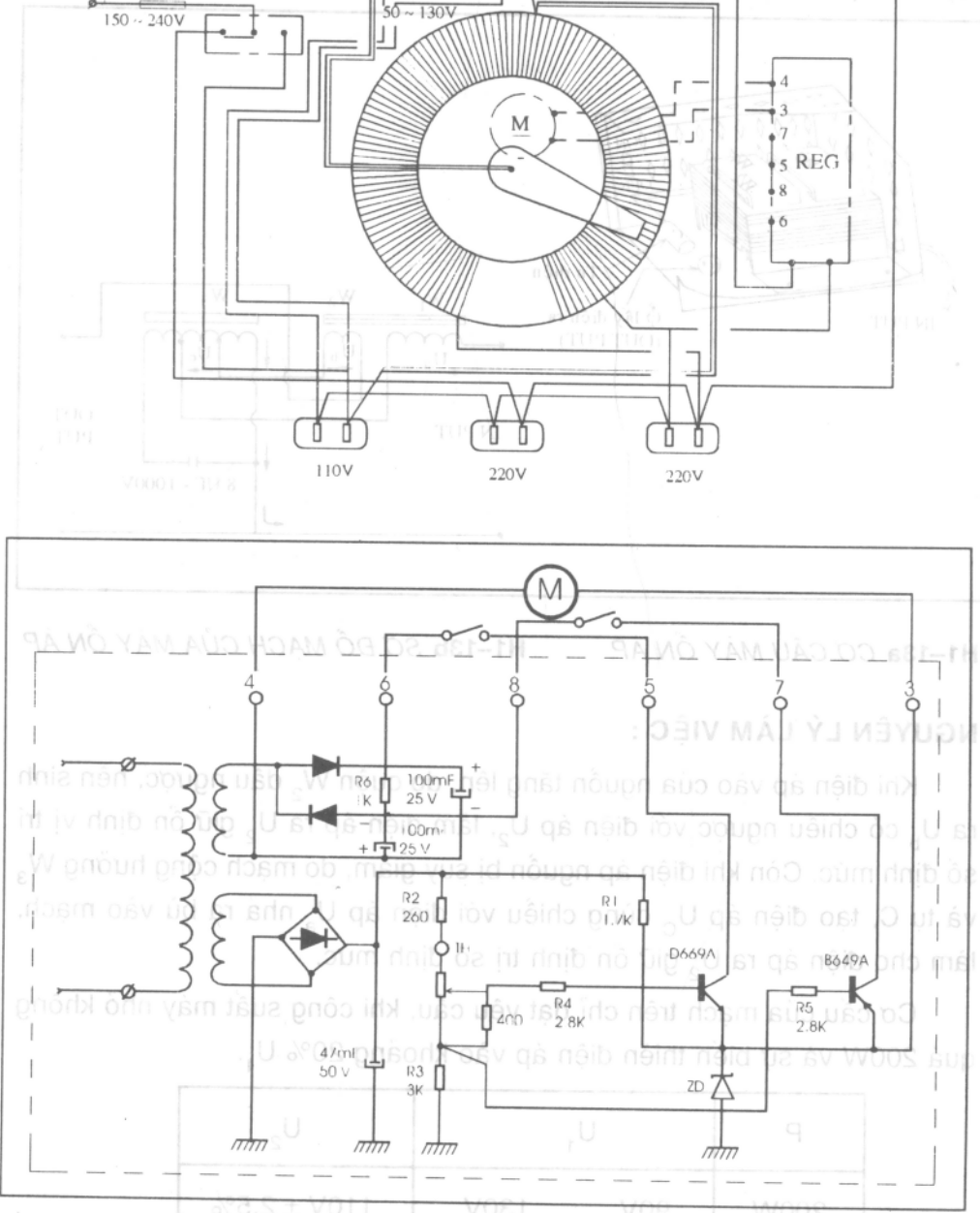


* Ưu điểm :

- Cấu tạo đơn giản, giá thành hạ.
- Điện áp ra chỉ biến thiên khoảng $\pm 0,5\%$ khi điện áp của nguồn điện vào biến thiên $\pm 10\%$

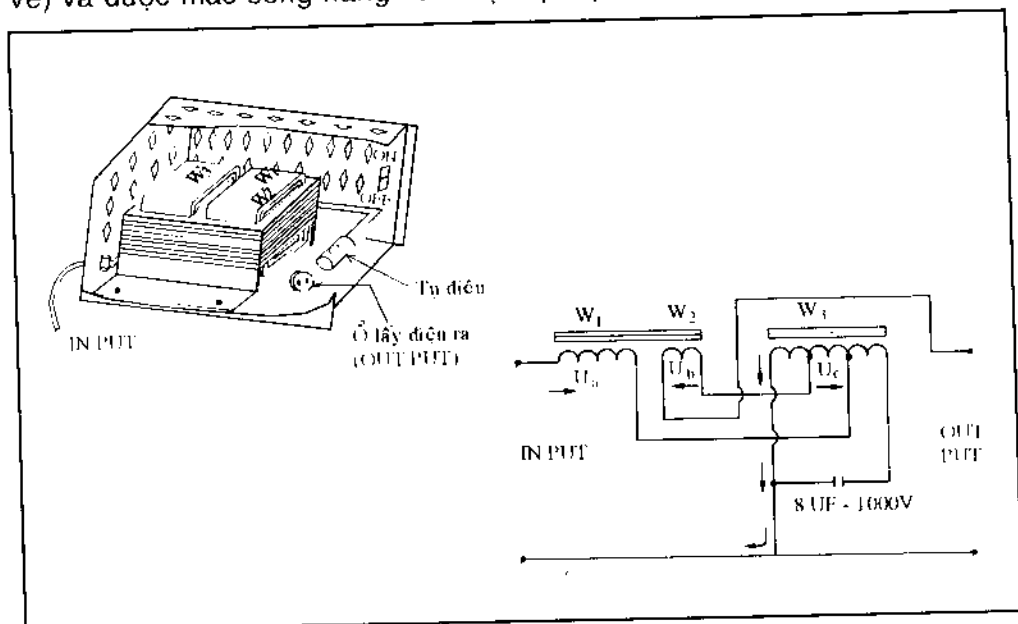
* Nhược điểm :

- Rất nhạy với sự biến thiên của tần số nguồn điện



H1-12 **SƠ ĐỒ MẠCH ĐIỆN CỦA MÁY ỔN ÁP "SALI" (FULL AUTOMATIC AC VOLTAGE STABILIZER -- SERVO AUTOMATIC CONTROL SYSTEM -- MODEL MVS.5. 500 W)**

Sơ đồ Hình H1-13 giới thiệu 1 dạng máy ổn áp khác, cũng có cùng nguyên lý làm việc. Trong mạch này có cuộn W_1 và W_2 quấn cùng trên cột từ nhưng ngược chiều nhau. Còn cuộn W_3 quấn trên cột từ khác (xem hình vẽ) và được mắc song hàng với 1 tụ điện tạo thành mạch cộng hưởng.



H1-13a CƠ CẤU MÁY ỔN ÁP

H1-13b SƠ ĐỒ MẠCH CỦA MÁY ỔN ÁP

NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC :

Khi điện áp vào của nguồn tăng lên, do cuộn W_2 dẫu ngược, nên sinh ra U_b có chiều ngược với điện áp U_2 , làm điện áp ra U_2 giữ ổn định vị trí số định mức. Còn khi điện áp nguồn bị suy giảm, do mạch cộng hưởng W_3 và tụ C, tạo điện áp U_c cùng chiều với điện áp U_a nhả ra bù vào mạch, làm cho điện áp ra U_2 giữ ổn định trị số định mức.

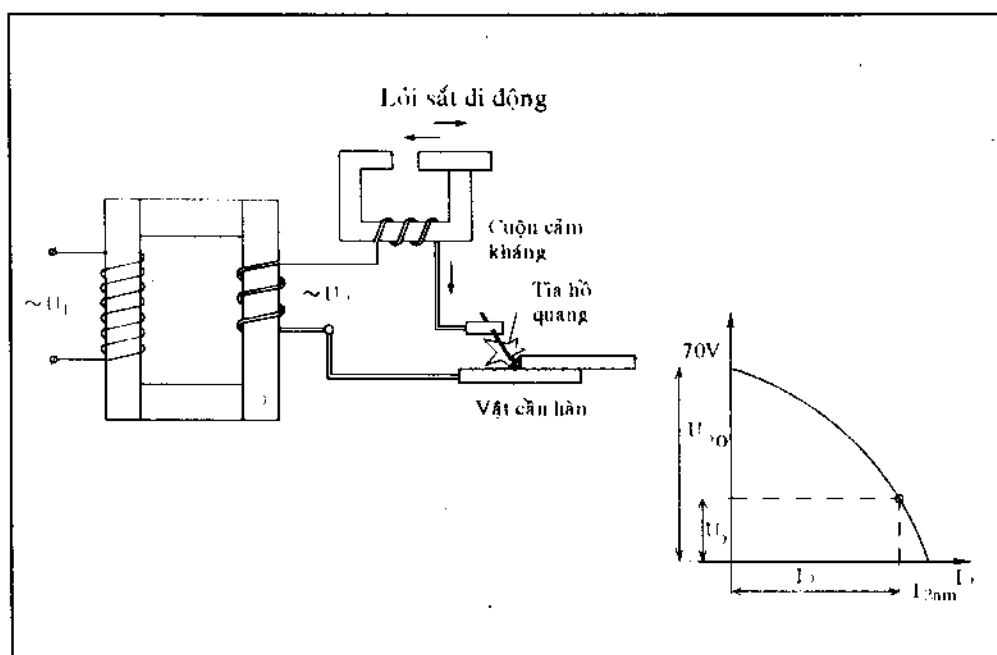
Cơ cấu của mạch trên chỉ đạt yêu cầu, khi công suất máy nhỏ không quá 200W và sự biến thiên điện áp vào khoảng 20% U_1 .

P	U_1		U_2
200W	90V	130V	$110V \pm 2,5\%$
180W	175V	260V	$220V \pm 2,5\%$

5) Máy biến áp hàn :

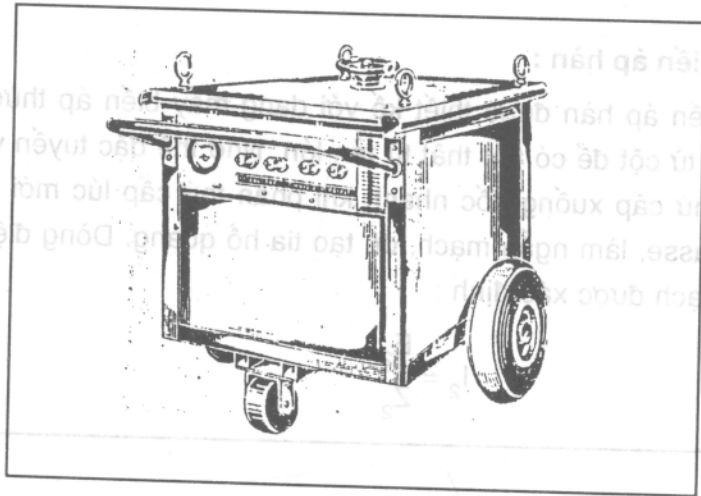
Máy biến áp hàn được thiết kế với dạng máy biến áp thường, dùng dạng mạch từ cột để có tổn thất từ tản lớn. Nhờ thế đặc tuyến vôn--ampe của cuộn thứ cấp xuống dốc nhanh khi phần thứ cấp lúc mới chạm que hàn vào masse, làm ngắn mạch, để tạo tia hồ quang. Dòng điện thứ cấp lúc ngắn mạch được xác định :

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2}$$

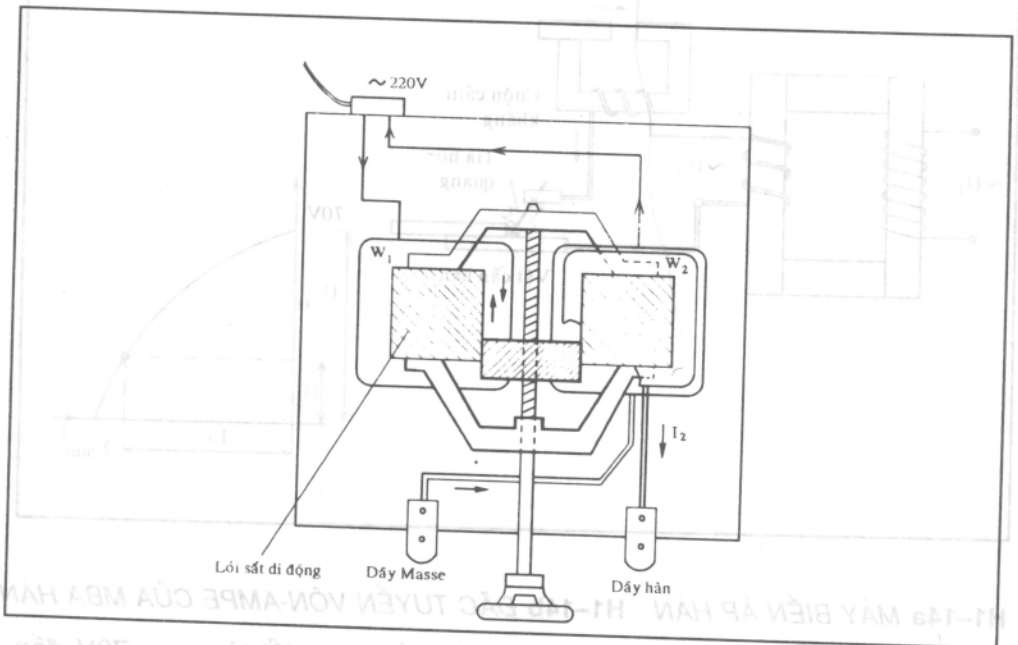


H1-14a MÁY BIẾN ÁP HÀN H1-14b ĐẶC TUYẾN VÔN-AMPE CỦA MBA HÀN

Trong máy biến áp hàn, điện áp thứ cấp thay đổi từ $u_{20} = 70V$ đến $U_{2n.m} = 0V$ lúc mới mỗi hồ quang. Dòng điện mỗi hồ quang cho phép không vượt quá từ 20% đến 40% dòng điện I_2 định mức. Hình H1-14b trình bày đặc tuyến vôn--ampe của máy hàn điện. Đó là đặc tuyến xuống dốc không ổn định, bởi điện trở tia hồ quang không ổn định. Để giữ dòng điện hàn I_2 ổn định, bảo đảm chất lượng mỗi hàn tốt. Người ta mắc nối tiếp với phần thứ cấp 1 cuộn cảm kháng, có điện kháng đo từ tản rất lớn bằng cách dùng mạch từ hở (loại kiểu cột).



H1-15a HÌNH DÁNG BÊN NGOÀI CỦA MBA HÀN



**H1-15b MBA HÀN CÓ PHÂN ĐIỀU CHỈNH DÒNG HÀN
NHỜ LÕI SẮT DI ĐỘNG...**

Cách sử dụng :

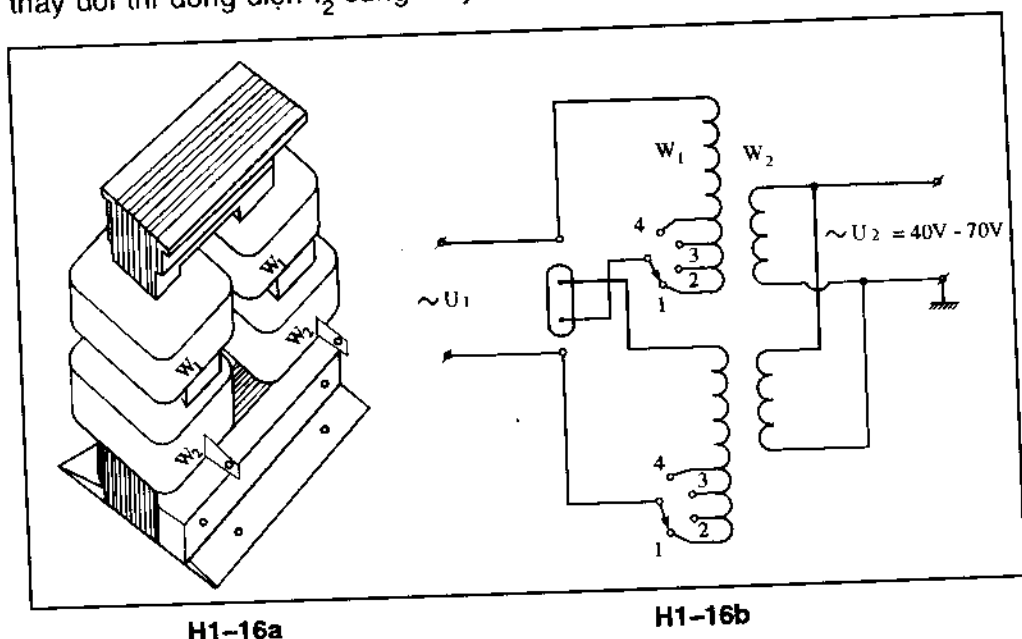
Trong cơ cấu của máy hàn điện H.8a cuộn sơ cấp được mắc vào nguồn điện với điện áp $U_1 = 220V$ hoặc $U_1 = 380V$. Còn cuộn thứ cấp được mắc nối tiếp với cuộn cảm kháng. Lúc chưa hàn, điện áp ra $U_{20} = 70V$, khi hàn thì điện áp $U_2 \approx 30V$ với cường độ dòng điện hàn I_{2dm} . Sự điều chỉnh tăng giảm cường độ hàn nhờ một mạch từ di động, được bố trí rẽ nhánh

mạch từ chính (H1-15b). Nếu tiết diện rẽ nhánh bé thì cường độ hàn càng cao, ngược lại tăng tiết diện rẽ nhánh lớn, thì cường độ hàn giảm đi.

Hiệu suất của máy biến áp hàn khoảng từ 83% + 90% và hệ số công suất $\cos\varphi$ khoảng từ 0,52 đến 0,62.

Ngoài cơ cấu máy hàn trên, còn có loại máy hàn công suất nhỏ với cường độ hàn không quá $I_{2dm} = 200A$ được trình bày theo sơ đồ sau (H1-16)

Phần thứ cấp có điện áp $U_{20} : 40 + 70V$. Còn phần sơ cấp sử dụng với nguồn điện $U_1 = 110V$ hoặc $U_1 = 220V$ và được thiết kế các bậc điều chỉnh ở phần sơ cấp để hiệu chỉnh cường độ hàn I_2 . Vì nếu điện áp ra U_2 thay đổi thì dòng điện I_2 cũng thay đổi theo.

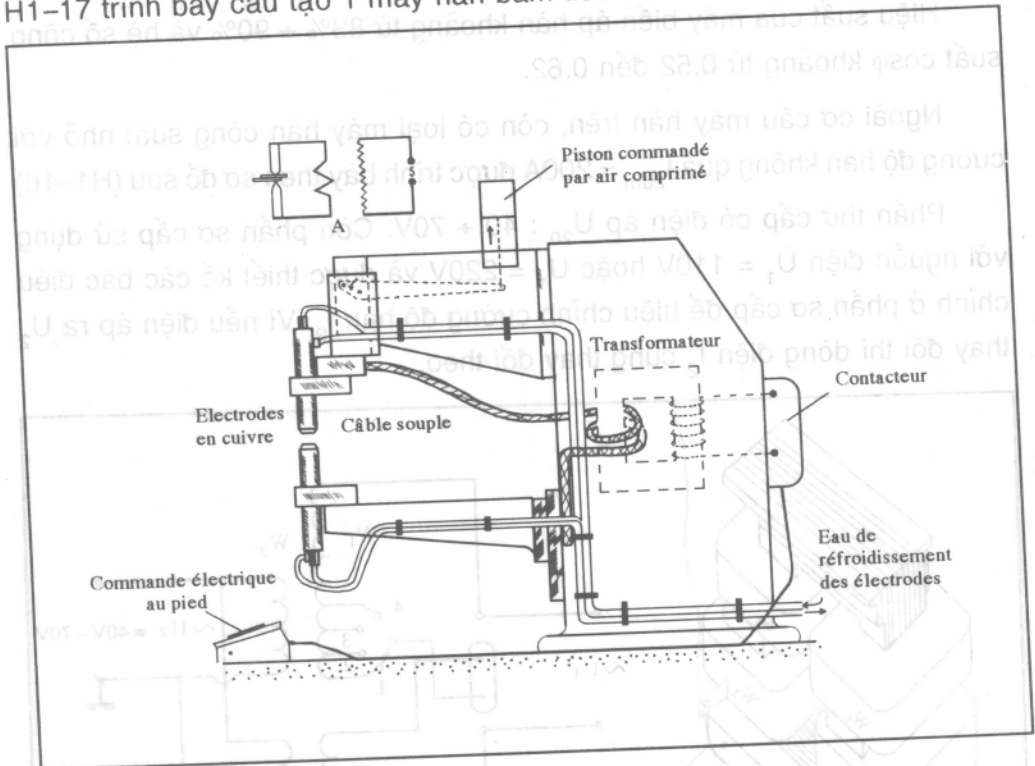


Chú ý khi máy hàn trên sử dụng với điện áp $u_1 = 110V$, khi muốn điều chỉnh dòng điện hàn nên điều chỉnh cả 2 núm chỉ cùng bậc, để tránh sự chênh lệch tổng trở Z'_1 và Z''_1 trong 2 cuộn sơ cấp mắc song hàng, gây ra sự chênh lệch dòng điện trong 2 cuộn này, làm chóng hỏng dây quấn cuộn sơ cấp bị chịu dòng quá tải.

6) Máy hàn bấm :

Nguyên lý làm việc dựa trên cơ sở điện trở của mối hàn, không tạo ra tia hồ quang, điện áp tại mối hàn khoảng vài vôn đến 20V. Phát nhiệt rất lớn tại chỗ hàn, nên cần sự giải nhiệt tích cực bằng dòng đối lưu nước.

Cơ cấu máy hàn bấm cũng tương tự như máy hàn điện nói trên. Hình H1-17 trình bày cấu tạo 1 máy hàn bấm tiêu biểu.



H1-17 CƠ CẤU MÁY HÀN BẤM

CÁCH SỬ DỤNG :

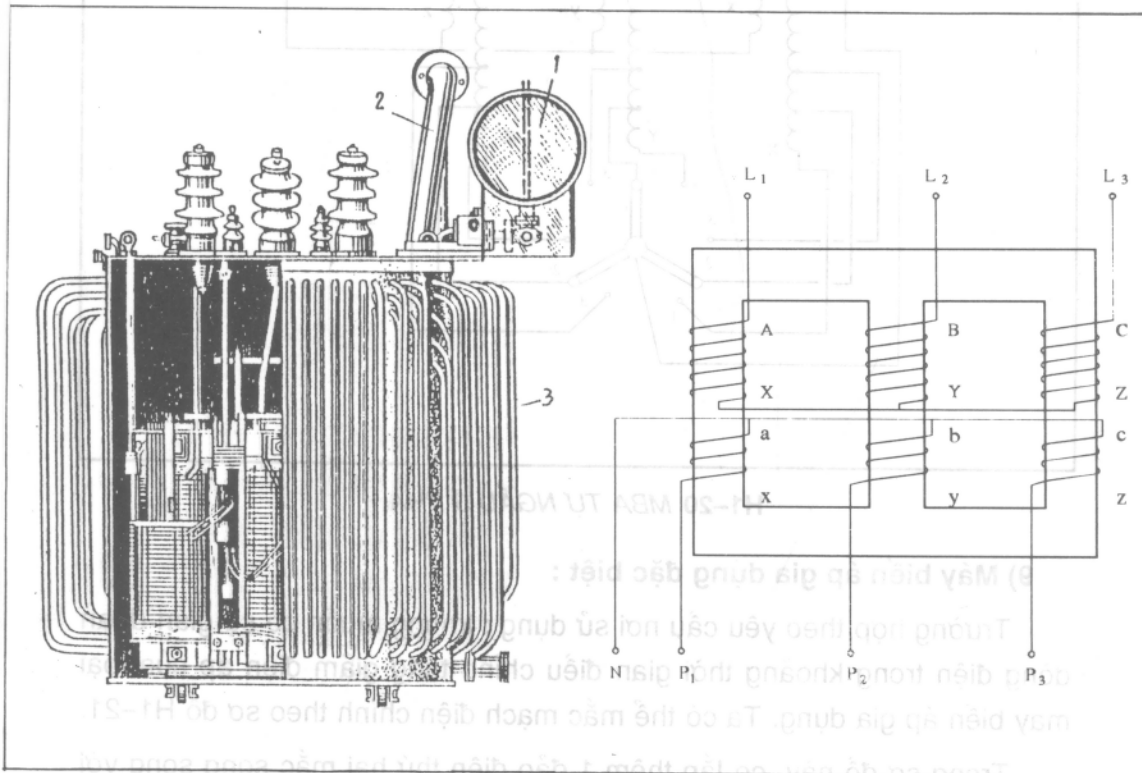
Khi hàn, đặt chi tiết cần hàn vào giữa 2 điện cực hàn bằng đồng, hiệu chỉnh chính xác điểm cần muốn hàn, xong đạp cần điều khiển cho 2 điện cực kẹp chặt chi tiết cần hàn. Xong đầu dây mới ấn công tắc cho máy hàn bấm hoạt động. Thông thường loại máy hàn bấm có bộ phận điều khiển dòng điện hàn qua mỗi hàn không quá 2 giây, vì nếu thời gian lâu, với cường độ dòng điện quá lớn (từ hàng trăm ampe đến cả chục ngàn ampe) có thể làm cháy máy biến áp hàn.

7. Máy biến áp 3 pha :

Tại các trạm biến áp từ cao áp 15Kv xuống hạ áp 220/380v-3PH để phân phối điện năng cho các hộ tiêu dùng phải cần máy biến áp 3 pha hoặc 3 máy biến áp 1 pha đấu chung lại.

Cơ cấu của máy biến áp 3 pha gồm 1 mạch từ có 3 cột được ghép lại bằng các lá sắt từ tính. Trên 3 cột được bố trí các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp. Các cuộn dây này được quấn đồng tâm, có lớp cách điện dày giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp. Sức từ động sinh ra do 3 cuộn sơ cấp tạo ra các từ thông Φ_A , Φ_B và Φ_C . Từ thông Φ_A sinh ra bởi cuộn AX đi xuyên qua các cột B, C. Còn từ thông Φ_B tạo bởi cuộn BY đi xuyên qua các cột A, C. Từ thông Φ_C của cuộn CZ lại đi xuyên qua các cột A, B. Vì thế trên từng cột, các cuộn thứ cấp sinh ra sức ứng điện động tương ứng cùng pha với cuộn sơ cấp trên cùng cột mạch từ.

Các cuộn dây ở phía sơ cấp hoặc thứ cấp có thể đấu Y hoặc đấu Δ . Ký hiệu các cuộn pha sơ cấp là AX, BY, CZ. Còn các cuộn pha thứ cấp được ký hiệu tương ứng ax, by và cz.



H1-18a MÁY BIẾN ÁP 3 PHA.

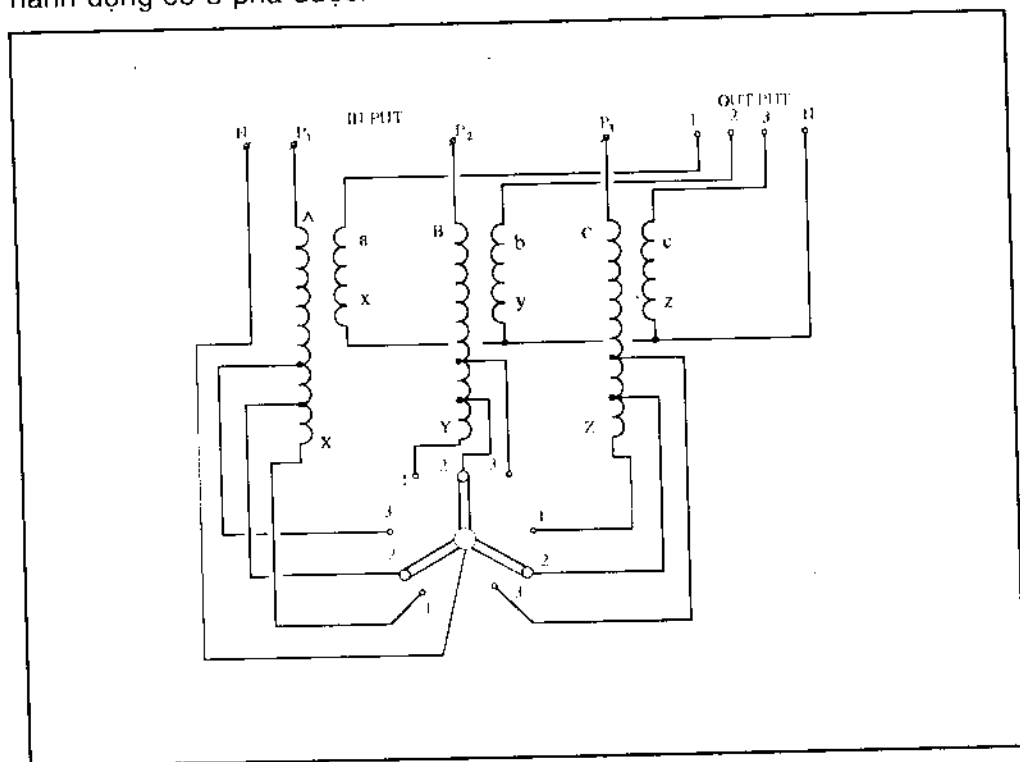
H1-19b SƠ ĐỒ MẠCH MBA 3 PHA.

- (1) bình dầu phụ.
- (2) ống thoát hơi bảo vệ bình bị nổ,
- (3) cách giải nhiệt.

8) Máy biến áp tự ngẫu 3 pha

Loại máy biến áp này dùng để điều chỉnh điện áp ra U_2 bằng cách hiệu chỉnh số vòng W_1 ở phía cuộn sơ cấp cùng 1 lúc ở ba cuộn AX, BY, CZ nhờ đảo điện 3 pha đặc biệt (H1-20).

Thông thường máy biến áp 3 pha có phần điều chỉnh điện áp này được sử dụng ở nơi mà lưới điện 3 pha giảm điện áp thái quá không thể vận hành động cơ 3 pha được.

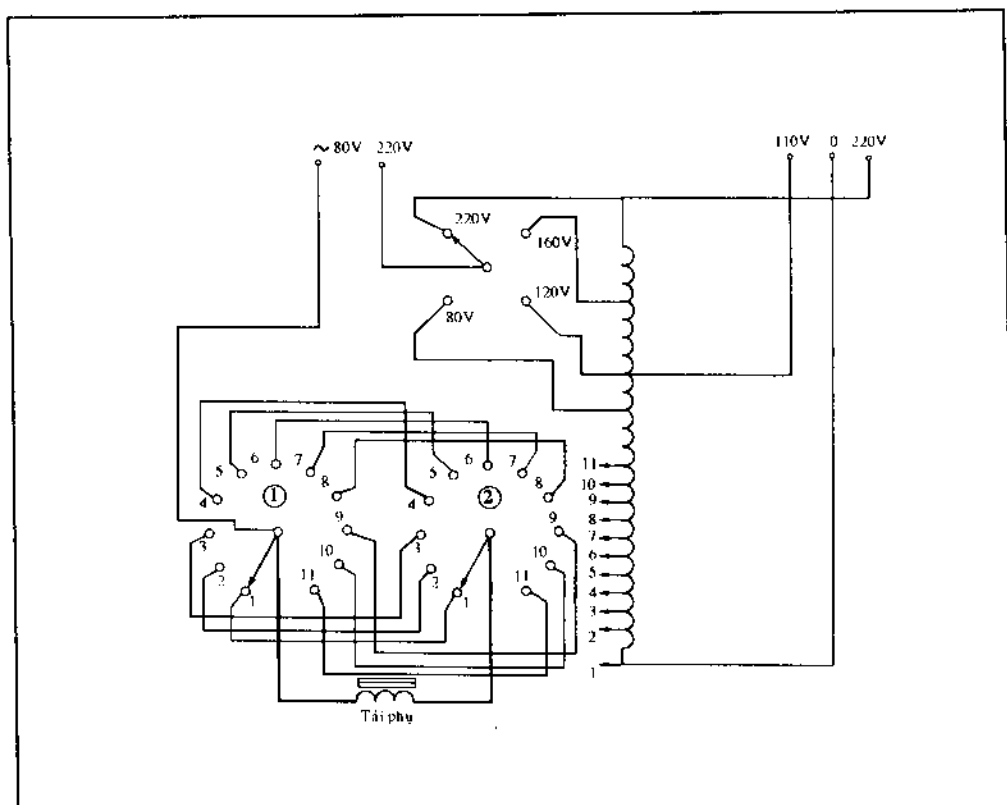


H1-20 MBA TỰ NGẮU 3 PHA

9) Máy biến áp gia dụng đặc biệt :

Trường hợp theo yêu cầu nơi sử dụng : không muốn có sự gián đoạn dòng điện trong khoảng thời gian điều chỉnh tăng giảm điện áp của loại máy biến áp gia dụng. Ta có thể mắc mạch điện chỉnh theo sơ đồ H1-21.

Trong sơ đồ này, có lắp thêm 1 đảo điện thứ hai mắc song song với đảo điện thứ nhất. Chú ý, giữa các chấu chung của các đảo điện có mắc 1 tải phụ chịu dòng điện cũng bằng dòng điện định mức của phía sơ cấp và điện áp đặt lên tải bằng điện áp của 1 bậc.



H1-21

Cách sử dụng :

Khi muốn tăng hoặc giảm điện áp ra, ta phải hiệu chỉnh từng bậc, lần lượt đảo điện này rồi đến đảo điện kia. Trong thời gian hai đảo điện bị lệch 1 bậc tăng, giảm điện, thì dòng điện sơ cấp đi qua tải phụ và cùng lúc tải này lại chịu dòng điện bị ngắn mạch giữa các bậc đang hiệu chỉnh. Nhờ thế, không có sự chập mạch trong cuộn dây và đồng thời vẫn giữ dòng điện liên tục cung cấp cho mạch tiêu thụ.

10) Máy biến áp đo lường :

Máy biến áp này được sử dụng trong các mạch lưới điện cao thế mà không thể đo trực tiếp bằng dụng cụ đo lường thông thường. Vì điều kiện an toàn điện không cho phép. Các máy biến áp đo lường sẽ đảm bảo an toàn điện cho người điều hành mạng điện cao thế.

Hình H.15 trình bày 1 mạng điện cao áp có trang bị các thiết bị đo lường: vôn kế, ampe kế, điện năng kế... qua trung gian các máy biến áp đo lường.

Tất cả các dụng cụ đo lường đều phải mắc vào phần thứ cấp của máy biến áp đo lường, còn phần sơ cấp được mắc vào mạng điện cao áp. Điện áp ở phần thứ cấp không quá 100V để bảo đảm an toàn điện. Vôn kế được tính theo tỉ số biến áp k_u :

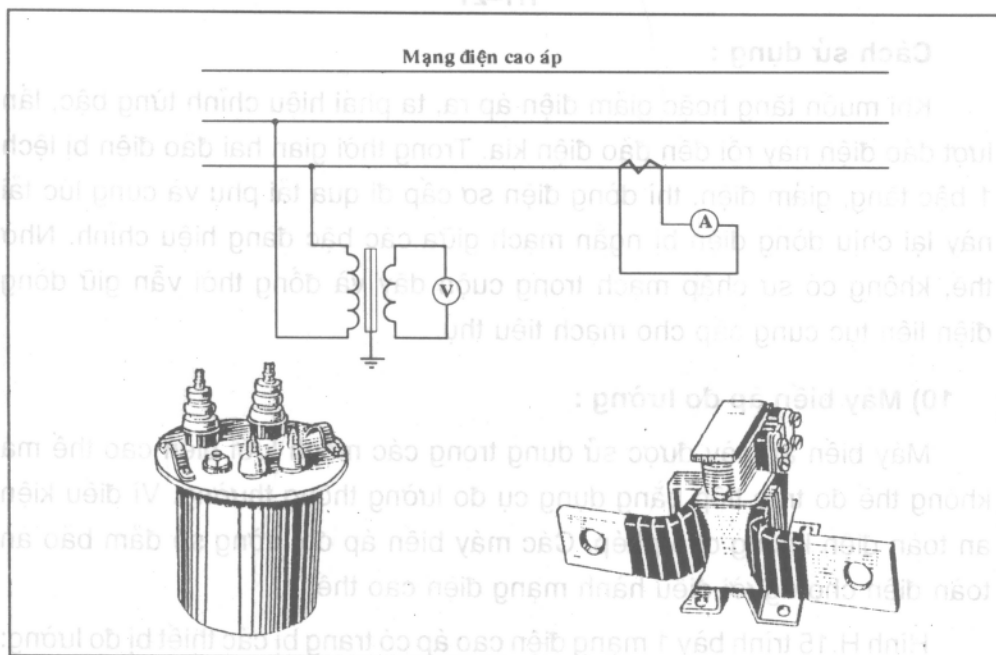
$$k_u = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Căn cứ vào tỷ số biến áp k_u , điện áp hiện hữu ở lưới điện cao thế được xác định $U_1 = k_u \cdot U_2$. Thông thường trên mặt vôn kế có ghi các trị số phù hợp với tỉ số biến áp để đọc ngay trị số điện áp.

Đối với việc đo cường độ dòng, phải nhờ máy biến áp dòng, mà phần sơ cấp chính là dây truyền tải, còn phần thứ cấp nối với ampe kế, có cường độ dòng không quá 5A. Nhờ tỉ số biến dòng, xác định được dòng điện trong dây tải điện.

$$I_1 = k_i \cdot I_2$$

Không nên nối ngắn mạch cuộn dây máy biến áp dòng sẽ làm hỏng dụng cụ này. Để đảm bảo an toàn điện cho người điều hành, tất cả mạch từ các dụng cụ đo trên đều phải được mắc dây nối đất.



H1-22 Máy biến điện áp

H1-23 Máy biến dòng điện

CHƯƠNG 2

TÍNH SỐ LIỆU DÂY QUẤN MÁY BIẾN ÁP 1 PHA

Trong chương này chỉ hướng dẫn tính số liệu dây quấn máy biến áp khi đã có sẵn lõi mạch từ. Sau đây là các bước tiến hành tính số liệu dây quấn máy biến áp 1 pha.

I. CÁC BƯỚC TÍNH SỐ LIỆU DÂY QUẤN MÁY BIẾN ÁP 1 PHA :

Bước 1 : Xác định tiết diện thực của lõi sắt (S_o) :

Căn cứ vào kích thước lõi sắt a, b (H2-1) xác định tiết diện lõi sắt nơi quấn dây. Sau đó khấu trừ đi phần lớp cách điện, oxyt trên bề mặt lá sắt để còn lại tiết diện thực của lõi sắt bằng công thức :

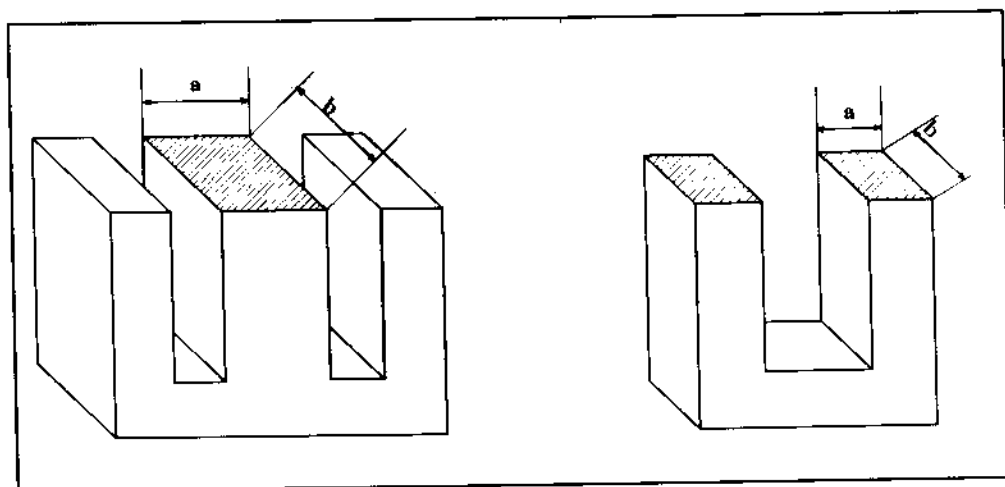
$$S_o = (0,9 + 0,93) S \text{ (cm}^2\text{)}$$

Chọn $K = 0,9$ nếu bề dày lá sắt $e_{fe} = 0,35 \text{ mm}$

$K = 0,93$ nếu bề dày lá sắt $e_{fe} = 0,50 \text{ mm}$

$K = 0,8 - 0,85$ nếu lá sắt bị rỉ, sét, lõi lõm.

Với $S = a.b \text{ (cm}^2\text{)}$



H2-1a

H2-1b

Kiểm tra công suất dự tính P_{dt} đối với kích thước mạch từ S_o . Ta có :

$$P_{dt} = U_2 \cdot I_2 \quad V.A \quad (1)$$

$$P_{cp} = \left(\frac{S_o}{1,2} \right)^2 \quad V.A \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) nếu P_{dt} không lớn hơn P_{dm} , không quá 10% thì mạch từ coi như tương ứng với công suất dự tính P_{dt} .

Bước 2 : Tính số vòng dây mỗi vôn :

Từ công thức $E = 4,44 \cdot f \cdot B \cdot S_o \cdot W$, với $E = 1$ vôn, $f = 50\text{Hz}$

Ta có :
$$W = \frac{10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot B \cdot S_o} \text{ (vòng/vôn)}$$

Rút gọn lại :

$$W = \frac{K}{S_o} \text{ (vòng/vôn)}$$

K : hằng số phụ thuộc theo B (weber/m²)

S_o : tiết diện thực của lõi sắt (cm²)

Bảng 1 : cho phép chọn hệ số K theo mật độ từ B

Mật độ từ B	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5wb/mm ²
Hệ số K	64	56	50	45	41	37,5	34,5	32,4	30

Bước 3 : Tính số vòng dây của cuộn sơ cấp W_1

$$W_1 = W \times U_1 ; W \text{ [vòng/vôn]}$$

Bước 4 : Tính số vòng dây của cuộn thứ cấp W_2

Khi tính số vòng dây của cuộn thứ cấp, cần phải dự trừ tăng thêm 1 số vòng dây, để bù trừ sự sụt áp do trở kháng của cuộn thứ cấp :

$$W_2 = W \times (U_2 + \Delta U_2) ; W \text{ [vòng/vôn]}$$

Độ dự trừ điện áp ΔU_2 được chọn theo bảng 2 :

P (V.A)	100	200	300	500	750	1000	1200	1500	> 1500
ΔU_2 (%)	4,5	4	3,9	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0

Bước 5 : Tính tiết diện dây sơ cấp và thứ cấp :

Khi tính tiết diện dây nên căn cứ vào điều kiện làm việc của máy biến áp, công suất... mà chọn mật độ dòng J cho phù hợp để khi máy biến áp vận hành định mức, dây dẫn không phát nhiệt thái quá hơn 80°C.

Bảng (3) cho phép chọn mật độ dòng J khi thời gian làm việc của máy biến áp liên tục 24/24.

P (V.A)	0-50	50-100	100-200	200-250	500-1000
J (A/mm ²)	4	3,5	3	2,5	2

Nếu máy biến áp làm việc ngắn hạn 3 + 5 giờ, thông gió tốt nơi để máy biến áp. Có thể chọn $J = 5A/mm^2$ để tiết kiệm khối lượng dây đồng.

Tiết diện dây sơ cấp được xác định theo mật độ dòng J

$$s_1 = \frac{P_2}{\eta \cdot U_1 \cdot J} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Với : η : Hiệu suất máy biến áp khoảng 0,85 + 0,90

U_1 : Điện áp nguồn.

Tiết diện dây thứ cấp :

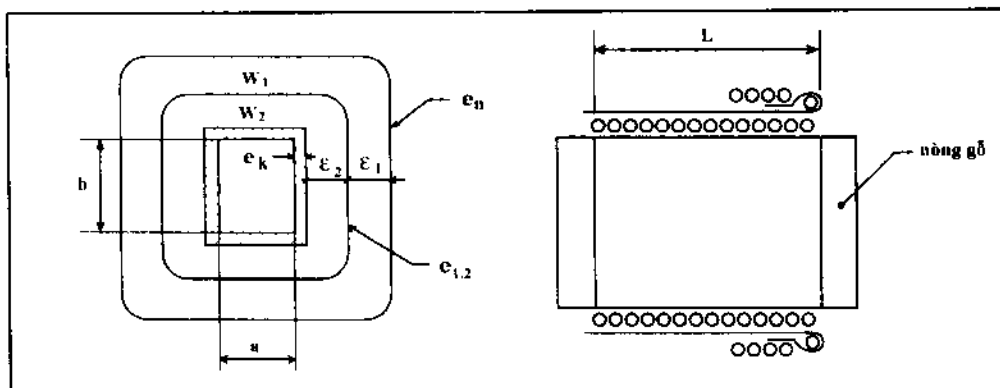
$$s_2 = \frac{I_2}{J} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Biết tiết diện dây tra bảng (4) để dàng xác định đường kính dây d_1 và d_2 .
Có thể dùng công thức :

$$d = 2 \sqrt{\frac{s}{3,14}} = 1,13 \sqrt{s} \Rightarrow d_1 = 1,13 \sqrt{s_1}$$
$$d_2 = 1,13 \sqrt{s_2}$$

Bước 6 : Kiểm tra lại khoảng trống chứa dây

Trước hết, xác định cách bố trí cuộn dây sơ cấp thứ cấp quấn chồng lên nhau hoặc quấn hai cuộn rời ra. Trên cơ sở đó chọn chiều dài L của cuộn sơ cấp, thứ cấp quấn dây trên khuôn cách điện.



H2-2a

H2-2b

Tính từng phần :

1) Bề dày cuộn dây sơ cấp W_1 :

-- Số vòng dây sơ cấp cho 1 lớp dây với $d_{1cd} = d_1 + e_{cd}$

$$W_{1 \text{ lớp}} = \frac{L}{d_{1cd}} - 1$$

Với :

-- dây tráng ê-may : $e_{cd} = 0,03 \text{ -- } 0,08 \text{ mm}$

-- dây bọc cotton : $e_{cd} = 0,15 \text{ -- } 0,40 \text{ mm}$

-- Số lớp dây ở cuộn sơ cấp :

$$N_{1 \text{ lớp}} = \frac{W_1}{W_{1 \text{ lớp}}}$$

-- Bề dày của cuộn sơ cấp W_1 :

$$\varepsilon_1 = (d_{1cd} \times N_{1 \text{ lớp}}) + e_{cd} (N_{1 \text{ lớp}} - 1)$$

2) Bề dày của cuộn thứ cấp W_2 :

Cùng tính tương tự như trên, ta có :

$$\varepsilon_2 = (d_{2cd} \times N_{2 \text{ lớp}}) + e_{cd} (N_{2 \text{ lớp}} - 1)$$

3) Bề dày toàn bộ của cả cuộn dây quấn :

Tùy theo sự bố trí cuộn dây sơ cấp và thứ cấp mà tính bề dày cuộn dây.

Theo H.2 ta có bề dày toàn bộ cuộn dây là :

$$\varepsilon_t = (1,1 + 1,25) (e_K + \varepsilon_1 + e_{1,2} + \varepsilon_2 + e_n)$$

So sánh bề dày cuộn dây ε_t với bề rộng cửa sổ nếu

$\varepsilon_t < c$ thì thỏa điều kiện cho phép tiến hành quấn dây.

TÓM TẮT TÍNH SỐ LIỆU DÂY QUẤN MÁY BIẾN ÁP :

Tiến hành các bước :

1. Xác định tiết diện thực của lõi sắt :

$$S_o = (0,9 + 0,93) S \text{ (cm}^2\text{)}$$

2. Tính số vòng dây mỗi vôn :

$$W = \frac{K}{S_o} \text{ (vòng/vôn)}$$

3. Tính số vòng dây của cuộn sơ cấp, thứ cấp

$$W_1 = W \text{ vòng/vôn } U_1$$

$$W_2 = W \text{ vòng/vôn } (U_2 + \Delta U_2)$$

4. Tính tiết diện sơ cấp và thứ cấp

$$s_1 = \frac{P_2}{\eta \cdot U_1 \cdot J} \text{ (hoặc } s_1 = \frac{I_1}{J} \text{)}$$

$$s_2 = \frac{I_2}{J}$$

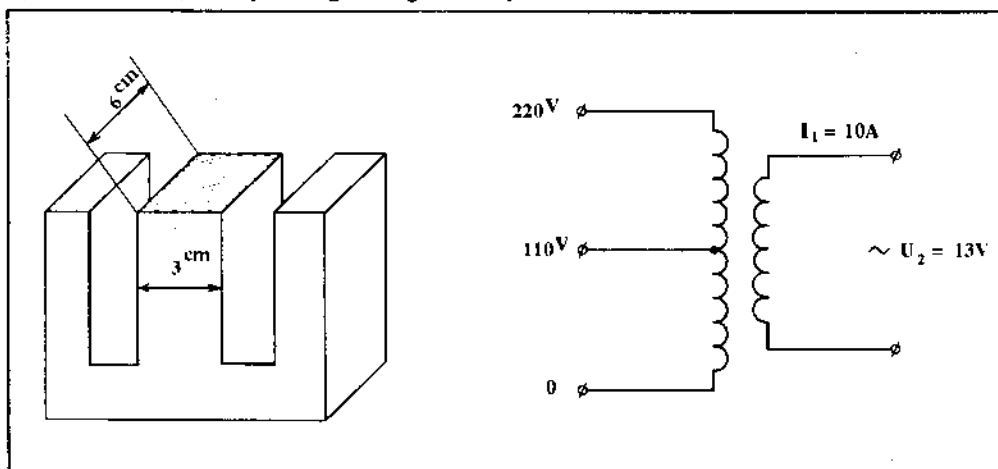
Biết s_1 và s_2 tra bảng (4) xác định d_1 và d_2

5. Kiểm tra khoảng trống chứa dây

Nếu $\varepsilon_t < c$ thì thỏa điều kiện.

II. BÀI TẬP MẪU :

Ví dụ 1 : Tính toán dây quấn máy biến áp sử dụng với nguồn điện 110/220V-50Hz, phần thứ cấp có $U_2 = 13V$. $I_2 = 10A$. Kích thước mạch từ theo hình vẽ, có bề dày lá sắt $e_{Fe} = 0,35 \text{ mm}$, $B = 1,2 \text{ wb/m}^2$, hiệu suất $\eta = 0.85$, chọn dây đồng tráng è-may.



H2-3a

H2-3b

1. Xác định tiết diện thực S_o của lõi mạch từ :

Với lá sắt mỏng $e_{Fe} = 0,35 \text{ mm}$ chọn $K = 0,9$, ta có :

$$S_o = 0,9 (3 \times 6) = 16,2 \text{ cm}^2$$

Kiểm tra mạch từ có phù hợp với công suất dự tính. Ta có :

$$P_{dt} = 12V \cdot 10A = 120 \text{ VA} \quad (1)$$

$$\text{mà} \quad P_{cp} = \left(\frac{S_o}{1,2} \right)^2 = \left(\frac{16,2}{1,2} \right)^2 = 182 \text{ VA} \quad (2)$$

So sánh (1) với (2) ta thấy :

$$P_{dt} < P_{cp} = 182 \text{ V.A thỏa điều kiện}$$

2. Tính số vòng dây mỗi vôn :

Với $B = 1,2 \text{ wb/m}^2$, chọn $K = 37,5$, ta có :

$$W = \frac{37,5}{S_o} = \frac{37,5}{16,2} = 2,3 \text{ vòng/vôn}$$

3. Số vòng dây của cuộn sơ cấp :

$$W_{ab} = 2,3 \text{ vòng/vôn} \times 110\text{V} = 253 \text{ vòng}$$

$$W_{bc} = 2,3 \text{ vòng/vôn} \times (220\text{V} - 110\text{V}) = 253 \text{ vòng}$$

4. Số vòng dây của cuộn thứ cấp :

$$\text{Chọn } \Delta U_2 = 4,5\% \text{ nên có } \Delta U_2 = \frac{13\text{V} \cdot 4,5}{100} = 0,58\text{V}$$

$$W_2 = 2,3 \text{ vòng/vôn} \times (13\text{V} + 0,58\text{V}) = 31 \text{ vòng}$$

5. Tiết diện dây sơ cấp và thứ cấp :

Với hiệu suất $\eta = 0,85$ và chọn $J = 3,5\text{A/mm}^2$, ta có :

$$S_{ab} = \frac{P_2}{\eta \cdot U_1 \cdot J} = \frac{120}{0,85 \cdot 110 \cdot 3,5} = 0,366\text{mm}^2$$

$$d_{ab} = \varnothing 0,69$$

$$S_{bc} = \frac{P_2}{\eta \cdot U_1 \cdot J} = \frac{120}{0,85 \cdot 220 \cdot 3,5} = 0,183\text{mm}^2$$

$$d_{bc} = \varnothing 0,49$$

$$S_2 = \frac{I_2}{J} = \frac{10}{3,5} = 2,8\text{mm}^2 \quad d_2 = \varnothing 1,88$$

6. Kiểm tra bề dày cuộn dây :

* Bề dày cuộn dây W_{ab} , với $L = 50\text{mm}$, $d'_{ab} = \varnothing 0,74\text{mm}$

$$W_{ab \text{ lớp}} = \frac{50}{0,74} - 1 = 66 \text{ vòng}$$

$$N_{ab \text{ lớp}} = \frac{253}{60} = 3,78 \text{ lớp chọn 4 lớp}$$

$$\varepsilon_{ab} = 0,74 \cdot 4 + 0,1 (4 - 1) = 3,26\text{mm}$$

* Bề dày cuộn dây W_{bc} , với $L = 50$, $d'_{bc} = \varnothing 0,54\text{mm}$

$$W_{bc \text{ lớp}} = \frac{50}{0,54} - 1 = 91 \text{ vòng}$$

$$N_{bc \text{ lớp}} = \frac{253}{91} = 2,78 \text{ lớp chọn 3 lớp}$$

$$\varepsilon_{bc} = 0,54 \cdot 3 + 0,1 (3 - 1) = 1,82\text{mm}$$

* Bề dày cuộn dây thứ cấp W_2 , với $L = 50$. $d_2 = \varnothing 1,93\text{mm}$

$$W_{2 \text{ -- lớp}} = \frac{50}{1,93} - 1 = 25 \text{ vòng}$$

$$N_{2 \text{ -- lớp}} = \frac{31}{25} = 1,24 \text{ lớp chọn 2 lớp}$$

$$\varepsilon_2 = 1,93 \cdot 2 + 0,1 (2 - 1) = 3,96\text{mm}$$

* Bề dày toàn bộ cuộn dây quấn, chọn $\varepsilon_k = 1$. $e_{1,2} = 0,3$

$$e_n = 0,3$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= 1,20 (e_k + \varepsilon_{ab} + \varepsilon_{bc} + e_{1,2} + \varepsilon_2 + e_n) \\ &= 1,20 (1 + 3,3 + 1,9 + 0,3 + 4 + 0,3) = 13\text{mm} \end{aligned}$$

So sánh $\varepsilon_t = 13\text{mm}$ với bề rộng khoảng chứa dây $C = 15\text{mm}$ thì thỏa điều kiện.

III. TÍNH SỐ LIỆU CỦA MÁY BIẾN ÁP TỰ NGÃU :

Đối với máy biến áp tự ngẫu cần lưu ý các điểm sau :

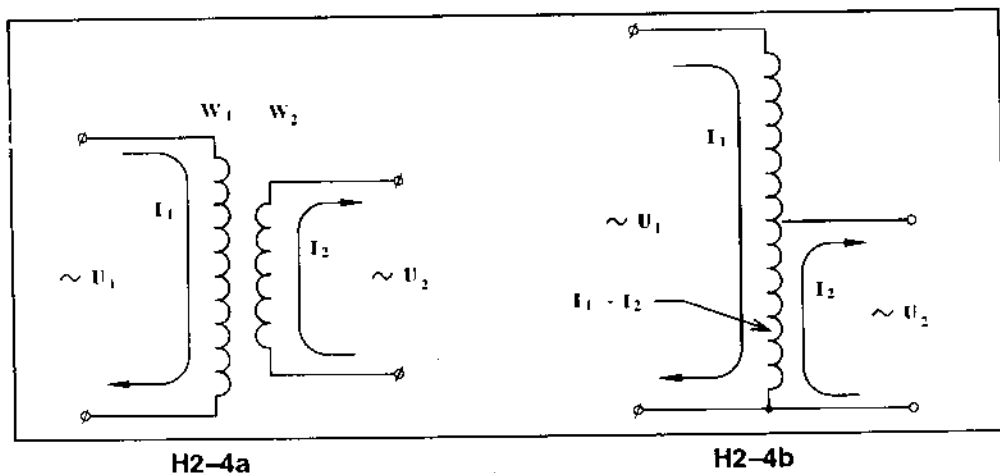
-- Cường độ dòng điện trong đoạn cuộn dây chịu tải chung cho cả 2 dòng điện I_1 và I_2 thì chỉ chịu dòng điện bằng hiệu của hai dòng điện :

$$I = I_1 - I_2$$

-- Công suất biểu kiến P_a cần thiết được xác định :

$$P_a = P_{dm} \frac{U_{cao} - U_{thấp}}{U_{cao}}$$

Khi tiến hành tính số liệu dây quấn của máy biến áp tự ngẫu cũng tính các bước tương tự như trên chỉ trừ lưu ý các điểm vừa nêu.



Ví dụ 2 : Tính số liệu dây quấn của máy biến áp gia dụng theo yêu cầu kỹ thuật sau :

$$U_1 = 80V, 120V, 160V, 220V$$

$$U_2 = 110V - 220V$$

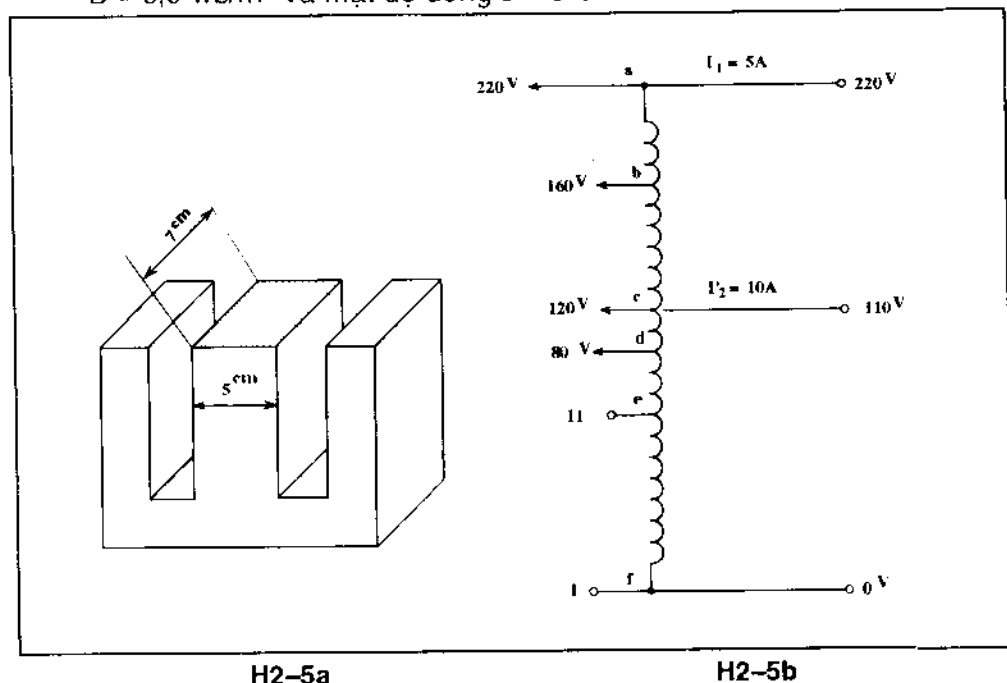
$$I_2 = 10A - 5A$$

$$f = 50Hz$$

Điều kiện tăng giảm : 11 bậc – 5V/bậc

Kích thước mạch từ (xem hình H2-5b) bề dày lá sắt $e_{Fe} = 0,35$ chọn

$B = 0,9 \text{ wb/m}^2$ và mật độ dòng $J = 5A/mm^2$



1. Tiết diện thực S_o của lõi mạch từ :

Với $e_{Fe} = 0,35$, chọn $K = 0,9$, ta có :

$$S_o = 0,9 (5 \cdot 7) = 31,5 \text{ cm}^2$$

Kiểm tra lại mạch từ có đáp ứng với công suất dự tính.

Ta có công suất biểu kiến :

$$\begin{aligned} P_a &= P_{dm} \frac{U_{cao} - U_{thấp}}{U_{cao}} \\ &= 1100 \times \frac{220 - 110}{220} = 550 \text{ VA (1)} \end{aligned}$$

$$\text{mà } P_{cp} = \left(\frac{S_o}{1,2} \right)^2 = \left(\frac{31,5}{1,2} \right)^2 = 689 \text{ VA (2)}$$

So sánh (1) với (2) thì : $P_a < P_{cp}$. Vậy thỏa điều kiện dự tính..

2. Số vòng dây mỗi vôn :

Với $B = 0,9$, chọn $K = 50$ ta có :

$$W = \frac{50}{S_o} = \frac{50}{31,5} = 1,6 \text{ vòng/vôn}$$

3. Số vòng dây cho từng đoạn cuộn :

$$W_{ab} = 1,6 \cdot (220 - 160) = 96 \text{ vòng}$$

$$W_{bc} = 1,6 \cdot (160 - 120) = 64 \text{ vòng}$$

$$W_{cd} = 1,6 \cdot (120 - 80) = 64 \text{ vòng}$$

$$W_{de} = 1,6 \cdot (80 - 5 \cdot 10 \text{ bậc}) = 48 \text{ vòng}$$

$$W_{bậc} = 1,6 \cdot 5^V = 08 \text{ vòng}$$

4. Tính tiết diện dây, đường kính dây :

Để xác định tiết diện dây, đường kính dây, cần phải biết đoạn cuộn dây nào chịu tải dòng điện bao nhiêu ở các trường hợp làm việc của máy biến áp.

Sau đây là bảng phân tích với sự suy giảm điện áp nguồn cho phép :

-- Nguồn điện 110V : điện áp nguồn giảm không quá 70V

-- Nguồn điện 220V : điện áp nguồn giảm không quá 160V

	U_1	U_2	I_1	I_2	DÒNG ĐIỆN QUA ĐOẠN CUỘN				
					W_{ab}	W_{bc}	W_{cd}	W_{de}	W_{ef}
1	110V	110V	15,7	10	/	/	15,7 – 10	15,7 – 10	10
2		220V	15,7	5	5	5	15,7 – 5	15,7 – 5	5
3	80V	110V	15,7	10	/	/	10	15,7 – 10	10
4		220V	15,7	5	5	5	5	15,7 – 10	5
5	220V	110V	15,7	10	6,5	6,5	10 – 6,5	10 – 6,5	10
6		220V	6,5	5	6,5 – 5	6,5 – 5	6,5 – 5	6,5 – 5	5
7	160V	110V	6,5	10	/	6,9	10 – 6,9	10 – 6,9	10
8		220V	6,9	5	5	6,9 – 5	6,9 – 5	6,9 – 5	5

Kết luận :

– Đoạn cuộn W_{ab} , W_{bc} có thể chọn chịu dòng tải $I = 6,5A$

– Đoạn cuộn W_{cd} , W_{de} , W_{ef} chọn chịu dòng tải $I = 10A$

– Nếu đoạn cuộn W_{ed} , W_{de} chọn cỡ dây bé hơn cỡ dây của W_{ef} thì khi máy biến áp làm việc ở trường hợp (2), (3) ở dòng định mức, sự phát nhiệt ở đoạn cuộn W_{cd} , W_{de} có thể làm chóng hỏng máy biến áp.

Căn cứ vào dòng điện chọn trong từng đoạn cuộn, nếu máy biến áp làm việc trong giờ cao điểm, có thể chọn mật độ dòng $J = 5A/mm^2$. Ta được :

$$S_{ac} = \frac{I_{ac}}{J} = \frac{6,5}{5} = 1,3mm^2$$

$$S_{cf} = \frac{I_{cf}}{J} = \frac{10}{5} = 2mm^2$$

Tra bảng cỡ dây ta có đường kính $d_{ac} = \varnothing 1,3mm$, $d_{cf} = \varnothing 1,6mm$

5. Kiểm tra bề dày cuộn dây

Cách tính cũng tương tự như ở ví dụ 1.

IV. TÍNH MÁY BIẾN ÁP CÓ PHẦN CHỈNH LƯU :

Trước hết ta cần biết khái niệm về mạch chỉnh lưu toàn kỳ và chỉnh lưu bán kỳ.

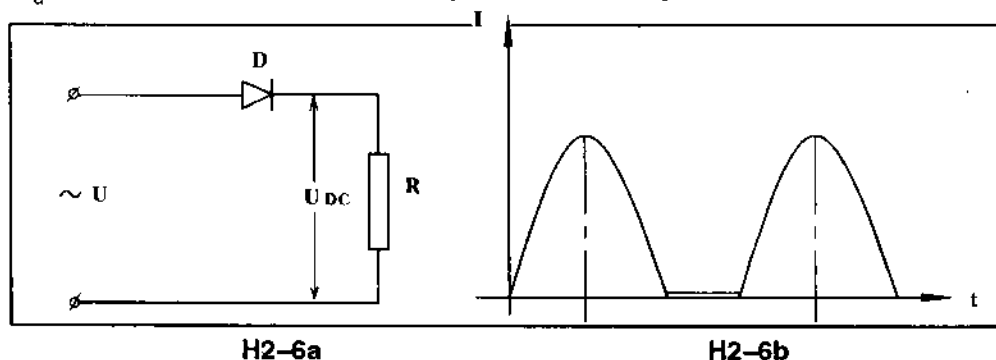
1) Chỉnh lưu bán kỳ :

Khảo sát mạch chỉnh lưu bán kỳ gồm 1 diode vì phụ tải ta thấy :

-- Ở bán kỳ dương, diode phân cực thuận, dòng I trong mạch được xác định :

$$I = \frac{U}{R_d + R_t} \approx \frac{U}{R_t} \quad (\text{vì } R_d \approx 0)$$

-- Ở bán kỳ âm, diode phân cực nghịch, nên nội trở của diode rất lớn $R_d \approx \infty$, nên diode coi như không dẫn điện, dòng $I = 0$



Quan hệ giữa hiệu điện áp U_2 và dòng điện I_2 ở cuộn thứ cấp của máy biến áp với U_{DC} và I_{DC} như sau :

$$U_2 = 2,22 U_{DC}$$

$$I_2 = 1,57 I_{DC}$$

$$P_2 = 3,5 P_{DC}$$

Chọn diode với dòng điện qua diode I_d và điện thế ngược U_{ng} theo công thức :

$$I_d = 3,14 I_{DC}$$

$$U_{ng} = 3,14 U_{DC}$$

Ví dụ 1 : Xác định điện áp U_2 , I_2 và P_2 ở cuộn thứ cấp của máy biến áp khi dùng mạch chỉnh lưu bán kỳ, với $U_{DC} = 12V$ $I_{DC} = 10A$.

Giải

Điện áp U_2 ở cuộn thứ cấp :

$$U_2 = 2,22 U_{DC} = 2,22 \cdot 12V = 26,64V$$

Cường độ dòng điện i_2 ở cuộn thứ cấp :

$$I_2 = 1,57 I_{DC} = 1,57 \cdot 10A = 15,7A$$

Công suất P_2 ở phần thứ cấp của máy biến áp :

$$\begin{aligned} P_2 &= U_2 I_2 = 3,5 P_{DC} \\ &= 26,64 \cdot 15,7 = 418,25 \text{ V.A.} \end{aligned}$$

Có thể chọn diode với thông số :

$$I_d = 3,14 \cdot I_{DC} = 3,14 \cdot 10A = 31,4A$$

$$U_{ng} = 3,14 U_{DC} = 3,14 \cdot 12V = 37,68V$$

2. Chỉnh lưu toàn kỳ với mạch cầu 4 diode :

Hình bên trình bày mạch chỉnh lưu toàn kỳ với mạch cầu 4 diode. Có nguyên lý hoạt động như sau :

– Ở bán kỳ dương, các diode D_1, D_3 phân cực thuận, dẫn điện qua tải R_L , còn các diode D_2, D_4 vì bị phân cực nghịch nên đóng mạch.

– Ở bán kỳ âm, các diode D_1, D_3 bây giờ phân cực nghịch nên không dẫn điện, còn đối với các diode D_2, D_4 lại phân cực thuận nên dẫn điện qua tải R_L . Như thế ở cả 2 bán kỳ các diode, luân phiên dẫn điện qua tải R_L liên tục.

Các dòng điện I_2 và điện áp U_2 ở phần thứ cấp được xác định :

$$U_2 = 1,11 U_{DC}$$

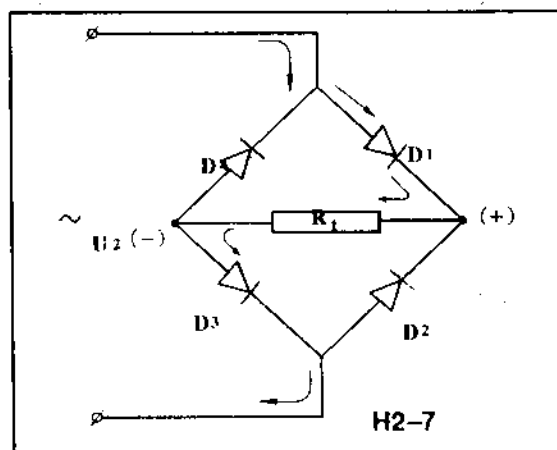
$$I_2 = 1,11 I_{DC}$$

$$P_2 = 1,24 P_{DC}$$

Chọn diode với :

$$I_d = 1,57 I_{DC}$$

$$U_{ng} = 0,785 U_{DC}$$



Ví dụ 2 : Một máy biến áp sạt bình ắc quy có $U_{DC} = 12V$, $I_{DC} = 10A$ mạch chỉnh lưu toàn kỳ với mạch cầu 4 diode. Hãy tính số liệu ở cuộn thứ cấp :

Giải

Điện áp hiệu dụng u_2 ở cuộn thứ cấp :

$$U_2 = 1,11 U_{DC} = 1,11 \cdot 12V = 13,32V$$

Với chỉnh lưu toàn kỳ, dòng I_2 ở cuộn thứ cấp :

$$I_2 = 1,11 I_{DC} = 1,11 \cdot 10A = 11,1A$$

Công suất của mạch thứ cấp :

$$P_2 = U_2 I_2 = 13,2 \cdot 11,1 = 148 VA$$

Chọn diode với thông số :

$$I_d = 1,57 \cdot I_{DC} = 1,57 \cdot 10 = 15,7A$$

$$U_{ng} = 0,785 U_{DC} = 0,785 \cdot 13,32 = 10,45V$$

3) Chỉnh lưu toàn kỳ với 2 diode :

Muốn chỉnh lưu toàn kỳ với 2 diode, thì mạch chỉnh lưu này cần phải có máy biến áp có cuộn thứ cấp đối xứng. Nguyên lý làm việc của mạch chỉnh lưu như sau :

-- Ở bán kỳ dương, đối với sức ứng điện động e_1 trong cuộn W_{01} thì diode D_1 phân cực thuận, dẫn điện qua phụ tải R_L . Trong khi đó, đối với sức ứng điện động e_2 trong cuộn W_{02} thì diode D_2 lại phân cực nghịch.

-- Ở bán kỳ âm, bây giờ diode D_1 lại phân cực nghịch đối với sức ứng điện động e_1 trong cuộn W_{01} . Ngược lại, diode D_2 trở thành phân cực thuận đối với sức ứng điện động e_2 trong cuộn W_{02} nên dẫn dòng điện qua R_L .

Cứ thế 2 diode D_1 và D_2 luân phiên thông mạch dẫn dòng điện liên tục qua tải R_L ở cả chu kỳ. Vì thế dòng điện 1 chiều, chỉnh lưu toàn kỳ giống như ở mạch cầu 4 diode. Ta có :

$$U_2 = 1,11 U_{DC}$$

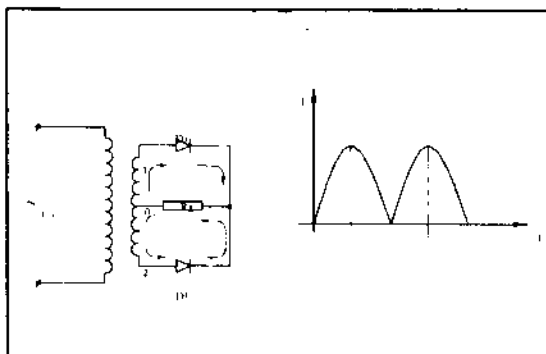
$$I_2 = 1,11 I_{DC}$$

$$P_2 = 1,24 P_{DC}$$

Nhưng khi chọn diode nhớ lưu ý :

$$I_d = 1,57 I_{DC}$$

$$U_{ng} = 3,14 U_{DC}$$



H2-8a

H2-8b

CHƯƠNG 3

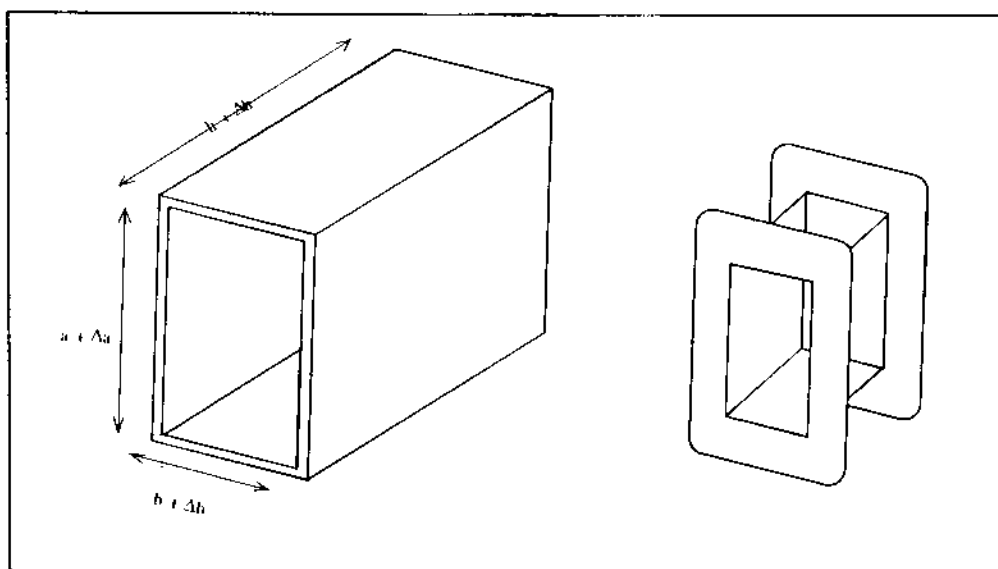
KỸ THUẬT QUẤN DÂY MÁY BIẾN ÁP

I. KHUÔN CÁCH ĐIỆN :

Khuôn cách điện nhằm mục đích cách điện giữa cuộn dây và mạch từ, còn làm sườn cứng để định hình cuộn dây. Khuôn được làm bằng vật liệu cacton cứng như giấy cách điện presspahn, phíp (fibre) hoặc bằng chất dẻo chịu nhiệt.

Có 2 dạng khuôn :

- Khuôn không vách chặn được sử dụng đối với máy biến áp lớn
- Khuôn có vách chặn thường sử dụng ở các máy biến áp nhỏ



H3-1a

H3-1b

Các hệ số dư trừ Δa , Δb và Δh được chọn sao cho không hẹp quá hoặc rộng quá, để sau này khi lắp vào mạch từ không bị cản dễ gây sự chạm masse.

Sau khi lấy mẫu khuôn cuộn dây, thực hiện khuôn nòng cho khít khao với khuôn cách điện.

II. KỸ THUẬT QUẤN DÂY :

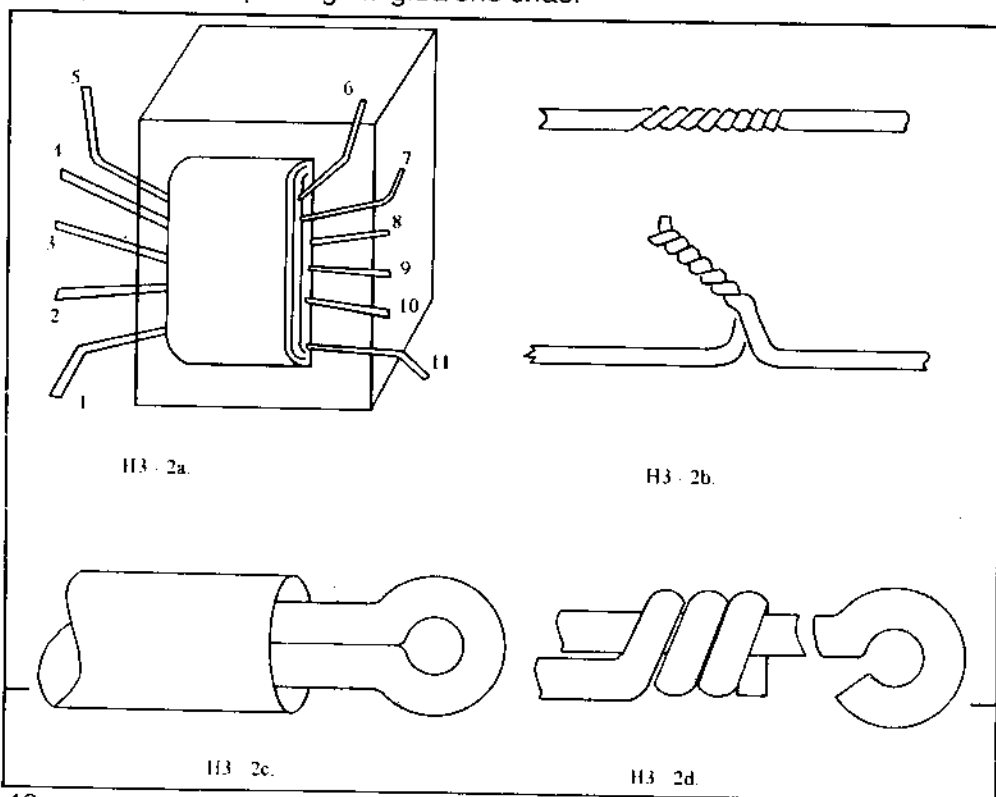
Trước khi quấn dây phải vẽ sơ đồ bố trí các dây ra ở vị trí thực tế để sau này khi nối mạch không bị vướng và dễ phân biệt (H3-2a)

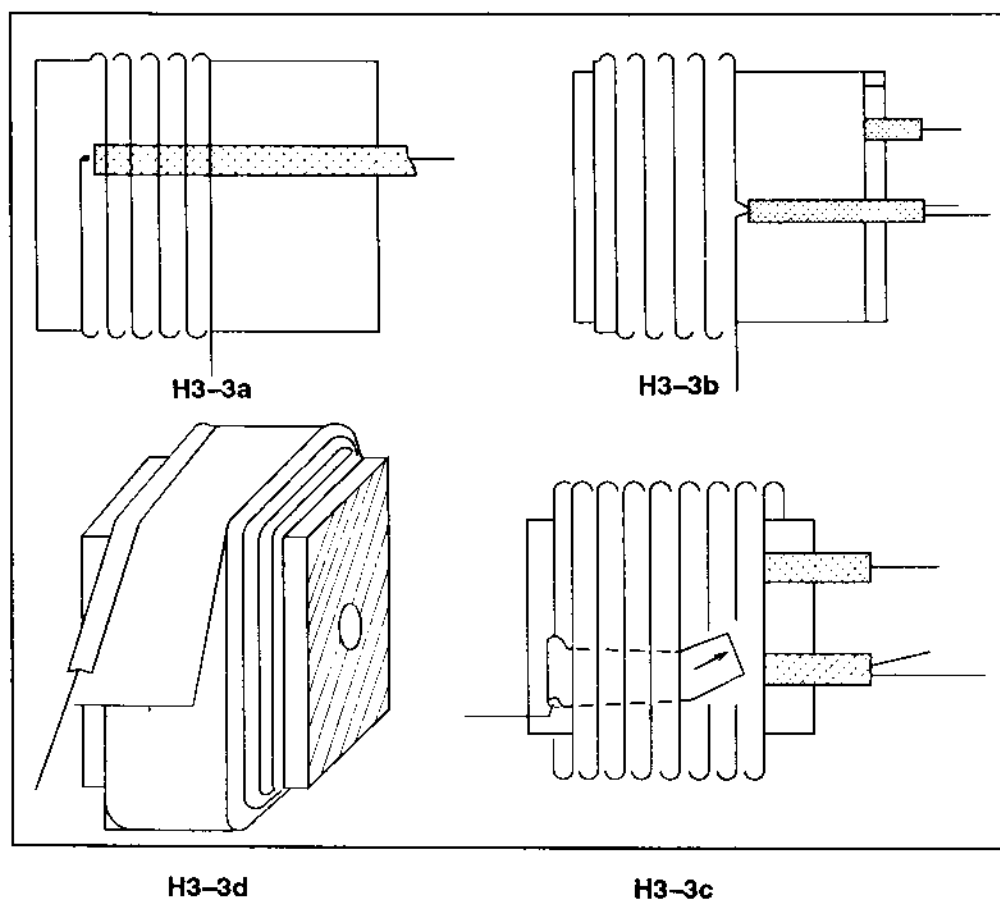
Khi quấn dây cố định đầu dây khởi đầu như hình vẽ (H3-3a). Trong lúc quấn dây cố gắng quấn dây cho thẳng và song hàng với nhau. Cứ hết mỗi lớp dây phải lót giấy cách điện. Đối với dây quá bé ($d < 0,15$) có thể quấn suốt luôn không cần lót giấy cách điện giữa các lớp. Chỉ lót cách điện kỹ giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp mà thôi.

Khi quấn nửa chừng muốn đưa dây ra ngoài thực hiện như hình (H3-3b). Dây đưa ra ngoài này phải được cách điện bằng ống gaine cách điện. Việc nối dây giữa chừng cũng phải đưa mối nối ra ngoài cuộn dây (H3-3c).

Đối với loại khuôn không có vách chặn dây, để giữ các lớp dây không bị chài ra ngoài khuôn, dùng băng vải hoặc giấy chặn dây lại ở cả 2 phía đầu cuộn dây (H3-3d).

Khi sắp hoàn tất việc quấn đủ số vòng dây, phải đặt đai vải hoặc giấy (H3-3c) sau đây quấn dây đè chồng lên băng vải, giấy đó, để cuối cùng lòn dây qua và rút chặt băng vải giữa cho chắc.

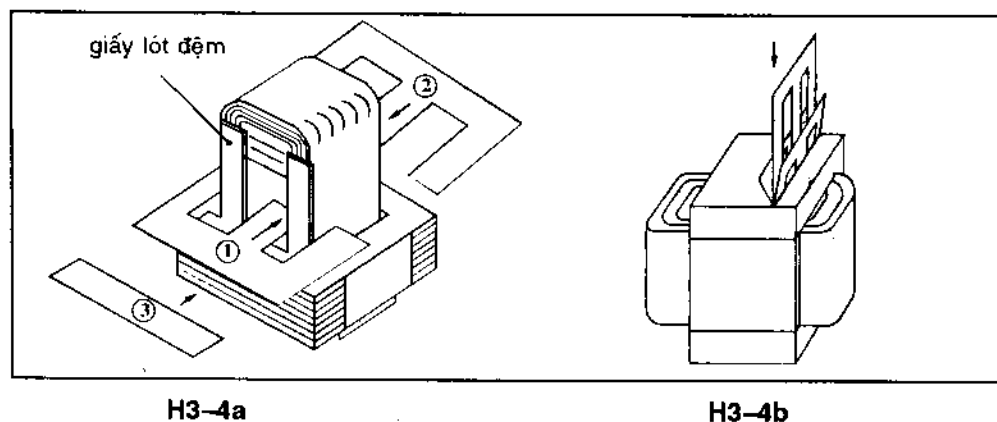




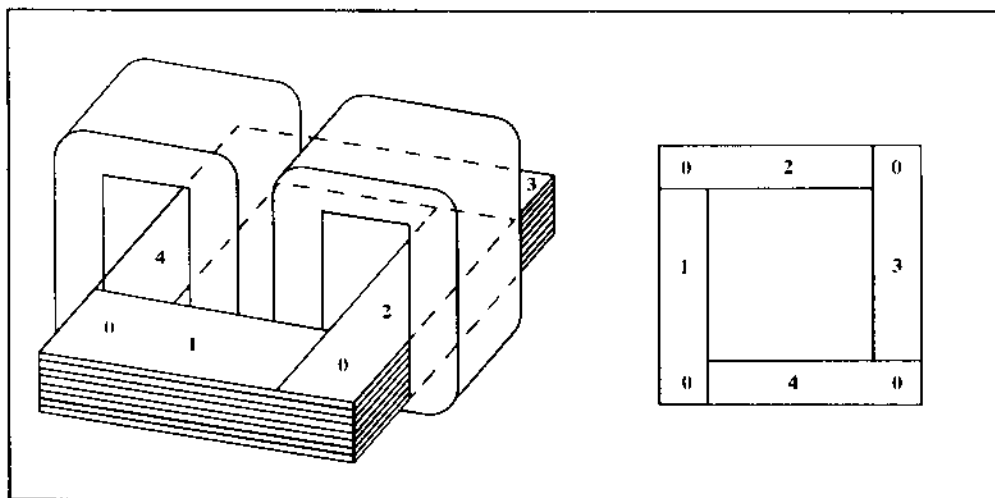
III. CÁCH RÁP LẠI LÁ SẮT CỦA MẠCH TỪ :

Tùy theo dạng lá sắt ghép thành mạch từ là dạng EI hoặc các thanh chữ I mà ghép theo trật tự có tính trước.

1) Cách ghép mạch từ với lá sắt EI :



2) Cách ghép mạch từ với lá sắt chữ I :



H3-5a

H3-5b

V. CÁC PAN THÔNG THƯỜNG TRONG MÁY BIẾN ÁP

1) Pan chạm masse :

Trường hợp này gây hiện tượng điện giật, nếu kèm sự nổ cầu chì, bốc khói nhẹ thì do sự chạm masse đã làm chập mạch cuộn dây.

-- Có thể do bị chạm giữa các cọc nối với vỏ sắt hoặc có sự cố nối tắt giữa các cọc nối ở các đảo điện. Dùng đèn thử hoặc ôm--kế kiểm tra các điểm cần lưu ý để xác định nơi bị chạm, chập mạch... sau đó sửa chữa lại cho hết bị chạm masse.

-- Nếu máy biến áp vẫn vận hành bình thường, thì nơi bị chạm chỉ có 1 chỗ, có thể đường dây ra cọc nối bị tróc lớp cách điện chạm vào vỏ bọc máy biến áp hoặc cọc nối bị lỏng lẻo chạm vỏ bọc hoặc chạm masse ở lớp dây tiếp cận với mạch từ. Trường hợp sau cùng này, nếu quan sát không thấy được chỗ chạm masse thì phải tháo toàn bộ mạch từ ra cách điện lại cho hết bị chạm masse.

-- Nếu máy biến áp vẫn vận hành bình thường mà gây sự giật nhẹ. Trường hợp này máy biến áp không bị chạm masse mà do máy biến áp bị ẩm, điện trở cách điện bị suy giảm (nếu dùng bút thử điện thấy cách điện

bằng Mê-gôm kế sao cho trên $1M\Omega$ là tốt. Nếu không đạt, lớp cách điện bị hao hóa cần phải quấn lại toàn bộ.

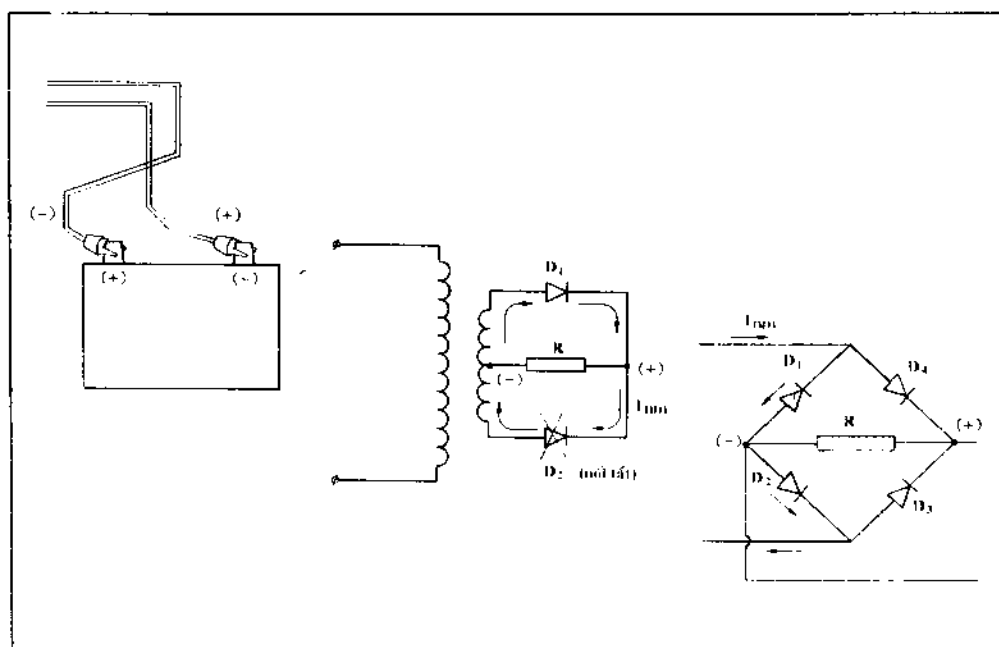
2) Máy biến áp đang vận hành bị nổ cầu chì :

– Nếu máy biến áp bị phát nhiệt thái quá, có thể là do mạch tiêu thụ quá lớn. Thay lại dây chì đúng cỡ và cho máy biến áp vận hành không tải, nếu vẫn bình thường chứng tỏ lúc trước máy biến áp làm việc quá tải.

– Nếu máy biến áp vận hành không tải mà cầu chì vẫn nổ thì chắc chắn máy biến áp bị chập vòng trong cuộn dây, phải quấn dây lại.

– Đối với máy biến áp có công suất nhỏ thì sự chập vòng khó làm cầu chì nổ ngay nhưng có sự phát nhiệt rất nhanh.

– Đối với máy biến áp nạp ắc quy, chỉnh lưu toàn kỳ, lưu ý diode bị hỏng nối tắt. Hoặc mắc nhầm 2 cọc (+) và cọc (-) vào bình ắc quy (H3-6a)



H3-6a

H3-6b

H3-6c

3) Máy biến áp vận hành bị rung lên, kèm sự phát nhiệt :

– Do dòng điện tiêu thụ quá lớn, quá công suất của máy nên máy biến áp rung lên phát tiếng rè, để lâu phát nhiệt nhanh, chóng cháy máy biến áp. Để khắc phục cần giảm bớt tải.

-- Do mắc không đúng với điện áp nguồn, nhầm vào nguồn có điện áp cao

-- Do mạch từ ghép không chặt. Phải siết chặt lại các bulong ép giữa các lá sắt của mạch từ và tẩm verni vào cuộn dây và vào các khe hở để chèn cứng các lá sắt lại, dính chặt hơn.

-- Do bản chất lá sắt của mạch từ kém phẩm chất, quá rỉ sét hoặc quần thiếu vòng dây.

4) Máy biến áp không vận hành :

-- Nếu đèn báo không sáng hoặc không cảm thấy máy biến áp rung nhẹ nhẹ do có dòng điện vào, thì lưu ý đường dây vào bị hở mạch, cọc nối dây vào không tiếp điện, hoặc tiếp xúc xấu ở đảo điện.

-- Nếu đèn báo sáng, vôn kế hoạt động mà điện áp lấy ra không có, phải xem lại cọc nối dây ra bị tiếp điện xấu, đứt dây ra... Dùng vôn kế hoặc bút thử điện dò tìm để xác định chỗ pan để khắc phục.

-- Nếu bị hở mạch ở bên trong cuộn dây, có thể do mỗi nối dây cầu thả không hàn chì nên tiếp điện xấu sau 1 thời gian sử dụng, hoặc dây quấn bị gãy đứt... Trường hợp này phải tháo ra quấn lại.

-- Đối với máy biến áp nạp ắc quy, có thể diode chỉnh lưu bị hỏng đứt mạch. Trường hợp này dễ phát hiện khi dùng vôn kế đo có điện áp xoay chiều U_2 , nhưng không có điện áp ra U_{DC} chỉ cần thay mới diode mà thôi.

5) Máy biến áp lúc vận hành, lúc không :

Nhìn chung do nguồn điện cung cấp vào máy biến áp lúc có, lúc không hoặc điện áp ra bị đứt quãng, chính là do tiếp điện xấu. Nên kiểm tra lại từ nguồn điện cung cấp đến máy biến áp và từ máy biến áp đến mạch tiêu thụ. Lưu ý nơi cầu dao chính, siết lại các ốc vít siết dây chì cho chặt, cọ sạch nơi tiếp điện hết ten đồng tại cầu dao chính, các cọc nối ở máy biến áp...

6) Một số pan trong máy biến áp gia dụng :

Ngoài số pan nêu trên đối với máy biến áp gia dụng còn có một số pan như sau :

-- Chuông báo sớm nhưng điện áp ra vẫn không cao do tắc te điều khiển chuông bị hỏng, nên thay cái mới.

-- Chuông không báo, mặc dù điện áp ra quá điện áp định mức. Do tắc te bị hỏng làm hở mạch chuông, cuộn dây chuông bị cháy.

-- Đèn báo không sáng nhưng máy biến áp vẫn hoạt động bình thường. Do bị đứt bóng, mạch đèn bị hở mạch.

-- Vôn kế chỉ sai trị số điện áp. Hiệu chỉnh lại và đối chiếu với vôn kế chuẩn hoặc thay vôn kế mới.

-- Không tăng được điện áp ra đến điện áp định mức. Do điện áp nguồn xuống quá thấp ngoài khoảng cho phép của máy biến áp hoặc do quá tải (máy biến áp rung rần lên). Trường hợp này do sự thiết kế máy biến áp, cuộn sơ cấp quấn dư vòng nên có trở kháng lớn gây sụt áp lớn bên trong cuộn dây. Vì thế không thể nâng điện áp ra lên được, khi điện áp nguồn bị suy giảm thái quá.

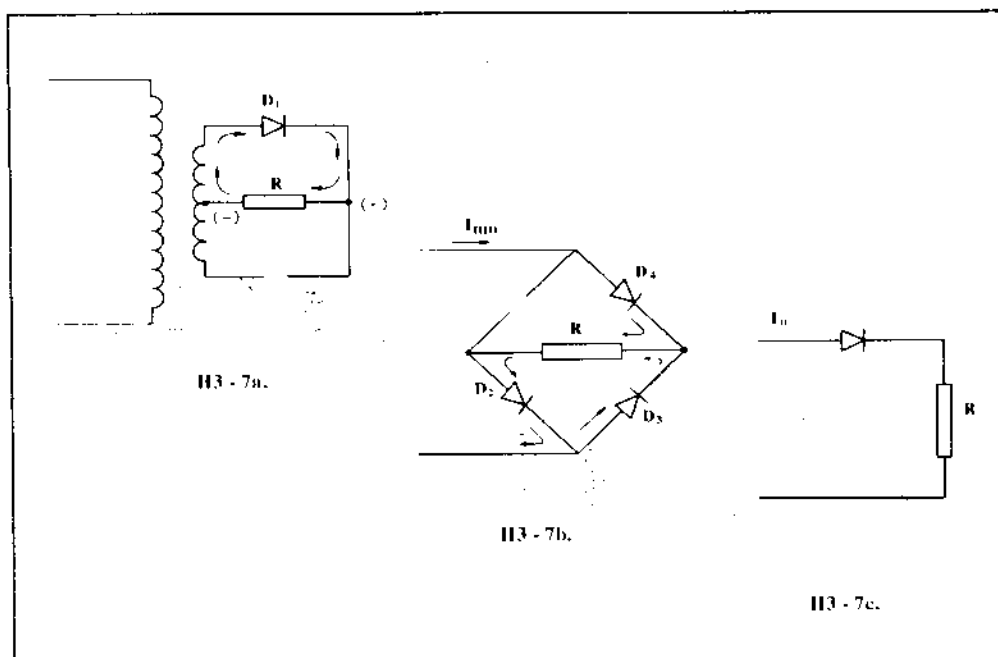
7) Một số pan trong máy biến áp nạp ắc quy :

Ngoài số pan nói chung, còn riêng đối với máy biến áp sạc ắc quy có các trường hợp sau :

-- Máy biến áp phát nhiệt thái quá, nổ cầu chì hoặc công tắc bảo vệ quá tải (OVERLOAD) của máy sạc cắt mạch. Cần phải xem lại bình ắc quy có bị chạm nối tắt không. Hoặc diode chỉnh lưu toàn kỳ bị nối ngắn mạch.

-- Máy biến áp mới vận hành đã phát tiếng rung rè và phát nhiệt. Cần cắt mạch ngay, vì do nối nhầm các cọc (+) và cọc (-) vào bình ắc quy, gây ra dòng điện nạp lớn trong máy biến áp. Nếu để lâu có thể làm hỏng diode, cháy máy biến áp (trường hợp không có công tắc bảo vệ quá tải).

-- Máy biến áp nạp bình yếu. Do điện áp sạc bình thấp hơn điện áp của ắc quy. Lưu ý 1 diode bị hỏng đứt (chỉnh lưu cầu 4 diode), không sạc bình được (chỉnh lưu bán kỳ).



8) Một số pan trong máy biến áp hàn :

-- Máy hàn quá yếu không đủ sức làm chảy que hàn tạo mối hàn xấu. Trường hợp này có thể do công suất máy hàn nhỏ, do điện áp nguồn xuống quá thấp hoặc đầu cọc nối ở phần thứ cấp tiếp xúc xấu, lỏng lẻo dễ phát hiện khi thấy nẩy tia lửa ở cọc nối lúc hàn. Cuối cùng do sự thiết kế máy hàn chưa đúng, điện áp thứ cấp U_2 quá thấp (dưới 30V) hoặc trở kháng cuộn sơ cấp lớn.

-- Máy hàn vận hành rung và phát nhiệt. Do hàn cắt quá tải, khung siết mạnh từ chưa chặt và các cuộn dây chưa nệm chặt. Có thể do cách thiết kế dây quấn có cỡ dây quá bé hoặc lớp cách điện dây quấn bị lão hóa, phẩm chất lá sắt làm mạch từ xấu.

CHƯƠNG 4

CÁC LOẠI QUẠT ĐIỆN

I. QUẠT TRẦN :

1) Cấu tạo :

Quạt trần gồm 2 phần :

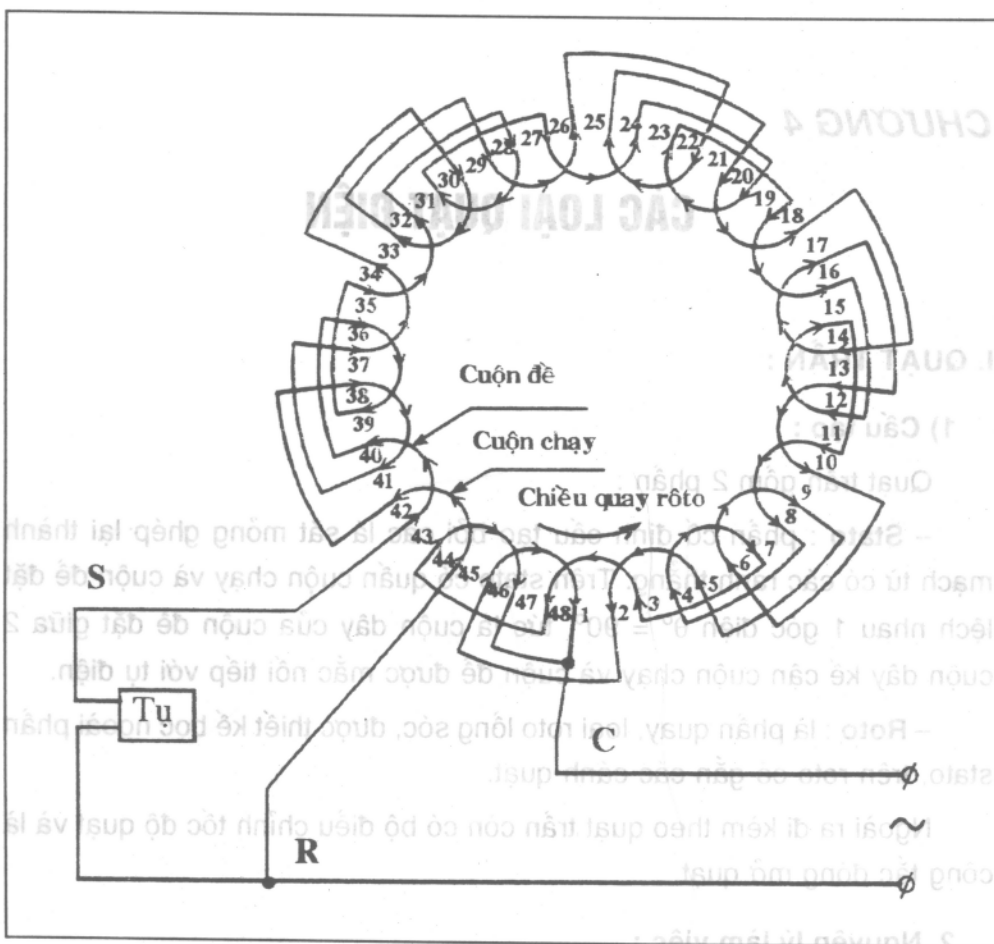
– **Stato** : phần cố định cấu tạo bởi các lá sắt mỏng ghép lại thành mạch từ có các rãnh thẳng. Trên stato có quấn cuộn chạy và cuộn đề đặt lệch nhau 1 góc điện $\theta^\circ = 90^\circ$, tức là cuộn dây của cuộn đề đặt giữa 2 cuộn dây kế cận cuộn chạy và cuộn đề được mắc nối tiếp với tụ điện.

– **Roto** : là phần quay, loại roto lồng sóc, được thiết kế bọc ngoài phần stato, trên roto có gắn các cánh quạt.

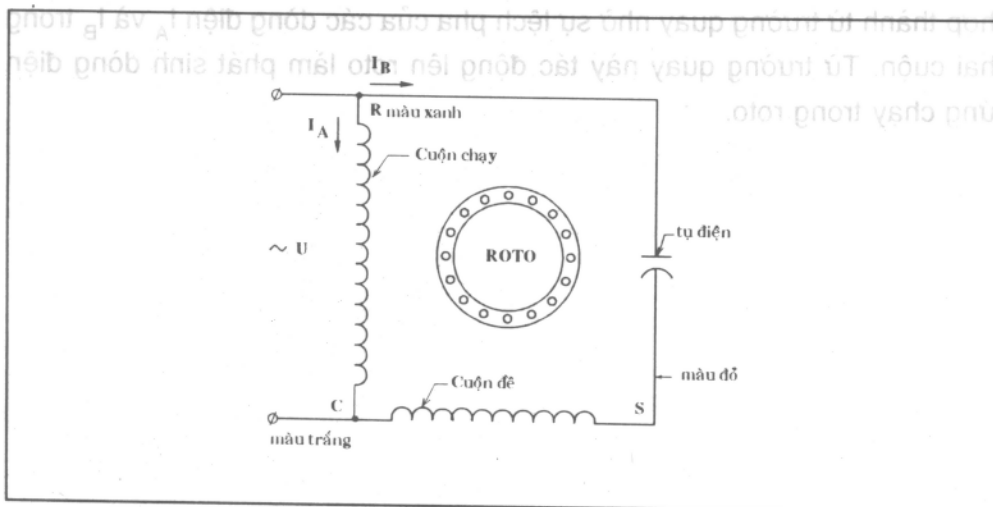
Ngoài ra đi kèm theo quạt trần còn có bộ điều chỉnh tốc độ quạt và là công tắc đóng mở quạt.

2. Nguyên lý làm việc :

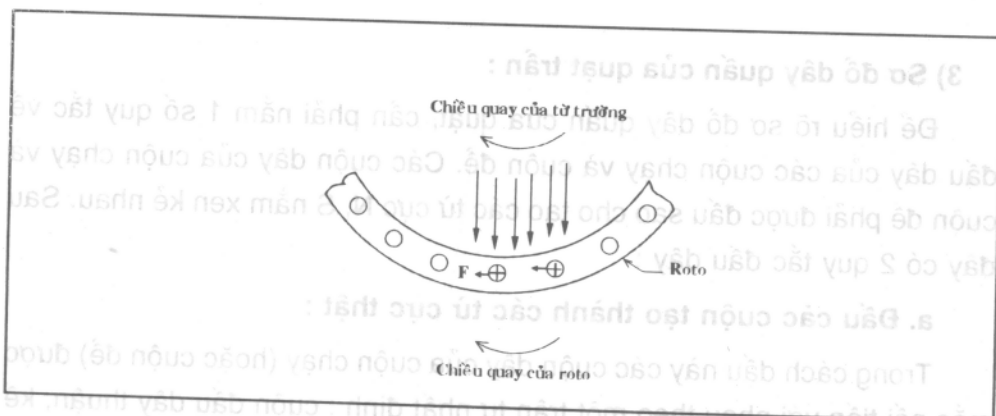
Khi cho điện vào quạt thì từ trường tạo bởi hai cuộn chạy và cuộn đề hợp thành từ trường quay nhờ sự lệch pha của các dòng điện I_A và I_B trong hai cuộn. Từ trường quay này tác động lên roto làm phát sinh dòng điện ứng chạy trong roto.



H4-1a SƠ ĐỒ DÂY QUẤN STATO CỦA QUẠT TRẦN (2P = 12)



H4-1b SƠ ĐỒ MẮC DÂY QUẠT TRẦN



H4-1c NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA QUẠT TRẦN

Dòng điện ứng dưới tác dụng của từ trường quay tạo ra moment quay làm quay roto theo chiều của từ trường quay.

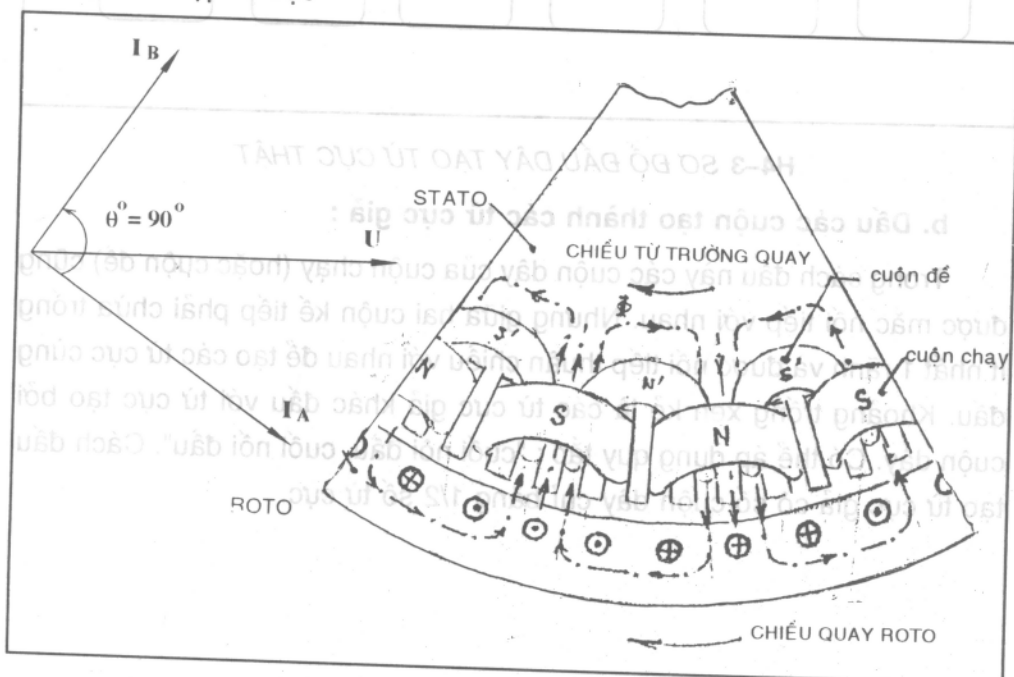
Tốc độ quay của quạt được xác định :

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ (vòng/phút)}$$

Trong đó :

f : tần số dòng điện của nguồn điện (Hertz)

p : số cặp từ cực



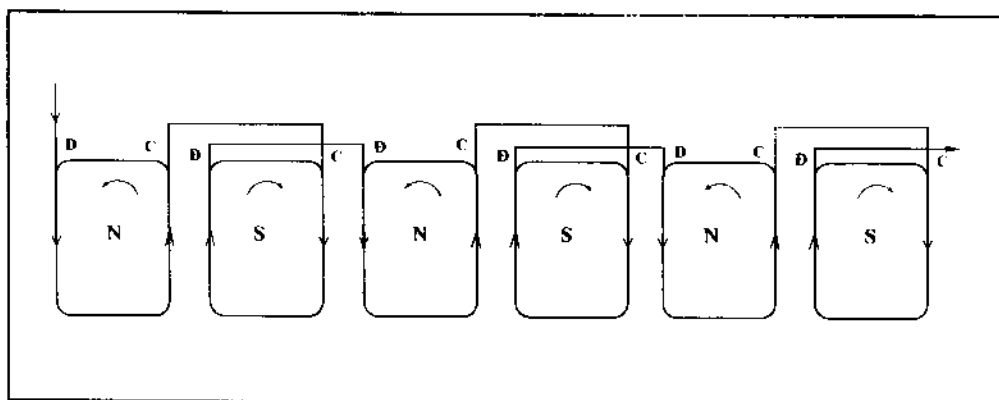
H4-2

3) Sơ đồ dây quấn của quạt trần :

Để hiểu rõ sơ đồ dây quấn của quạt, cần phải nắm 1 số quy tắc về đấu dây của các cuộn chạy và cuộn đề. Các cuộn dây của cuộn chạy và cuộn đề phải được đấu sao cho tạo các từ cực N, S nằm xen kẽ nhau. Sau đây có 2 quy tắc đấu dây :

a. Đấu các cuộn tạo thành các từ cực thật :

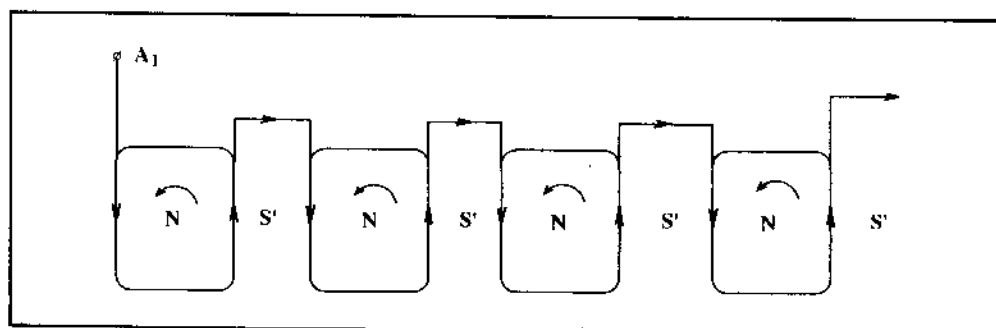
Trong cách đấu này các cuộn dây của cuộn chạy (hoặc cuộn đề) được mắc nối tiếp với nhau theo một trật tự nhất định : cuộn đầu dây thuận, kế tiếp cuộn đầu treó dây, rồi cuộn đầu dây thuận trở lại... có thể áp dụng quy tắc : "cuối nối cuối, đầu nối đầu". Với cách đấu dây tạo thành các từ cực thật thì có số cuộn bằng với số từ cực.



H4-3 SƠ ĐỒ ĐẤU DÂY TẠO TỪ CỰC THẬT

b. Đấu các cuộn tạo thành các từ cực giả :

Trong cách đấu này các cuộn dây của cuộn chạy (hoặc cuộn đề) cũng được mắc nối tiếp với nhau. Nhưng giữa hai cuộn kế tiếp phải chừa trống ít nhất 1 rãnh và được nối tiếp thuận chiều với nhau để tạo các từ cực cùng dấu. Khoảng trống xen kẽ là các từ cực giả khác dấu với từ cực tạo bởi cuộn dây. Có thể áp dụng quy tắc : "cuối nối đầu, cuối nối đầu". Cách đấu tạo từ cực giả có số cuộn dây chỉ bằng 1/2 số từ cực.



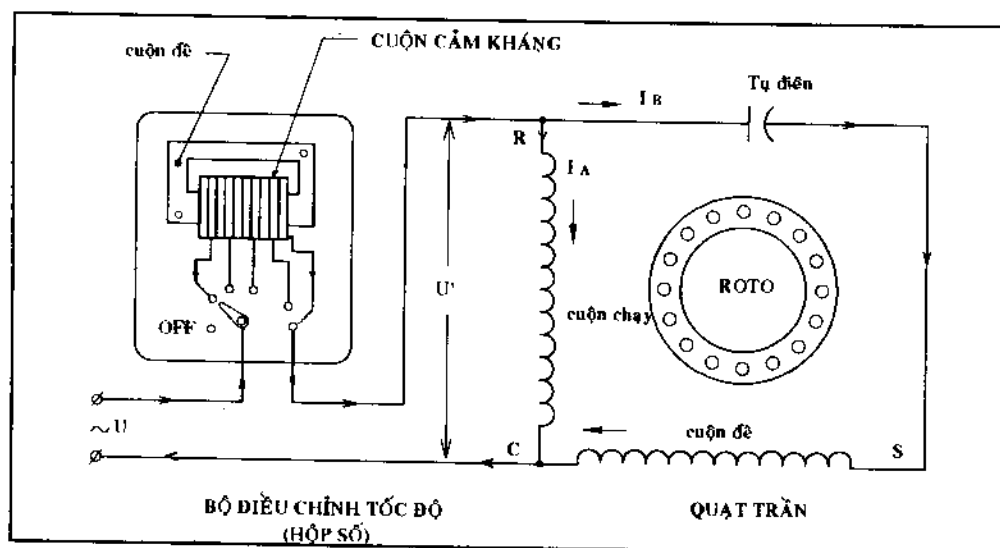
H4-4 SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY TẠO TỪ CỰC GIẢ

Sau đây là một số dây quấn của quạt trần tiêu biểu : thông thường có số từ cực từ 12 đến 18, quay với tốc độ tối đa $n = 500$ vòng/phút.

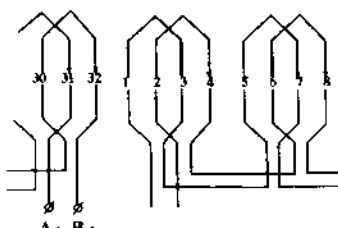
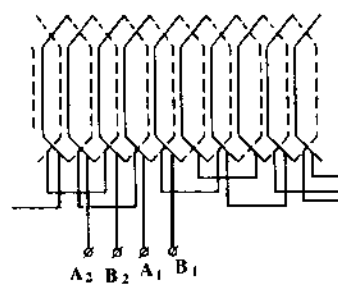
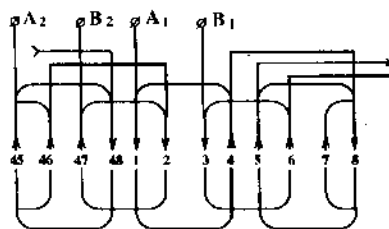
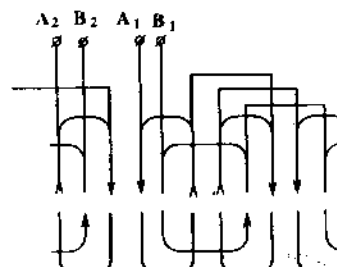
4) Điều chỉnh tốc độ của quạt trần :

Do quạt trần được chế tạo làm quạt thông gió, mà sức cản của quạt là không khí. Nên khi giảm điện áp đặt vào động cơ quạt thì công suất của quạt bị suy giảm gấp bội lần. Vì thế tốc độ quay của quạt giảm đi. Đó là nguyên tắc cơ bản để điều chỉnh tốc độ của quạt điện.

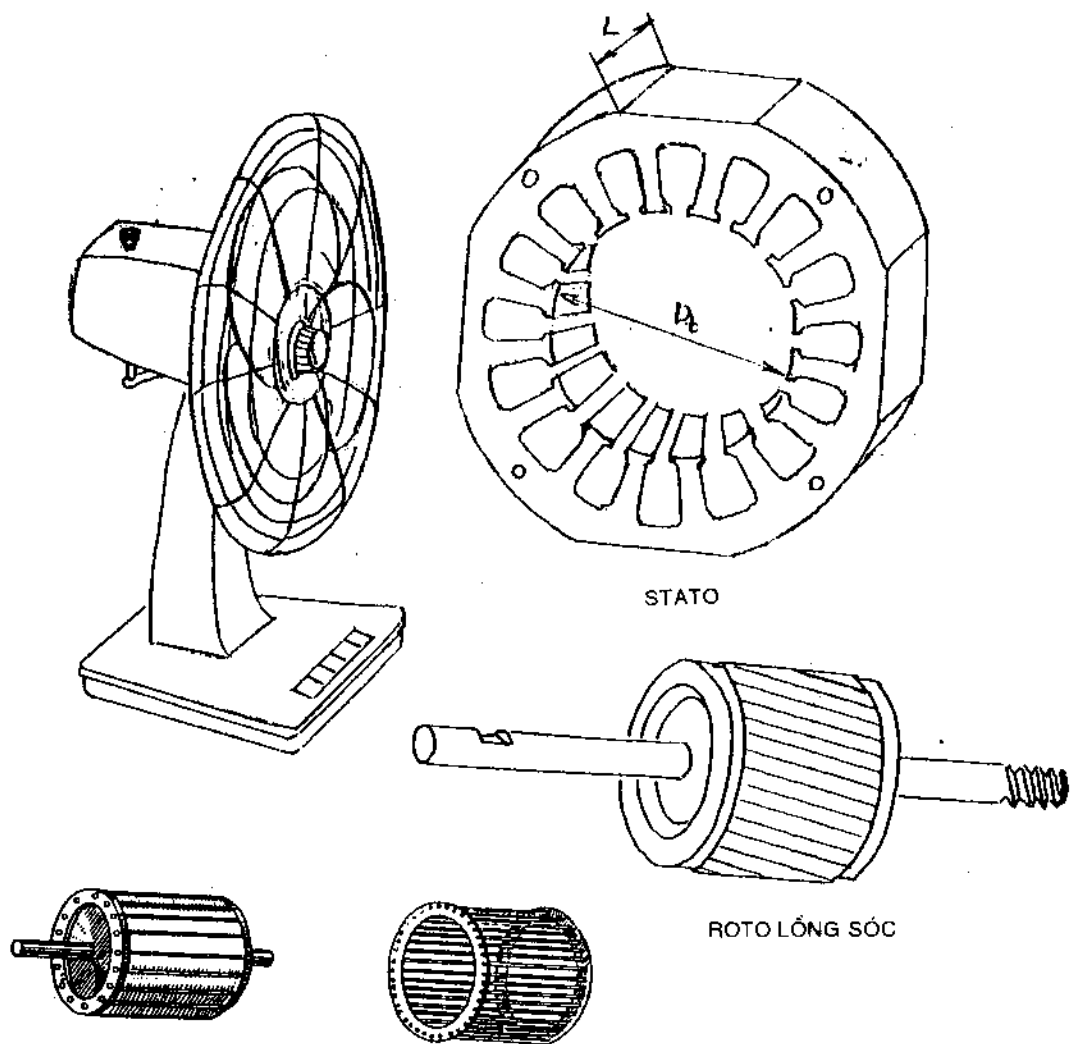
Có nhiều cách làm sụt áp đưa vào động cơ quạt, tuy nhiên thông thường dùng cuộn cảm kháng có ưu điểm hơn vì đạt hiệu suất cao và đơn giản. Khoảng sụt áp trên cuộn cảm kháng không nên quá 30% điện áp nguồn. Nếu cao hơn, có thể làm quạt quay quá chậm và phát nhiệt thái quá, dễ hỏng quạt.



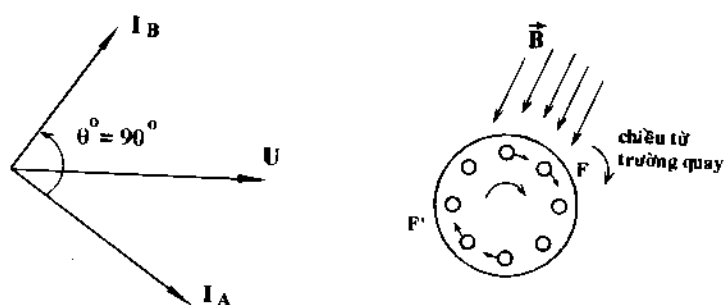
Hình 4 - 5 SƠ ĐỒ MẠCH ĐIỆN QUẠT TRẦN

Tổng số rãnh $Z_s = 32$ 8 cuộn chính + 8 cuộn phụ $2p = 16$ $Z_s = 48$ 16 cuộn chính + 8 cuộn phụ $2p = 16$	
Tổng số rãnh $Z_s = 36$ 18 cuộn chính + 18 cuộn phụ $2p = 18$ $Z_s = 36$ 12 cuộn chính + 6 cuộn phụ $2p = 12$	
Tổng số rãnh $Z_s = 48$ 12 cuộn chính + 12 cuộn phụ $2p = 12$ $Z_s = 48$ 16 cuộn chính + 8 cuộn phụ $2p = 16$	
Tổng số rãnh $Z_s = 54$ 18 cuộn chính + 9 cuộn phụ $2p = 18$	

H4-5 CÁC DẠNG DÂY QUẤN QUẠT TRẦN



Hình 4-6 : CƠ CẤU QUẠT BÀN



Hình 4-7 : NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA QUẠT BÀN

II. QUẠT BÀN LOẠI CÓ TỤ :

1) Cấu tạo ;

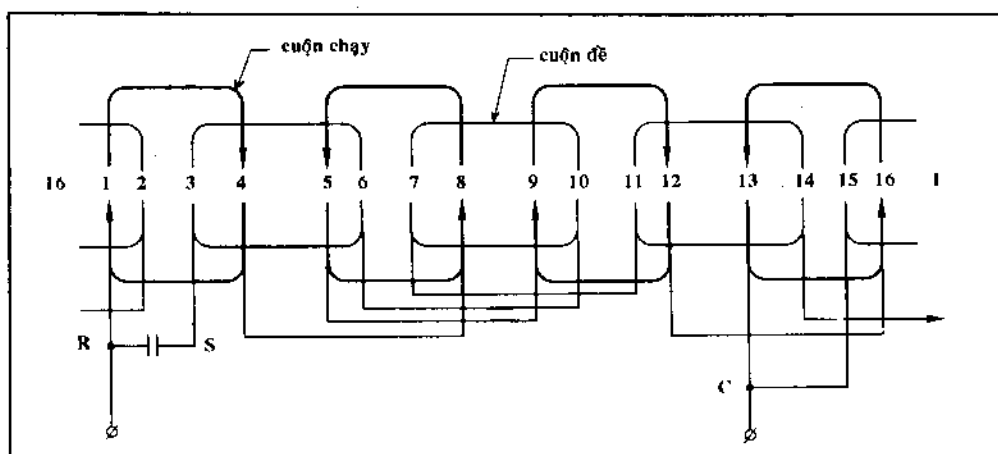
– Stato : phần cố định, tạo ra từ trường quay, trên có bố trí các cuộn chạy và cuộn đề đặt lệch nhau 1 góc điện $\theta^\circ = 90^\circ$. Thông thường trên phần stato này còn được bố trí thêm cuộn tốc độ, quấn chung với cuộn đề.

– Roto : là loại roto lồng sóc.

– Bộ điều tốc và xoay : bao gồm hệ thống vít vô tận và bánh răng, bố trí ở phía sau đầu quạt. Còn hệ thống công tắc điều khiển tốc độ quạt đặt ở phía chân đế.

2) Nguyên lý làm việc :

Cũng giống như quạt trần. (xem Hình H4-7)

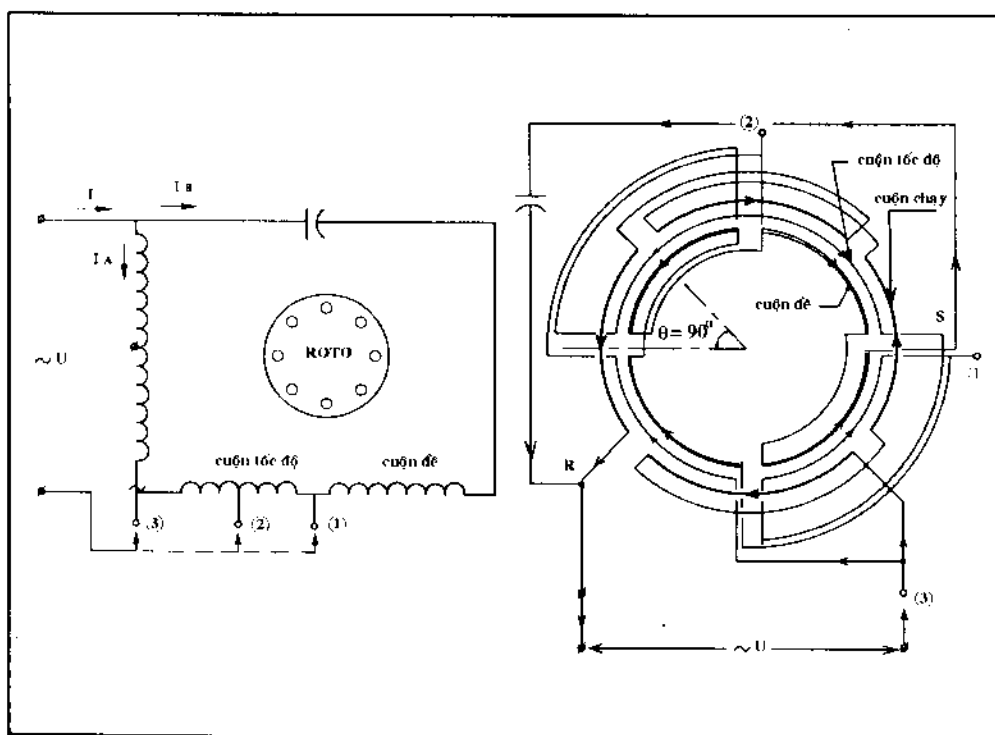


H4-8 SƠ ĐỒ DÂY QUẤN STATOR CỦA QUẠT BÀN ($Z_s = 16$, $2p = 4$)

3) Sơ đồ dây quấn quạt bàn :

Về nguyên tắc đấu dây, quạt bàn thông thường đấu cực thật và thường có 4 từ cực (tốc độ quay tối đa $n = 1500$ vòng/ph). Cuộn tốc độ được quấn chung với cuộn đề và được phân bố đều trên các cuộn đề.

Sau đây là sơ đồ nối dây theo nguyên tắc chung của loại quạt bàn có tụ:



H4-8 SƠ ĐỒ MẠCH ĐIỆN CỦA QUẠT BÀN

III. QUẠT CÓ VÒNG NGẮN MẠCH :

1) Cấu tạo :

-- Stato : là mạch từ cố định có từ cực lõi, trên mỗi từ cực, có lắp 1 vòng ngắn mạch bằng đồng tạo thành từ cực phụ, có nhiệm vụ như cuộn đề. Như thế nhìn chung chỉ có các cuộn dây của cuộn chạy mà thôi.

-- Roto : là loại roto lồng sóc.

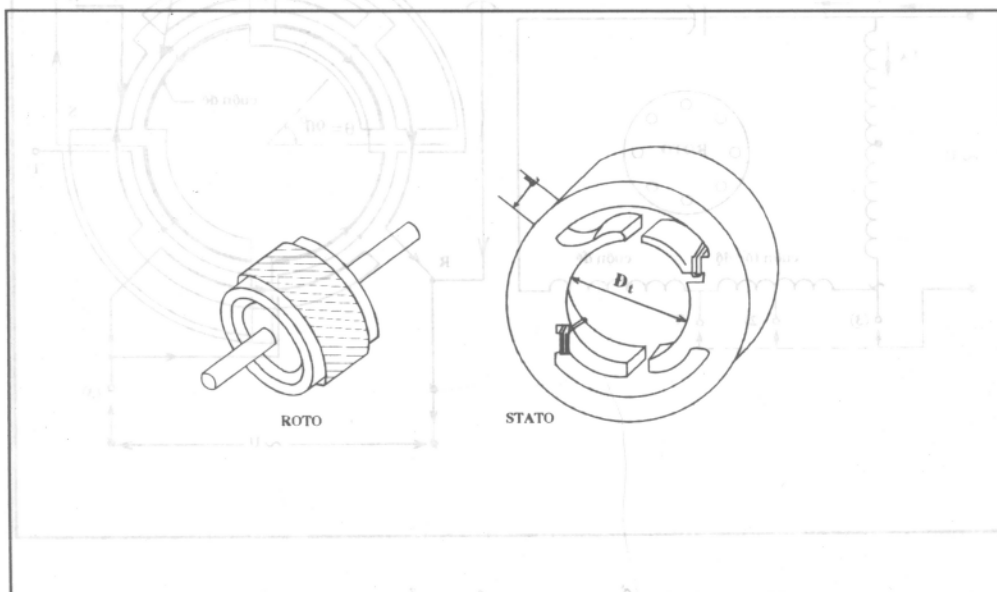
-- Phần điều chỉnh tốc độ, có thể quấn cuộn tốc độ chung với cuộn chạy và điều chỉnh bằng công tắc đặt ở phía chân đế quạt. (Hình H4-9).

2) Nguyên lý làm việc :

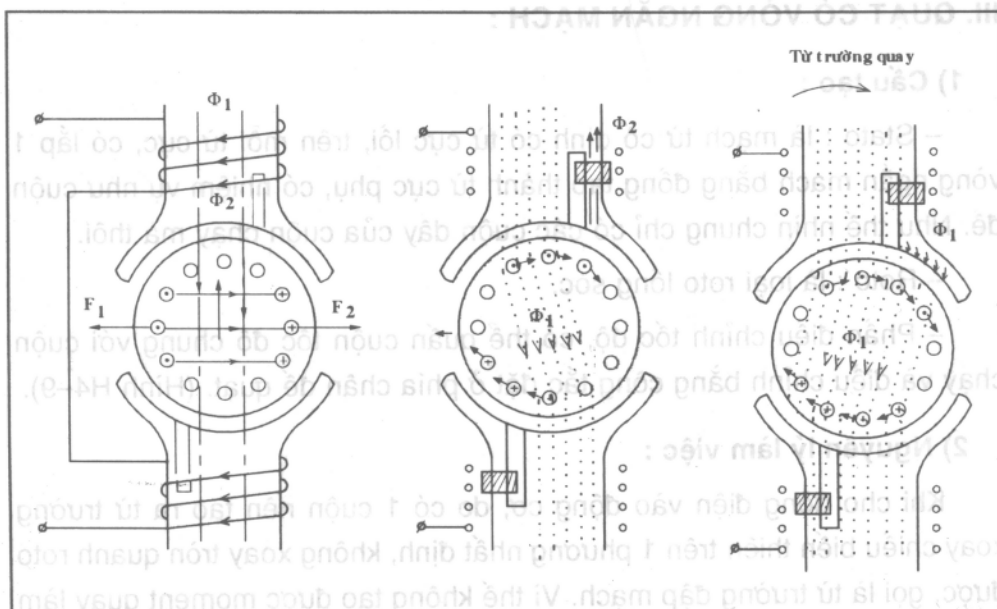
Khi cho dòng điện vào động cơ, do có 1 cuộn nên tạo ra từ trường xoay chiều biến thiên trên 1 phương nhất định, không xoay tròn quanh roto được, gọi là từ trường đập mạch. Vì thế không tạo được moment quay làm quay roto. Nhưng nhờ có bố trí các vòng ngắn mạch đặt ở từ cực phụ, tạo từ thông ứng. Từ trường tổng của 2 từ trường này hình thành từ trường

chuyển dịch đi từ phía từ cực chính sang từ cực phụ, nên tạo được moment quay làm quay roto theo chiều của từ trường.

Vậy chiều quay của roto được xác định đi từ phía từ cực chính sang phía từ cực phụ.



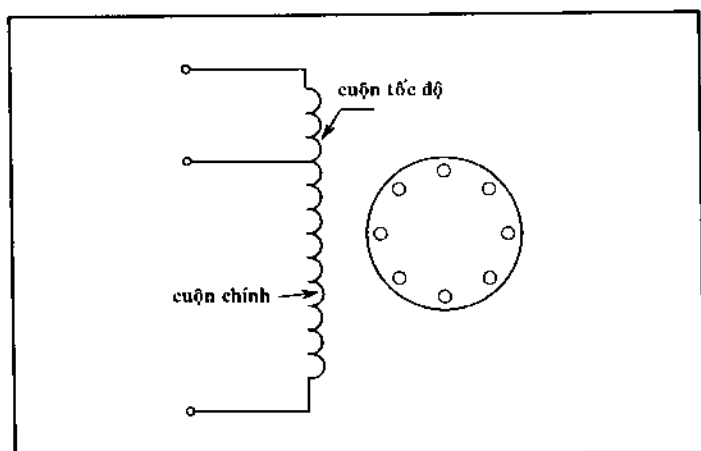
H4-9 CƠ CẤU CỦA QUẠT BÀN DỪNG VÒNG NGẮN MẠCH



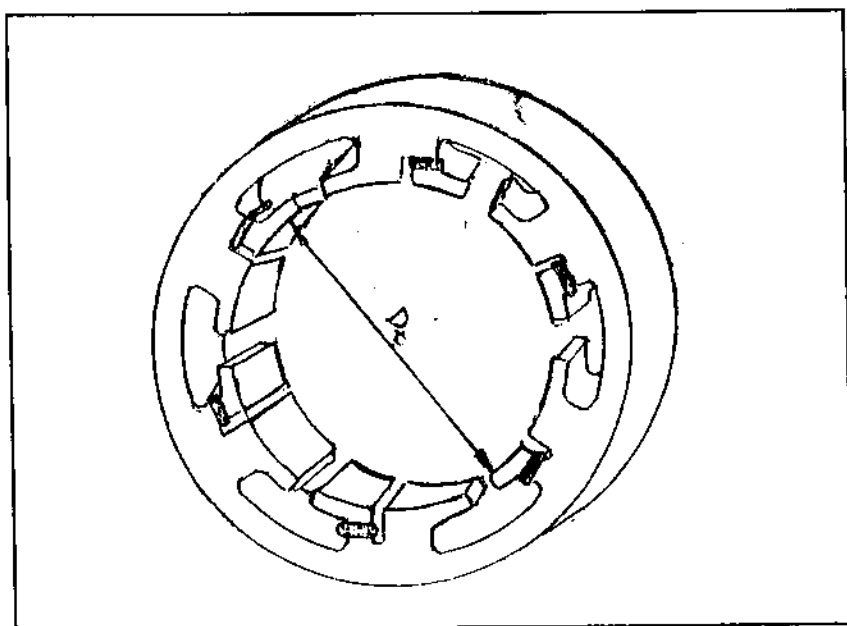
H4-10 NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA QUẠT DỪNG VÒNG NGẮN MẠCH

3) Sơ đồ mạch dây quấn :

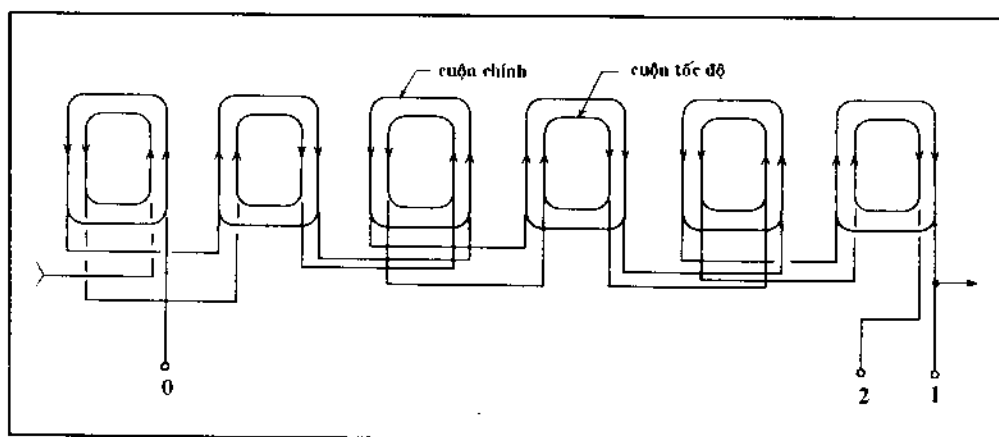
Đối với động cơ quạt có vòng ngắn mạch, dây quấn rất đơn giản, chỉ có cuộn chính. Cuộn tốc độ quấn chung với cuộn chính. Thông thường quạt được sản xuất có 2 từ cực, quạt có công suất lớn : 4 từ cực, 6 từ cực... Đối với quạt trần được thiết kế từ 12 từ cực đến 18 từ cực và thường quấn cực giả.



H4-11a SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ CỦA QUẠT DÙNG VÒNG NGẮN MẠCH,
2 TỐC ĐỘ



H4-11b STATOR CỦA QUẠT DÙNG VÒNG NGẮN MẠCH LOẠI $2p = 6$



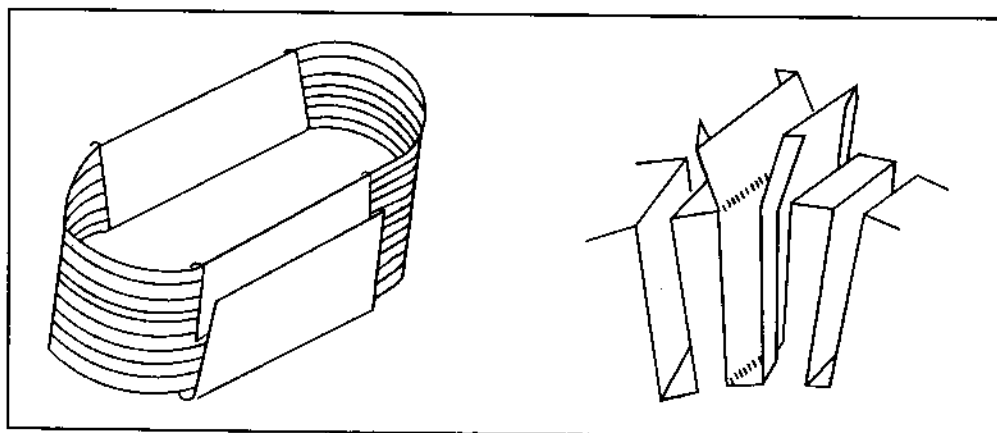
H4-11c SƠ ĐỒ DÂY QUẤN STATOR QUẠT DÙNG VÒNG NGẮN MẠCH, 2 TỐC ĐỘ

IV. KỸ THUẬT QUẤN DÂY QUẠT ĐIỆN

1) Kỹ thuật quấn dây quạt trần :

a) Cách lót giấy cách điện :

Lót giấy cách điện trong rãnh nhằm mục đích cách điện giữa cuộn dây và mạch từ stato. Giấy cách điện là loại giấy presspahn hoặc giấy phim có bề dày 0,2mm. Kỹ thuật lót giấy cách điện rãnh được trình bày theo hình H4-12



H4-12a CÁCH LÓT 1

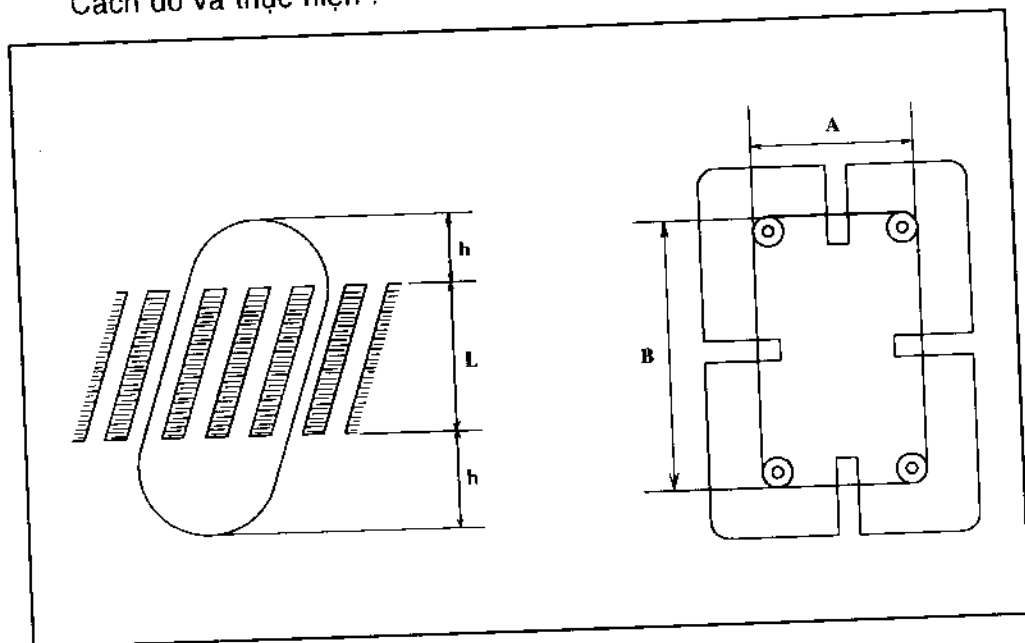
H4-12b CÁCH LÓT 2

b) Cách đo khuôn cuộn dây :

Khi lấy mẫu khuôn cuộn dây phải chú ý bề cao ở 2 nắp phía trên và dưới, để dự trù bề cao của đầu cuộn dây. Như thế sẽ tránh được dây quấn

cọ sát vào hai nắp làm chạm masse hoặc không quay được. Đầu cuộn dây nên cách nắp 1 khoảng 5mm.

Cách đo và thực hiện :



H4-13 XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC KHUÔN CUỘN DÂY QUẠT TRẦN

Hoặc áp dụng công thức tính :

$$A = \frac{3,14 (D - h_r)}{2p} \times \frac{y}{\tau}$$

$$B = L + 2h$$

$$C = \frac{2}{3} h_r$$

Trong đó :

D : đường kính của stato

h_r : bề cao rãnh

2p : số từ cực

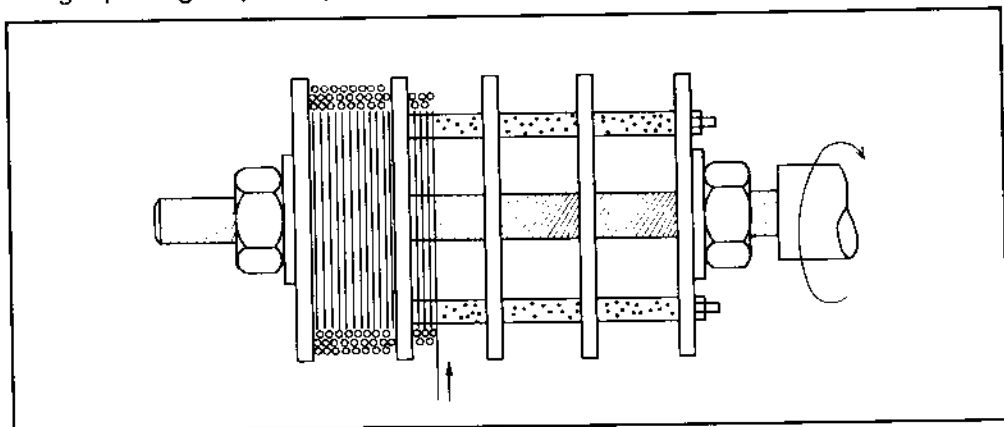
Y : bước cuộn dây

τ : bước từ cực

h : bề cao đầu cuộn dây 10 – 15mm

c) Cách quấn dây định hình cuộn dây :

Sau khi lấy mẫu khuôn xong, thực hiện khuôn và lắp bộ khuôn như hình vẽ (H4-14). Lót giấy lên khuôn, rồi quấn dây đề lên. Trong khi quấn dây cố gắng giữ dây được song song, tránh quấn dây chéo nhau, để dễ dàng vô dây sau này. Sau khi đã đủ số vòng, lòn dây qua khuôn thứ hai ở phía đầu cuộn dây và tiếp tục quấn đủ số vòng dây như ở cuộn thứ nhất. Cứ thế cho đến hết bộ khuôn, xong cắt dây, tháo khuôn ra và dùng dây đồng cột từng cuộn để phân biệt, tránh dây bị rối.



H4-14 BỘ KHUÔN ĐƯỢC LẮP VÀO TRỤC QUẤN DÂY

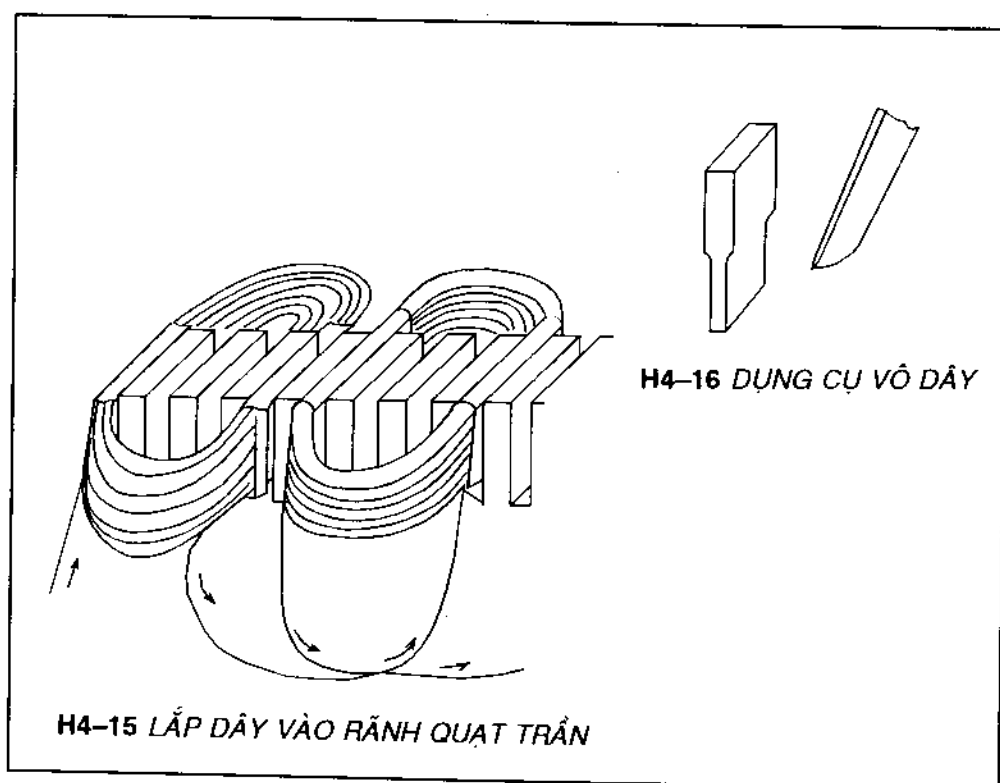
d) Cách lắp dây vào rãnh :

-- Trước khi lắp dây vào các rãnh nên sửa lại miệng rãnh cho thẳng, không có cạnh bén làm cản dây để dễ vô cuộn dây.

-- Với cuộn đề, dây nhỏ, bọc cách điện ở hai cuộn dây rồi cho hai cạnh vào các rãnh cùng lúc.

-- Với cuộn chạy, dây lớn hơn, nếu không vô dây theo cách trên được thì cho từng lượng nhỏ dây vào rãnh và cùng 1 lúc cả 2 cạnh dây, ấn sâu sát dây rãnh. Chú ý khi thấy dây trong rãnh hơi đầy, dùng dao nhím ém dây xuống sát đáy. Cuối cùng cắt bớt giấy cách điện thừa ở miệng rãnh còn khoảng 5 – 6mm. Rồi gấp mí ém chặt xuống để giữ dây không bung ra ngoài.

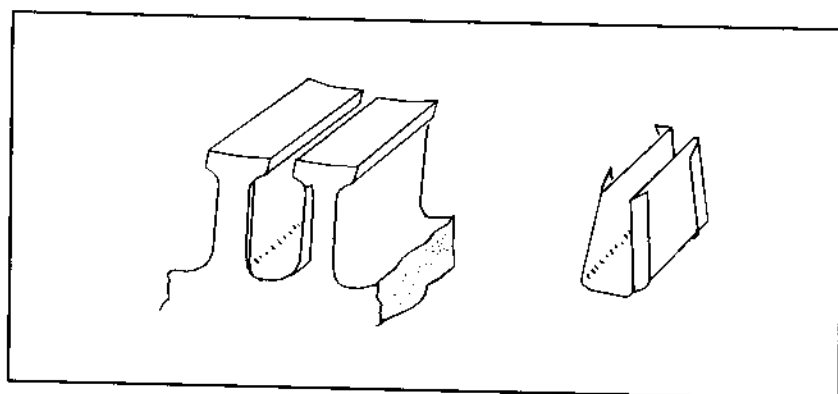
-- Các cuộn dây mắc nối tiếp và bố trí sao cho cuộn thuận, cuộn nghịch xen kẽ nhau.



2) Kỹ thuật quấn dây quạt bàn :

a) Lót cách điện rãnh :

Phải lót giấy cách điện rãnh trước khi vô dây, cách lót theo hình (H4-17)

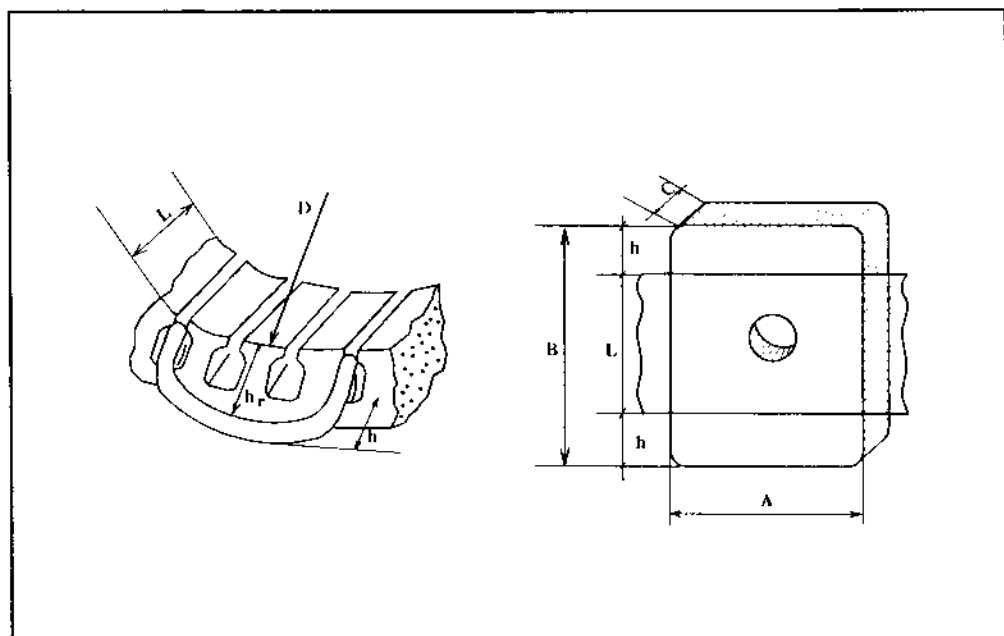


H4-17 CÁCH ĐIỆN RÃNH

b) Cách đo khuôn cuộn dây :

Lấy mẫu khuôn cuộn dây quạt bàn cũng tương tự như trên, cần phải chú ý đến bề cao chứa đầu cuộn dây ở 2 phía, tránh sự cắn cuộn dây dễ gây chập masse và khó lắp ráp sau này.

Cách đo và thực hiện :



H4-18 XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC KHUÔN CUỘN DÂY QUẠT BÀN

Hoặc áp dụng công thức tính :

$$A = \frac{3,14 \cdot h_r}{2p} \times y$$

$$B = L + 2h$$

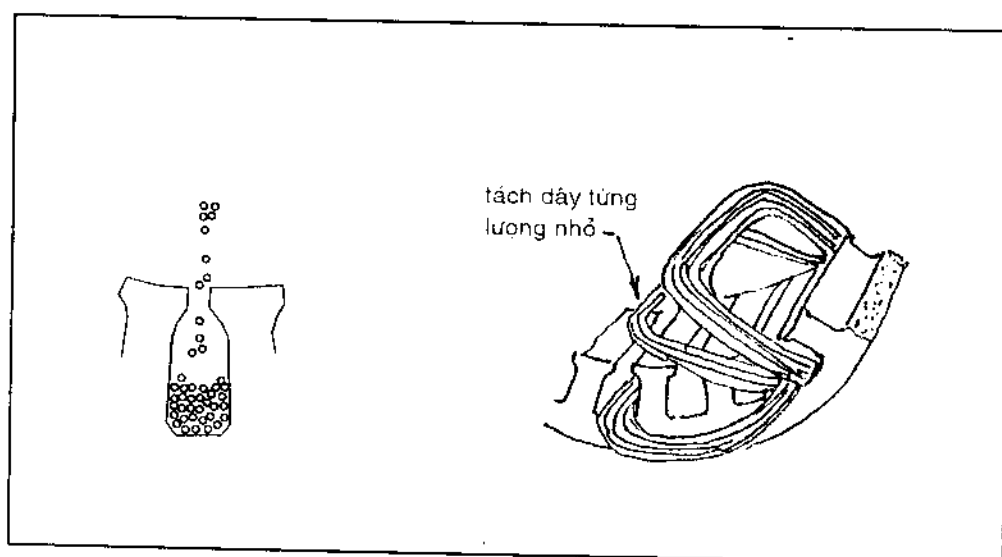
$$C = h_r$$

c) Cách lắp dây vào rãnh :

Sau khi đánh dây lên khuôn đủ số vòng, tháo khuôn ra và cột cẩn thận để tránh rơi dây trong khi vô dây. Đối với cuộn đề và cuộn tốc độ, nên quấn dây trước cuộn đề cho đủ số cuộn, sau đó quấn dây cuộn tốc độ chồng lên và chia đều ra trên các cuộn dây của cuộn đề.

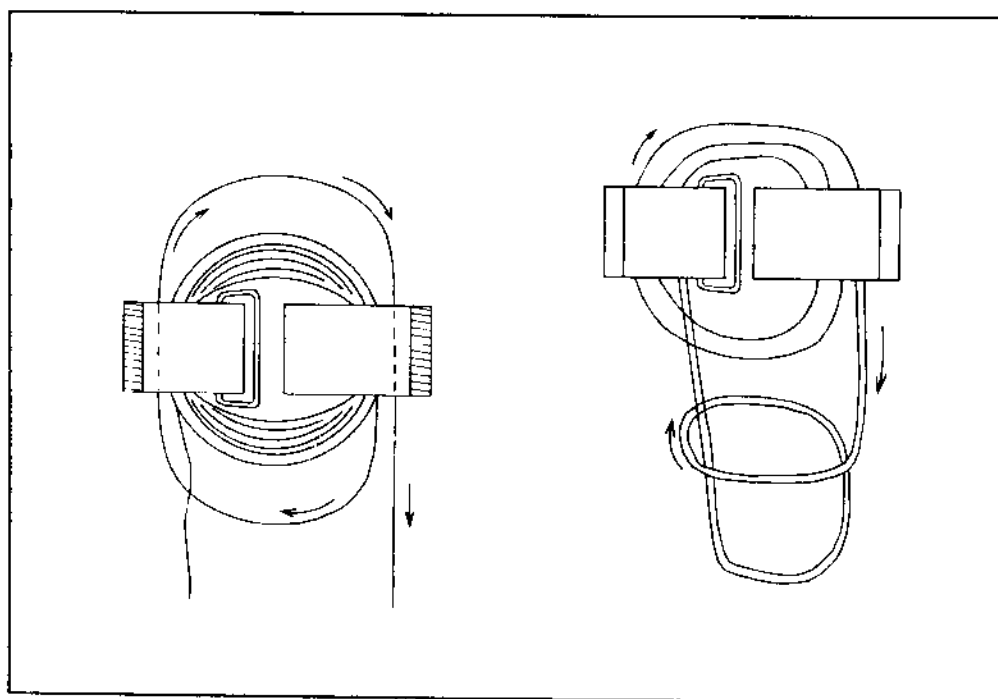
Khi lắp dây, ta vẽ dây cuộn chạy trước theo đúng số bước cuộn dây. Lần lượt vô từng cạnh cuộn dây, nên cho từng lượng dây ở cận miệng rãnh

vào rãnh trước. Khi vô hết cạnh dây nào phải lót cách điện miệng rãnh để khỏi bị bung xoắn dây. Sau khi vô dây xong cạnh còn lại của cuộn, làm hoàn tất như trên mới đến cuộn kế tiếp. nhớ đặt treo dây khi đưa vào stato. Cứ thế tiếp tục cho đến hết bộ dây cuộn chạy. Các cuộn sau khi đã lắp xong phải có trật tự cuộn lắp thuận, cuộn lắp nghịch xen kẽ nhau. Uốn dây cho dẹt ra phía ngoài để chừa chỗ trống cho các đầu cuộn của cuộn để lắp sau này.



H4-19 LẮP DÂY VÀO RÃNH QUẠT BÀN

Đối với quạt có vòng ngắn mạch, vì có từ cực lõi, trong trường hợp không thể quấn khuôn cuộn dây rồi vô dây như trên. Ta phải quấn tay từng vòng dây thẳng trên từ cực để cho cuộn dây ôm sát vào từ cực. Quấn lần lượt hết cuộn này xong đến cuộn kế (H4-20ab). Như thế tốn thời gian gia công so với cách làm khuôn. Trong trường hợp dây quấn bé ($d < \varnothing 0.20$) và có nhiều vòng, có thể dùng phương pháp rút ngắn thời gian bằng cách quấn dây 1 vòng cuộn lớn, rồi quấn lại trên từ cực, nhưng đòi hỏi phải có kinh nghiệm đo lấy kích thước thì mới đạt sự vừa khít khao.



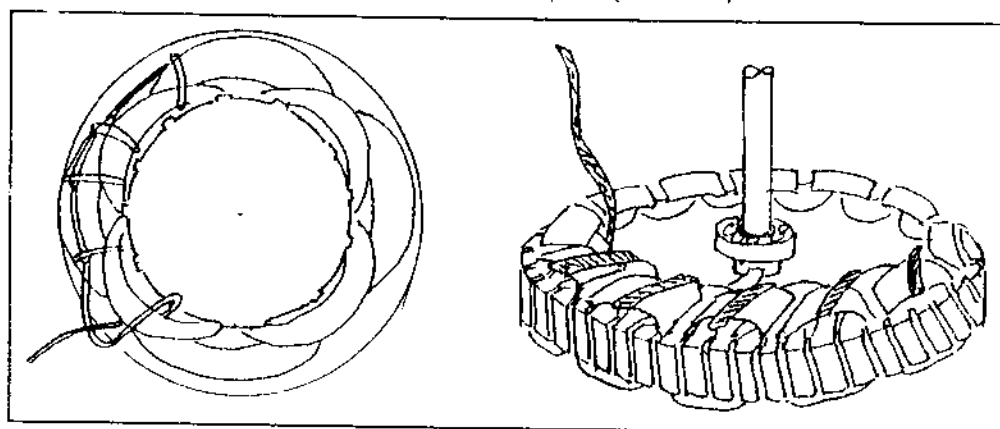
H4-20a CÁCH QUẤN TỪNG VÒNG

H4-20b

3) Kỹ thuật đai bộ dây quấn :

Trước đai cứng định hình bộ dây quấn, phải hàn nối các đầu dây nối theo sơ đồ mạch, dây đưa ra ngoài được nối với dây dẫn có bọc cách điện PVC hoặc cao su. Các mối nối phải bọc ống gaine cách điện cẩn thận và lót giấy cách điện để cách pha giữa cuộn chạy và cuộn đề.

Dây đai là loại dây sợi cotton hoặc ruban vải cotton và có thể dùng các cách đai như sau theo hình vẽ (H4-21a) và (H4-21b)



H4-21a

H4-21b

4) Tắm sấy verni :

Việc tắm sấy verni cách điện nhằm mục đích :

- Tránh bộ dây quấn bị ẩm
- Nâng cao độ chịu nhiệt
- Tăng độ bền cách điện
- Tăng cường độ bền cơ học
- Chống được dầu mỡ bôi trơn bám lên bộ dây quấn.

Công việc tắm sấy gồm 3 giai đoạn :

- Sấy khô trước khi tắm verni
- Tắm verni cách điện lên bộ dây quấn
- Sấy khô verni bằng sự tỏa nhiệt kèm tia hồng ngoại của loại đèn có tim.

Bảng 4-4 SỐ LIỆU QUẠT TRẦN (LOẠI CÓ TỤ ĐIỆN) :

STT	Hiệu quạt	Điện áp	Số rãnh	Số cuộn	Số vòng	Cỡ dây	Ghi chú
1	MARELLI (Ý)	110V	54	18R – 9S	170/40	225/30	tụ dầu 8 μ F
2	Mestinghouse (USA)	110V	36	18R – 18S	110/45	220/30	
3	Mestinghouse (USA)	110V	36	9R – 9S	330/35	385/25	
4	AC ELECTRIC FAN	110V	36	18R – 18S	90/50	210/30	
5	SMC (Pháp)	110V	36	9R – 9S	140/55	440/30	
6	TAIWAN (Đài Loan)	110V	36	12R – 6S	78/45	195/25	
7	SMC (Ý)	120V	32	16R – 16S	300/35	500/30	tụ dầu 8 μ F
8	SMC (Ý)	220V	32	8R – 8S	500/25	780/20	tụ dầu 8 μ F
9	INDIA (Ấn Độ)	220V	32	16R – 16S	310/20	320/20	rãnh vuông, 2 tầng
10	NATICO (VN)	110V	54	18R – 9S	175/40	250/30	
11	NATICO (VN)	220V	54	18R – 9S	320/35	520/25	
12	CAWING (VN)	110V	48	16R – 8S	115/45	290/30	hạc dạn 6240 – 6302
13	THERMOSTAT (VN)	110V	48	12R – 12S	140/40	210/30	
14	PACIFIC	110V	48	12R – 12S	140/40	200/30	

15	VICTOR	110V	48	12R – 12S	150/40	206/30	
16	DKD	220V	48	16R – 8S	270/35	450/25	
17	VTPN	110V	48	12R – 12S	115/40	210/30	
18	VTPN	220V	48	16R – 8S	280/35	450/25	
19	MAVELLI	110V	48	16R – 8S	130/40	230/30	
20	MAVELLI	220V	48	12R – 12S	280/35	380/25	
21	MATANI	110V	48	16R – 8S	120/40	220/30	
22	MATANI	220V	48	12R – 12S	266/35	370/25	
23	OSCAR	110V	48	12R – 12S	125/40	185/30	
24	UNIVERSEL	110V	48	12R – 12S	125/40	210/30	
25	TOKYO	110V	48	16R – 8S	135/45	320/25	
26	HOÀ BÌNH	110V	48	16R – 8S	120/40	260/30	hạc đạn 6203 – 620
27	DNXK	110V	36	18R – 18S	195/30	270/30	hạc đạn 6203 – 620
28	PHƯƠNG NAM	220V	36	12R – 6S	238/32	365/20	
29	EMERSON. K63TT	120V	36	9R – 9S	200/35	393/25	Loại 4 cánh quat

Bảng 4-5 SỐ LIỆU QUẠT TRẦN (LOẠI VÒNG NGẮN MẠCH) :

STT	Hiệu quạt	Điện áp	Số cánh	Số cuộn	Số vòng/Cỡ dây	Ghi chú
1	(Pháp)	110	16	8R	243/350/6	loại 2
2	EAGLE	110	24	12R	130/80	cánh, đầu
3	NATICO	110	20	10R	180/65	mỗi nhánh
4	NATICO	220	20	10R	350/45	4 cuộn
5	Điện cơ sản xuất	110/220W	18	9R	140/51	loại cánh
6	Điện cơ sản xuất	220/120W	18	9R	280/37	300 mm
7	Điện thông sản xuất	110/75W	12	6R	240/57	loại cánh
8	Điện thông sản xuất	220/75W	12	6R	480/41	900 mm
9	HOÀN KIẾM (Hà Nội)	110/75W	12	6R	234/55	hạc đạn 6203x2c

Bảng 4-6 SỐ LIỆU QUẠT ĐỂ BÀN, QUẠT ĐỨNG (CÓ TỤ) :

STT	Hiệu quạt	Điện áp	Số rãnh	Số cuộn	Số vòng/Cờ dây	Ghi chú
1	NATIONAL	110	16	4R - 4S - 4TD	300/35 - 280/25 180/30	tụ điện 4 μ F
2	NATIONAL	110	12	4R - 4S - 4TD	263/35 - 320/25 165/30	
3	SANYO	110	12	4R - 4S - 4TD	350/35 - 280/25 170/30	
4	SANYO	220	12	4R - 4S - 4TD	700/25 - 580/20 250/25	tụ điện 4 μ F
5	mitsubishi	110	16	4R - 4S	368/30 - 480/20 140/25	
6	HITACHI					
7						
8	HUNTER (USA)	110/60Hz		6R - 6S	225/40 - 480/20	loại 4 cánh sắt
9	STANDART (NATICO)	220	8	4R - 4S - 4TD	400/25 - 570/20 140/25	loại quạt đứng
10	KDK	110	16	4R - 4S - 4TD	263/30 - 350/25 140/25	tụ điện 3,5 μ F loại quạt đứng
11	HUNTER DIVISION	120/60Hz	36	6 cực R, 12 cuộn 6 cực S, 12 cuộn	Y ₅ = 107 vòng Y ₃ = 75 vòng/65o/o Y ₅ = 192 Y ₃ = 92/30o/o	loại 2 cánh sắt
12	GENERAL ELECTRIC	115/50- 60 1/20HP	16	2 cực R 6 cuộn 2 cực S	Y ₇ = 132 Y ₅ = 111, Y ₃ = 77 Y ₇ = 79, Y ₅ = 67 Y ₃ = 47	tụ điện 0,98 μ F

Bảng 4-7 SỐ LIỆU QUẠT BÀN (LOẠI CÓ VÒNG NGẮN MẠCH) :

STT	Hiệu quạt	Điện áp	Số rãnh	Số cuộn	Số vòng/Cỡ dây	Ghi chú
1	MANNING BOWMAN	115/60Hz		2	850/30c/o	
2	FANMASTER DIVISION	120/60Hz		2	900/25	
3	GENERAL ELECTRIC	110/220		4	250/40	
4	WASTINGHOUSE	110/220		2	715/25	
5	PHƯƠNG NAM	110		4	300/32	TDđ : 80vòng/cuộn Ø32/100
6	NATICO (VN)	110		4	170/45	TDđ : 70vòng/cuộn Ø35/100 (điều khiển xoay bằng dây kéo)
7	NATICO (VN)	110		2	660/20	
8	NATICO (NHẬT)	110		2	660/35	có 2p = 4 đầu cực giả
9	ESKIMO (loại vuông)	115/60Hz		6	180/50	TDđ : 50vòng/cuộn Ø45/100
10	HUNTER (loại vuông)	110/50Hz		5R + 1TD	180/60	TDđ : 325vòng/cuộn Ø40/100
11	GENERAL ELECTRIC	115/60Hz		4	276/40	loại Fan Blower
12	ĐIỆN CƠ SẢN XUẤT	110/30W		2	570/29	loại cánh nhựa 250mm
13	ĐIỆN THÔNG SẢN XUẤT	110/32W		2	580/31	loại cánh nhựa 250mm
14	ĐIỆN THÔNG SẢN XUẤT	220/32W		2	1160/23	loại cánh nhựa 250mm
15	OPENTA (LX)	127/55W		4	380/33	
16	OPENTA (LX)	220/55W		4	670/25	

V. MỘT SỐ PAN TRONG QUẠT ĐIỆN

1)* Pan về cơ :

-- Bạc đạn, bạc thau bị mòn, cốt trục bị mòn là nguyên nhân quạt chạy gây tiếng ồn phát nhiệt nhiều. Nếu bạc thau mòn quá quạt không chạy.

-- Sự chuôi roto do cốt trục lỏng làm quạt chạy mau nóng dễ cháy bộ dây quấn.

-- Quạt không xoay qua lại được, do bánh răng bộ phận xoay bị mòn, khuyết.

-- Quạt không chạy do roto bị kẹt cứng, bụi bám và dầu mỡ kẹt giữa roto và stato là quạt quay chậm đi.

-- Có tiếng khua lạ, cánh quạt gió cọ vào lồng bảo vệ.

Nhận xét : Cần phải chăm sóc vô dầu mỡ bôi trơn định kỳ thì tránh được các pan nêu trên, giảm sự hao mòn về cơ.

2)* Pan về điện :

1. Chạm masse :

Thường gây hiện tượng điện giật cho người sử dụng do :

-- Dây quấn chạm vào mạch từ stato.

-- Dây dẫn điện vào, chạm vào phần kim loại ở quạt. Lưu ý nơi dây dẫn đi xuyên qua.

-- Tủ điện loại vỏ nhôm bị chạm vỏ phải thay mới nếu không phải cách điện cô lập tủ cho cẩn thận.

-- Trường hợp sự chạm masse quá nặng, bốc khói, có sự nổ dây, quạt không quay được phải quấn lại toàn bộ.

-- Lớp cách điện bị ẩm hoặc bị lão hóa do bị nóng lâu ngày làm hóa dòn thành than. Phải quấn lại toàn bộ.

2. Quạt không chạy hoặc lúc chạy lúc không :

-- Do dòng điện vào quạt bị gián đoạn, xem lại từ nguồn điện, hở mạch trên đường dây dẫn điện vào. Lưu ý các chỗ bị uốn cong như cuốn phích cắm, nơi dây dẫn đi xuyên qua vào đế quạt...

-- Hở mạch trong dây quấn, có thể do sự kéo căng dây nối làm đứt dây.

- Tụ điện sắp hỏng hoặc hỏng do bị khô, bị nối tắt... thay tụ mới.
- Về cơ (xem phần trên)
- Mắc sai vào nguồn điện quá thấp (nhất là đối với quạt có vòng ngắn mạch)

3. Quạt quay ngược chiều :

- Do đấu sai dây, lưu ý dây nguồn nối đến tụ điện. Trường hợp này biến cuộn phụ thành cuộn dây và ngược lại cuộn chính thành cuộn đề (nhớ điện trở, cảm kháng của cuộn đề lớn hơn điện trở, cảm kháng của cuộn chạy).
- Trường hợp quấn dây lại, do lúc nối đầu dây chung (C) bị nhầm, phải tháo đai cotton ra hàn nối lại.

4. Quạt vận hành bị nóng :

- Dầu mỡ bôi trơn bạc thau bị khô gay ma sát lớn.
- Quấn dây lại chưa đúng số liệu hoặc mạch từ xấu.
- Có thể roto bị chuỗi lệch ngoài stato 1 phần do cốt trục bị lỏng.
- Mắc nhầm vào mạch điện có điện áp cao (ví dụ quạt 110V mắc vào mạng điện 220V) dễ phát hiện khi thấy quạt quay mạnh, có tiếng ồn bất thường.

5. Quạt chạy yếu :

- Mắc sai vào nguồn điện thấp
- Dầu mỡ bôi trơn bạc thau bị mất phẩm chất, quánh đặc lại.
- Quấn dây lại có số vòng dây cuộn chạy quá thừa, phải tính lại số liệu dây quấn.
- Tụ sắp hỏng, bị khô.

VI. TÍNH TOÁN SỐ LIỆU DÂY QUẤN CỦA QUẠT ĐIỆN

Trong chương này chỉ hướng dẫn cơ sở để tính số liệu dây quấn của động cơ quạt 1 cách khái quát. Vì động cơ quạt được thiết kế chỉ chịu tác dụng của lực cản là không khí, làm việc liên tục và không được gây tiếng ồn quá định mức cho phép.

Các bước tiến hành tính số liệu dây quấn quạt cũng tương tự như tính số liệu dây quấn của động cơ 1 pha như sau :

Bước 1 : Bước từ cực :

$$\tau = \frac{3.14 \cdot D_t}{2p} \text{ (cm)}$$

Bước 2 : Từ thông ở mỗi cực Φ :

$$\Phi = 0,64 \cdot \tau \cdot L \cdot B_{\sigma} \cdot 10^{-4} \text{ (wb)}$$

Trong đó :

L = chiều dài của stato tính (cm)

B_{σ} = mật độ từ tính theo đơn vị (wb/m²) được chọn theo bảng 1

Bảng 4-1

Loại quạt	Mật độ từ B_{σ}
Quạt trần có tụ	0,40 – 0,45 wb/m ²
Quạt bàn có tụ	0,45 – 0,50
Quạt bàn Nhật	0,60 – 0,65
Quạt có vòng ngắn mạch	0,40 – 0,35

Bảng 4-2 CHỌN HỆ SỐ K_E

Loại quạt	Hệ số K_E
Quạt có tụ điện	0,70 – 0,75
Quạt trần có tụ điện	0,75 – 0,85
Quạt có vòng ngắn mạch	0,60 – 0,70

Bước 3 : Tính số vòng dây của cuộn chạy :

$$W_A = \frac{K_E \cdot U_{dm}}{4,44 \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{dq}}$$

Trong đó :

K_E : hệ số điện áp

U_{dm} : điện áp định mức của động cơ quạt

f : tần số dòng điện (Hz)

K_{dq} : hệ số dây quấn $K_{dq} < 1$

Bước 4 : Số vòng cho mỗi cuộn chạy :

$$W_C = \frac{W_A}{2p}$$

Bước 5 : Tiết diện dây của cuộn chạy :

Do động cơ quạt có công suất nhỏ từ vài chục watt đến không quá 200W. Nên để đơn giản cách tính có thể chọn cỡ dây theo bảng 4-3.

LOẠI QUẠT	CÔNG SUẤT	DIỆN ÁP	CỖ DÂY		
			C.CHẠY	C.ĐỀ	C.TỐC ĐỘ
Quạt bàn có tụ	50W – 70W	110V	0,30	0,20	0,25
		220V	0,25	0,20	0,20
Quạt trần có tụ	75W – 120W	110V	0,40 – 0,45	0,30 – 0,35	
		220V	0,30 – 0,35	0,20 – 0,25	
Quạt bàn vòng ngắn mạch	30W – 40W	110V	0,30		
		220V	0,18 – 0,25		
	200W	110V	0,50 – 0,60		
Quạt trần loại vòng ngắn mạch	75W – 120W	110V	0,50 – 0,60		
		220V	0,35 – 0,45		

Bước 6 : Kiểm tra hệ số lấp đầy dây K_{1d} :

$$K_{1d} = \frac{N_r \cdot d_{cd}^2}{S_t}$$

N_r = tổng số dây dẫn trong mỗi rãnh

d_{cd} = đường kính dây dẫn kể cả lớp cách điện

S_t = tiết diện còn trống để chứa dây sau khi lột cách điện.

Bước 7 : Tính số vòng dây của cuộn để :

Theo kinh nghiệm chọn tùy theo loại quạt, vì việc tính toán rất phức tạp do cuộn để mắc nối tiếp với tụ điện nên tính sao cho dòng điện trong cuộn để phải lệch pha với dòng điện trong cuộn chạy 1 góc điện $\theta^\circ = 90^\circ$.

Vậy ta chọn theo bảng :

* Đối với loại quạt trần :

$$W_B = (1,7 - 2,0) W_A$$

* Đối với loại quạt trần có cuộn để đấu cực giả :

$$W_B = (0,7 - 0,8) W_A$$

* Đối với loại quạt có tụ :

Quạt VN : $W_B = (1,2 - 1,4) W_A$

Quạt Nhật : $W_B = (0,7 - 0,8) W_A$

Bước 8 : Tiết diện dây của cuộn để :

$$S_B = (0,52 - 0,70) S_A$$

Ví dụ 1 : một quạt trần phần stato có tổng số rãnh $z = 48$, đường kính stato $D = 13\text{cm}$, chiều dài $L = 3,5\text{cm}$. Dây quấn quạt gồm 12 cuộn chạy và 12 cuộn để. Bước cuộn dây $Y = 3$. Sử dụng với nguồn điện $110\text{V} - 50\text{Hz}$.

Giải

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{3,14 \cdot 13}{12} = 3,4\text{cm}$$

2. Từ thông ở mỗi từ cực :

Chọn mật độ từ $B_g = 0,4 \text{ wb/m}^2$, ta được :

$$\Phi = 0,64 \cdot 3,4 \cdot 3,5 \cdot 0,40 \cdot 10^{-4} = 3,046 \cdot 10^{-4} \text{ wb}$$

3. Số vòng dây của cuộn chạy :

Chọn $K_E = 0,85$ và với bước cuộn dây $Y = 3$ có hệ số dây quấn

$K_{dq} = 0,924$. Ta có :

$$W_A = \frac{0,85 \cdot 110 \cdot 10^4}{4,4 \cdot 50 \cdot 3,046 \cdot 0,924} = 1510 \text{ vòng}$$

4. Số vòng dây của 1 cuộn :

$$W_C = \frac{1510}{12} = 126 \text{ vòng}$$

5. Tiết diện dây và cỡ dây của cuộn chạy :

Tra theo bảng 2 ta có :

$$d_A = \varnothing 0,40 \text{ và } S_A = 0,125 \text{ mm}^2$$

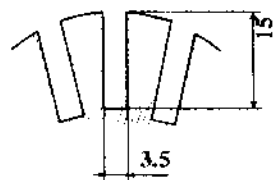
6. Kiểm tra hệ số lấp đầy dây :

Theo hình vẽ :

$$S_t = 15 \cdot (3,5 - 0,5) = 45 \text{ mm}^2$$

Với $d_{Acđ} = \varnothing 0,40 + 0,05 = \varnothing 0,45 \text{ mm}$, ta có :

$$K_{ld} = \frac{126 \cdot 0,45^2}{45} = 0,56$$



Vậy hệ số lấp đầy $K_{ld} = 0,56 < 0,75$ nên cho phép tiến hành quấn dây được.

7. Tính số vòng dây của cuộn để :

Đối với quạt trần, chọn $K = 1,8$

$$W_B = 1,8 \cdot 126 \text{ vòng} = 227 \text{ vòng}$$

8. Cỡ dây của cuộn để, chọn $K = 0,52$

$$S_B = 0,52 \cdot 0,125 = 0,065 \text{ mm}^2$$

Tra bảng chọn cỡ dây có đường kính $d_B = \varnothing 0,29$

Ví dụ 2 : Một quạt bàn hiệu NATIONAL có tổng số rãnh $Z = 16$, kích thước mạch từ stato có $D = 49$, $L = 20$, số từ cực $2p = 4$. Tính lại số liệu dây quấn của quạt làm việc với điện áp nguồn 110V – 50Hz.

Giải

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{3,14 \cdot 4,9}{4} = 3,84 \text{ cm}$$

2. Từ thông ở mỗi từ cực :

Chọn mật độ từ $B_\sigma = 0,60 \text{ wb/m}^2$ ta có :

$$\Phi = 0,64 \cdot 3,84 \cdot 2 \cdot 0,60 \cdot 10^{-4} = 2,95 \cdot 10^{-4} \text{ wb}$$

3. Số vòng dây của cuộn chạy :

Chọn $K_E = 0,70$ và với bước cuộn dây $Y = 3$ ta có $K_{dq} = 0,924$

$$W_A = \frac{0,7 \cdot 110V \cdot 10^4}{4,4 \cdot 50 \cdot 2,95 \cdot 0,924} = 1284 \text{ vòng}$$

4. Số vòng cho mỗi cuộn chạy :

$$W_C = \frac{W_A}{2p} = \frac{1284}{4} = 321 \text{ vòng}$$

5. Tiết diện dây của cuộn chạy :

Theo kinh nghiệm chọn :

$$d_A = \varnothing 0,35 \text{ mm và } S_A = 0,096 \text{ mm}^2$$

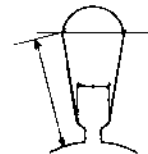
6. Kiểm tra hệ số lấp đầy dây K_{ld} , ta có :

$$K_{ld} = \frac{N_r \cdot d_{cd}^2}{S_t}$$

Theo kích thước đã cho tính $S_t = 84 \text{ mm}^2$

$$K_{ld} = \frac{321 \cdot 0,40^2}{84} = 0,61$$

Vậy $K_{ld} = 0,61 < 0,75$ nên thỏa điều kiện cho phép tiến hành quấn dây.



7. Số vòng dây của cuộn đề :

Đối với quạt bàn chọn $K = 0,8$.

$$W_B = 0,8 \cdot 321 \text{ vòng} = 256 \text{ vòng}$$

8. Cỡ dây của cuộn đề và cuộn tốc độ :

$$S_B = 0,52 \cdot 0,096 = 0,049 \text{ mm}^2$$

Tra bảng ta được $d_B = \varnothing 0,25 \text{ mm}$, cỡ dây cuộn tốc độ chọn :

$$d_{TB} = \varnothing 0,30 \text{ mm}$$

Ví dụ 3 : Một quạt bàn loại vòng ngắn mạch có 4 từ cực, đường kính trong $D_i = 40$, chiều dài stato $L = 35$. Tính số liệu dây quấn của quạt vận hành ở nguồn điện $110\text{V} - 50\text{Hz}$

Giải

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{3,14 \cdot 4}{4} = 3,14 \text{ cm}$$

2. Từ thông ở mỗi từ cực ;

Chọn mật độ từ $B_\sigma = 0,40$ ta được :

$$\Phi = 0,64 \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,40 \cdot 10^{-4} = 2,813 \cdot 10^{-4} \text{ wb}$$

3. Số vòng dây của cả cuộn pha :

Chọn $K_E = 0,70$ và $K_{dq} = 1$

$$W_I = \frac{0,70 \cdot 110\text{V}}{4,4 \cdot 50 \cdot 2,813 \cdot 10^{-4}} = 1244 \text{ vòng}$$

4. Số vòng cho mỗi cuộn :

$$W_c = \frac{1244}{4} = 311 \text{ vòng}$$

5. Tiết diện dây và đường kính dây :

Tra bảng chọn cỡ dây $d = \varnothing 0,40 \text{ mm}$

CHƯƠNG 5

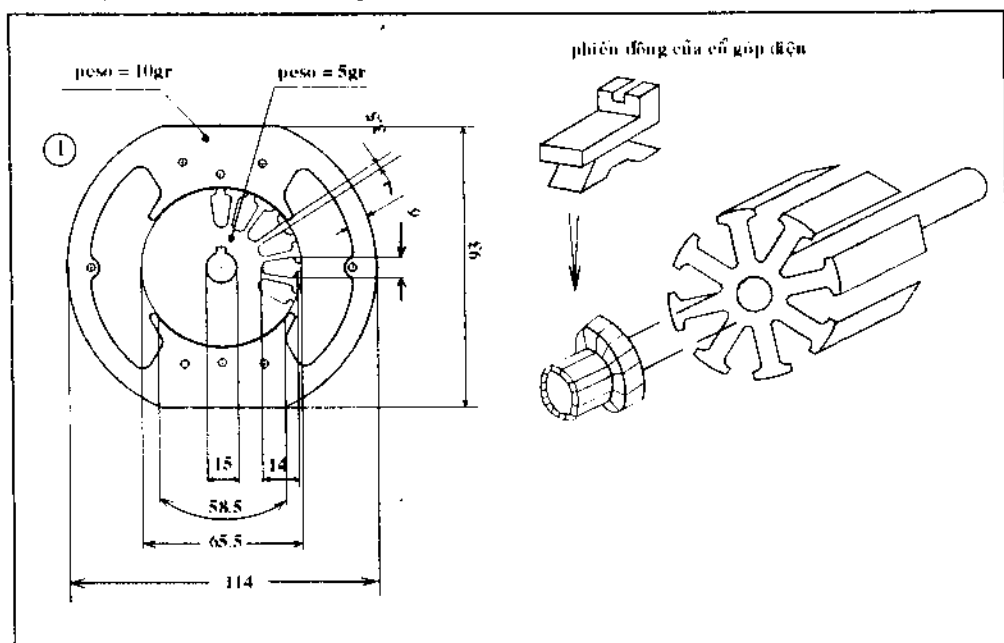
ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

I. CẤU TẠO :

Động cơ vạn năng (Universal motor hoặc serie motor) hay còn gọi là động cơ cơ cổ góp điện, cấu tạo gồm có 2 phần :

- 1) **Stato** : hay còn gọi là phần cảm thực chất là 1 nam châm điện, thông thường là hai từ cực lõi, có quấn các cuộn dây để tạo từ trường.
- 2) **Roto** : còn gọi là phần ứng, gồm nhiều lá sắt ghép lại thành khối trụ, có rãnh ở xung quanh và được quấn dây theo một trật tự nhất định. Các đầu cuộn dây này được nối ra cổ góp điện tạo thành mạch kín.

Cổ góp điện được cấu tạo bởi nhiều phiến đồng ghép lại và được cách điện độc lập với nhau. Nhiệm vụ của cổ góp điện là dẫn điện vào phần ứng và đồng thời kết hợp với chổi than để đổi chiều dòng điện giữ cho chiều quay của roto không đổi chiều.

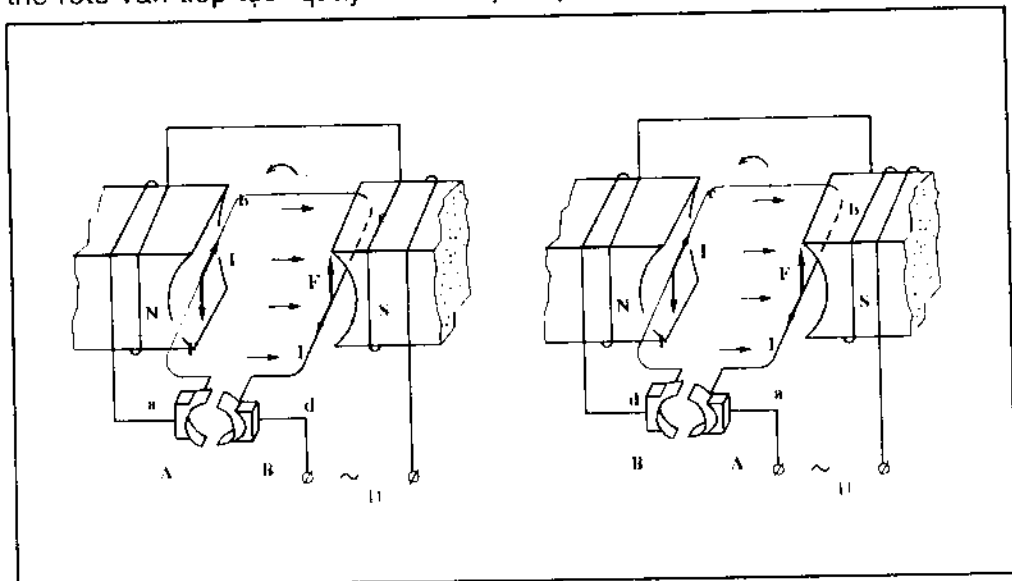


H5-1a MACH TỪ STATO (phần cảm)

H5-1b CẤU TẠO ROTO (phần ứng)

II. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC :

Sơ đồ hình H5--2a trình bày động cơ đơn giản có phần cảm mắc nối tiếp với phần ứng. Khi cho dòng điện vào động cơ, do tác dụng của từ trường phần cảm lên dòng điện 1 lực điện từ làm roto quay, khi roto quay được 1 góc 180° thì lúc đó phần góp cũng di chuyển theo H5--2b nên dòng điện di chuyển trong thanh dẫn ở mỗi từ cực vẫn giữ nguyên chiều cũ. Vì thế roto vẫn tiếp tục quay tròn do lực điện từ tác dụng không đổi chiều.



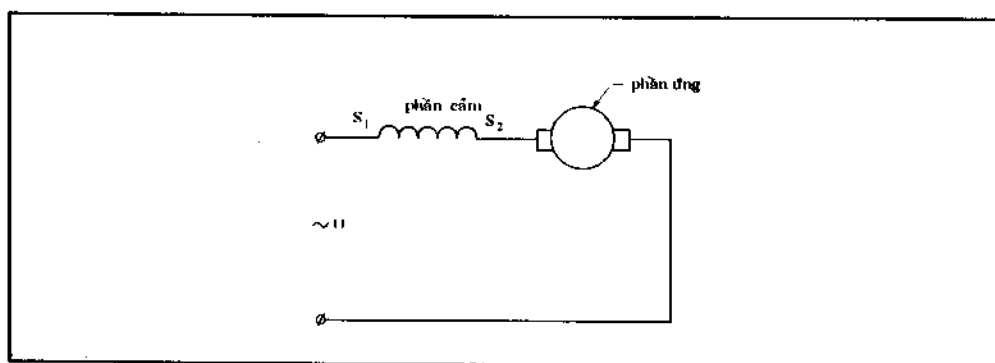
H5-2a

H5-2b

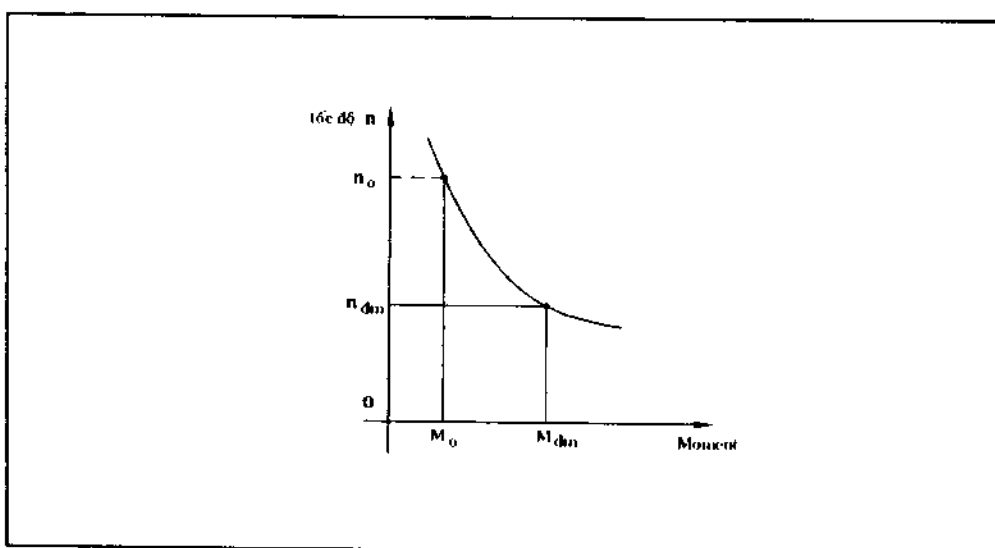
Nếu cho dòng điện xoay chiều vào động cơ, thì khi dòng điện đổi chiều ở bán kỳ âm, ngay lúc đó chiều từ trường trong phần cảm cũng đổi chiều, nên lực tác dụng vẫn không đổi chiều. Vì thế động cơ vẫn quay được liên tục theo 1 chiều nhất định. Do đặc tính của động cơ như thế nên được gọi là động cơ vạn năng, vì nó sử dụng được với 2 loại dòng điện : dòng 1 chiều và dòng xoay chiều.

III. ĐẶC TÍNH VÀ CÔNG DỤNG :

Đặc tính của động cơ vạn năng vận hành với tốc độ cao đạt đến 10.000 vòng/phút và có moment quay lớn so với các động cơ khác. Vì thế không nên để động cơ vạn năng vận hành không tải, vì có thể làm bung các đầu dây nối vào cơ góp điện. Khi vận hành có tải tốc độ quay của động cơ trong khoảng 2500 vòng/phút đến 6000 vòng/phút.



H5-3a SƠ ĐỒ MẮC DÂY CỦA ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

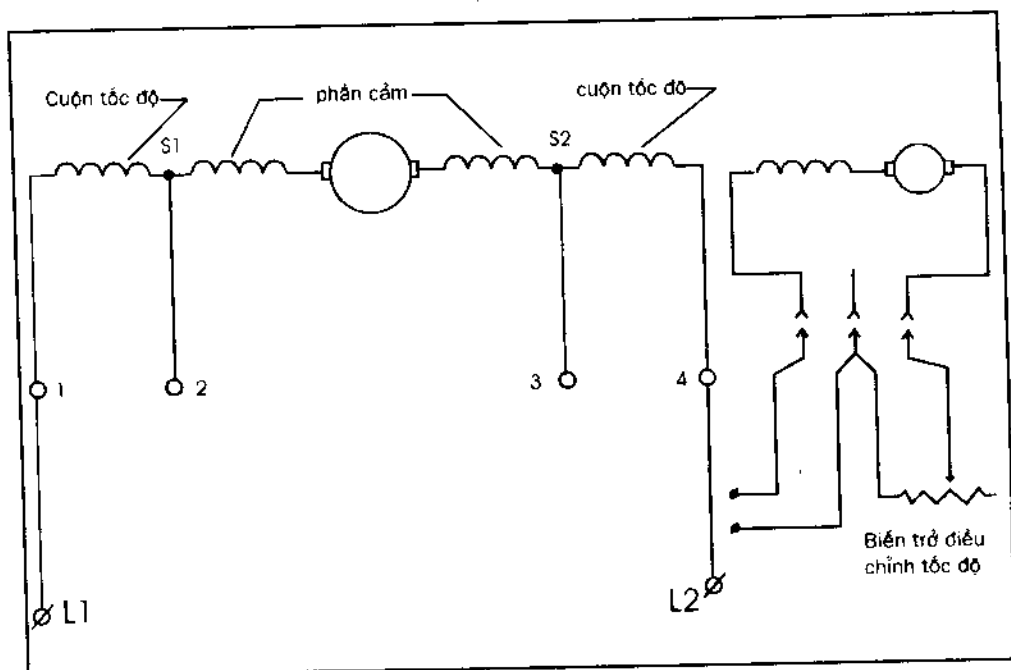


H5-3b ĐƯỜNG BIỂU DIỄN ĐẶC TÍNH VẬN HÀNH CỦA ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

Hình H5-4 trình bày sơ đồ mạch của động cơ vạn năng có phần ứng mắc nối tiếp với phần cảm.

Công dụng của động cơ vạn năng được sử dụng làm động cơ máy may, máy khoan điện cầm tay, máy xay trái cây, máy xay thịt...

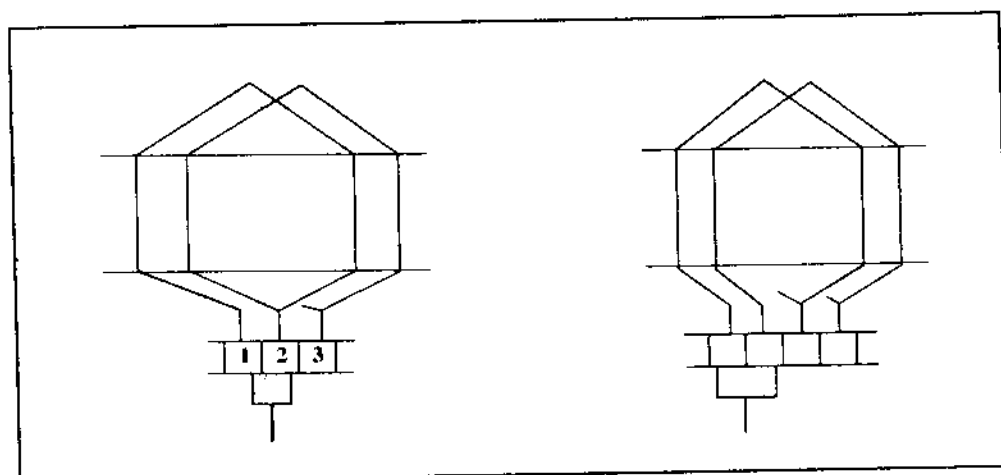
Việc điều chỉnh tốc độ của động cơ dựa trên nguyên tắc giảm điện áp đưa vào động cơ bằng cuộn cảm kháng, thường quấn chung với cuộn dây từ cực.



H5-4 SƠ ĐỒ MẠCH CỦA ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG
(PHẦN NỐI TIẾP PHẦN ỨNG)

IV. KỸ THUẬT QUẤN DÂY PHẦN ỨNG (ROTO) :

- 1) Thông thường quán của phần ứng quán theo lõi quán rế, là lõi quán dây có đầu và cuối của cùng 1 cuộn dây nối vào hai phiến đồng nằm cân nhau trên cổ góp điện. (H5-5)



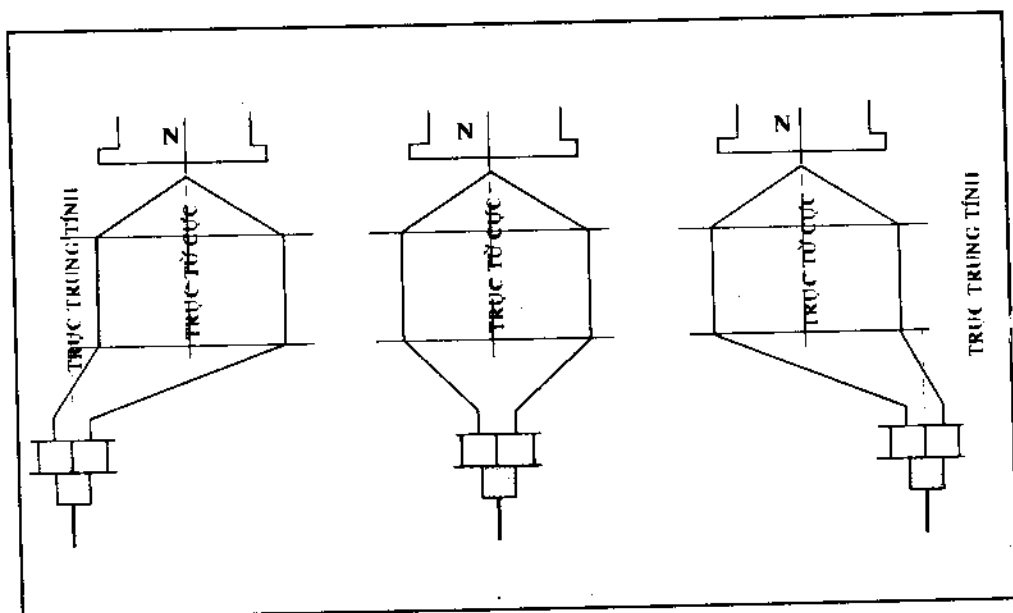
QUẢN LÝ ĐƠN

QUẦN RẾ ĐÒI

- Khi quấn rế đơn thì bề rộng chổi than bằng 1,5 lần bề rộng phiến đồng.
- Khi quấn rế đôi thì có 2 mạch độc lập và bề rộng chổi than bằng 2-3 lần bề rộng phiến đồng.

2) Kỹ thuật quấn dây phản ứng :

Do đặc điểm của dây quấn trên roto là dây nhỏ, mềm. Mặt khác để tránh sự đấu dây nhầm giữa các cuộn vì khó phân biệt. Cho nên khi quấn dây phản ứng phải áp dụng kỹ thuật theo hình H5-6a,b,c



H5-6a CHỔI THAN NỐI LỆCH TRÁI

H5-6B CHỔI THAN ĐẶT TẠI TRỤC TỪ CỰC

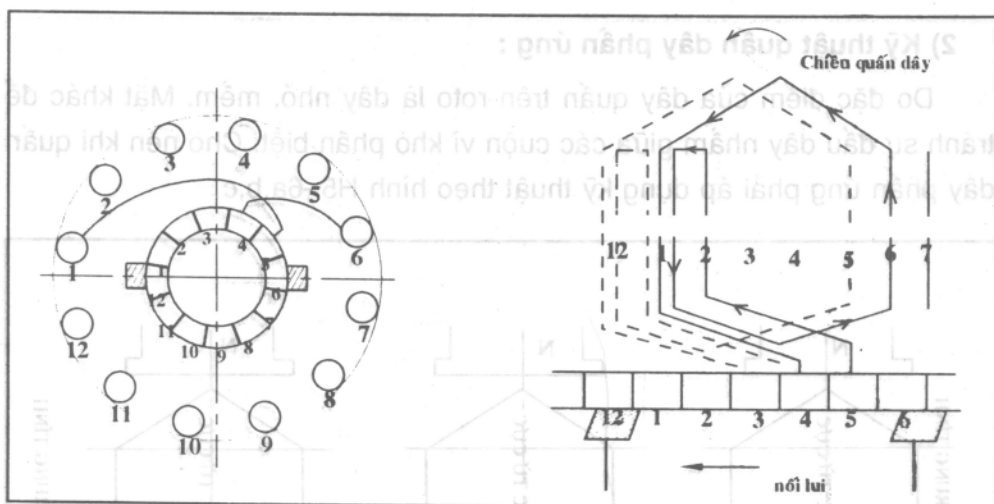
H5-6C CHỔI THAN ĐẶT LỆCH PHẢI

3) Vị trí chổi than :

Chổi than đặt cố định, là nơi dẫn điện vào phần roto và là nơi trung gian đổi chiều dòng điện để giữ chiều dòng điện trong dây dẫn ở trước mỗi từ cực luôn luôn có chiều nhất định.

Tại vị trí dòng điện trong cuộn dây phải đổi chiều, thì luôn luôn bị chổi than làm nối tắt. Nhưng do cuộn dây ở thời điểm này, có các cạnh dây đang ở ngoài phạm vi từ cực và chuyển động song song với đường sức bên sức ứng điện động trong cuộn dây này có $e = 0$. Vì thế tránh được sự nảy tia lửa giữa chổi than và cổ góp điện.

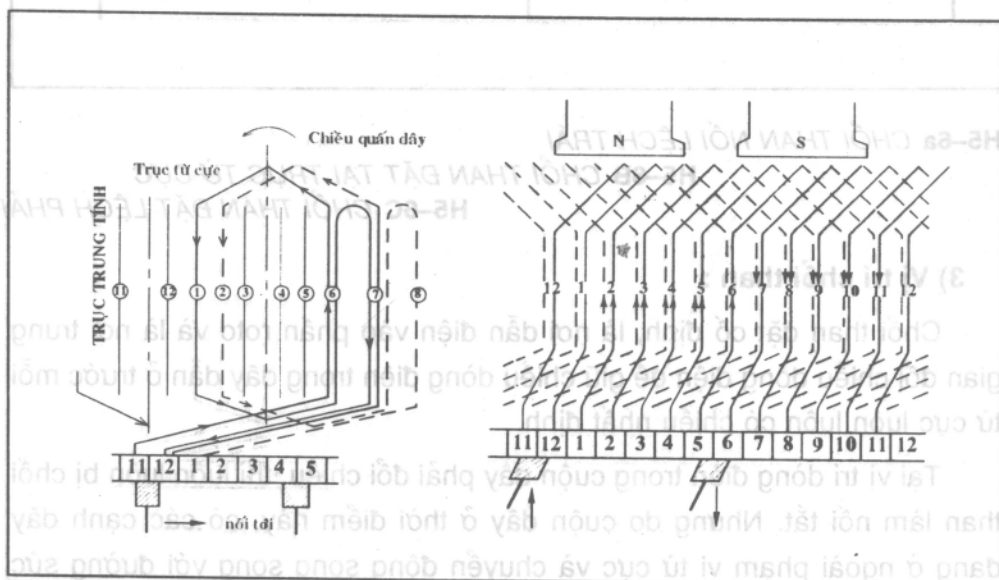
Vây chổi than phải luôn luôn được đặt ở vị trí này được gọi là trục trung tính. Tùy theo sự thiết kế vị trí trục trung tính, mà chổi than được đặt về lệch phía phải hoặc lệch về phía trái đối với trục từ cực.



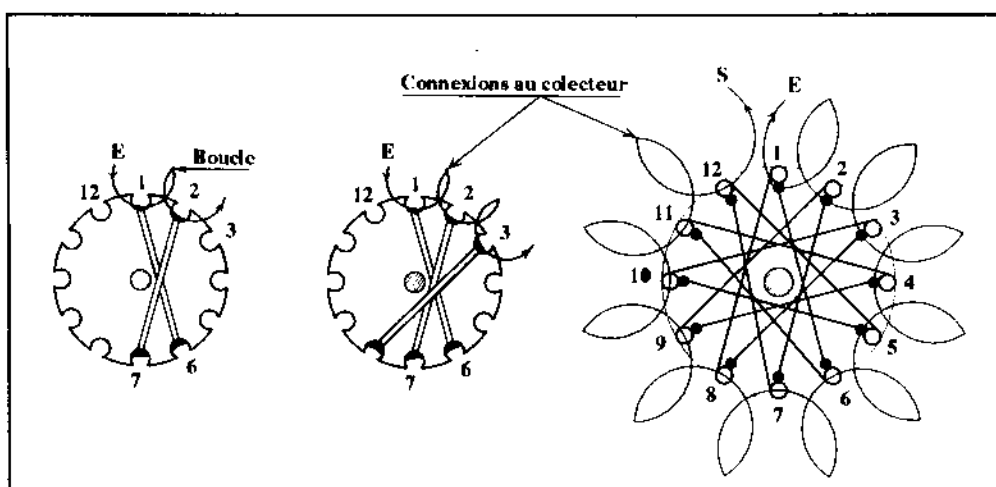
H5-7

4) Sơ đồ dây quấn phản ứng :

Sau đây là 1 số sơ đồ dây quấn tiêu biểu của phản ứng trong động cơ vạn năng.



H5-8 ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG CÓ TỔNG SỐ RĂNG $Z = 12$, SỐ TỪ CỰC $2p = 2$, SỐ LAM CỔ GÓP $N_c = 12$, QUẤN RẾ ĐƠN



H5-9 CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH QUẤN DÂY ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

V. CÁC PAN VỀ ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

1)* Pan về cơ :

– Bạc đạn, bạc thau mòn, cốt trục mòn do thiếu sự chăm sóc dầu mỡ bôi trơn là nguyên nhân phát nhiệt, gây tiếng ồn, động cơ không vận hành được.

– Động cơ khó vận hành, quay chậm là do dây curoa căng quá, bánh răng giảm tốc bị mòn khuyết, cánh quạt thông gió cọ vào vỏ, dao cắt bị mòn, hoặc cát bụi, mảnh kim loại bị kẹt giữa roto và stato.

– Sự lắp ráp bị trèo trục hoặc có sự ép chặt giữa bạc thau với roto gây ma sát lớn làm roto khó quay.

2)* Pan về điện :

1. Chạm masse :

– Do dây dẫn điện vào bị tróc lớp cách điện cọ vào vỏ kim loại.

– Dây quấn bị chạm mạch từ, cánh quạt thông gió cọ phớt vào dây êmay quấn trên từ cực stato.

– Cổ góp điện bị cháy, chạm ra trục máy hoặc dây quấn ở roto bị chạm mạch từ.

– Bụi than, kim loại và dầu mỡ bám vào chổi than dẫn điện ra vỏ kim loại.

– Giấy cách điện bị ẩm, bị nhiệt làm lão hóa gây điện giật cho người sử dụng.

2. Động cơ không chạy :

- Hở mạch tại nguồn điện, dây dẫn điện đến động cơ.
- Chổi than bị mòn, kẹt cứng ở ổ chổi than nên không tiếp xúc với cổ góp điện được.
- Bị đứt dây ở phần cảm, phần ứng. Nên lưu ý các mối nối ở các lam đồng của cổ góp điện bị đứt.
- Bị lực cản quá lớn hoặc nguồn cấp điện có điện áp quá thấp động cơ không đạt đủ công suất.
- Đấu sai dây.

3) Động cơ chạy yếu kèm nảy tia lửa ở cổ góp điện, phát nhiệt :

- Có sự chập vòng ở trong phần ứng roto, dễ dàng xác định khi thấy hai lam đồng kế nhau bị nám đen.
- Phần cảm bị chập vòng.
- Chổi than bị mòn hết chỉ còn lò xo tiếp xúc với cổ góp điện hoặc chổi than ứng. Điều này để kéo dài sẽ làm hỏng cổ góp điện.
- Nếu cuộn điều chỉnh tốc độ quán trên từ cực bị chập vòng đối với máy xay trái cây, máy đánh trứng... cũng gây hiện tượng trên.

4. Động cơ chạy mạnh, nhanh, gây tiếng ồn khác bình thường :

- Do mắc nhầm vào nguồn điện có điện áp cao. Cần phải cắt mạch ngay, nếu không sẽ bị cháy máy.
- Nếu quán lại là do quán sai số liệu đấu sai dây ở phần cảm hoặc nối nhầm dây vào cổ góp điện. Phải tìm nguyên nhân sai mà sửa lại.

5. Động cơ chạy yếu, không đạt công suất định mức :

- Do quán lại, thừa số vòng, hoặc đấu dây vào cổ góp điện bị nhầm hoặc chọn sai vị trí trục trung tính nơi đặt chổi than (điều sau cùng có kèm sự nảy tia lửa).

VI. TÍNH TOÁN SỐ LIỆU DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

Việc tính toán số liệu dây quấn của loại động cơ vạn năng rất phức tạp so với động cơ quạt. Vì tốc độ quay của động cơ này biến thiên liên tục theo tải, ảnh hưởng đến các thông số khác rất nhiều. Trong chương

này chỉ trình bày cơ sở để tính toán số liệu dây quấn của phần roto 1 cách khái quát.

Khi tính số liệu, ta tiến hành các bước sau :

Bước 1 : Từ thông trong khe hở không khí ở mỗi từ cực :

$$\Phi = B_{\sigma} \cdot L \cdot b_{tc} \text{ (wb)}$$

Trong đó :

B_{σ} : Mật độ từ trong khe hở không khí, chọn :

$$B_{\sigma} = 0,38 - 0,45 \text{ (wb/m}^2\text{)}$$

L : Chiều dài của stato (m)

b_{tc} : Bề rộng của cung từ cực (m)

Bước 2 : Số dây dẫn trong phần ứng (roto)

$$N_u = \frac{60 \cdot E'}{n_{dm} \cdot \Phi} \text{ dây dẫn}$$

E' : sức ứng điện động sinh ra trong phần ứng phụ thuộc vào tốc độ quay của roto.

n_{dm} : tốc độ quay định mức của động cơ khi có tải.

Bước 3 : Số vòng của mỗi cuộn

$$W_c = \frac{N_r}{2 \cdot N_c} \text{ (vòng)}$$

N_c : số lam đồng trên cổ góp điện

Bước 4 : Tiết diện dây của phần ứng (Roto)

$$s_u = \frac{I_{dm}}{2 \cdot J} \text{ (mm}^2\text{)}$$

I_{dm} : dòng điện định mức của động cơ (A)

J : mật độ dòng trong dây dẫn (A/mm^2) thường chọn từ 6 – 9 A/mm^2

Bước 5 : Tiết diện dây của phần cảm (stato)

$$s_c = \frac{I_{dm}}{J} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Việc tính toán số vòng của phần cảm vì phức tạp, ngoài phạm vi giảng dạy của lớp.

Ví dụ 1 : Một động cơ máy may có $P = \frac{1}{15}$ - HP, điện áp $U = 115V$ tần số 50/60Hz, có 2 từ cực, tốc độ quay $n = 5000$ vòng/phút kích thước mạch từ theo hình vẽ.

STATO : -- Bề rộng từ cực b_{tc} : 37mm

-- Chiều dài L_s : 25—

-- Bề dày gông : 05—

-- Đường kính ngoài : 67—

ROTO : -- Đường kính roto : 35—

-- Chiều dài L_r : 24—

-- Khe hở không khí : 0,25—

-- Tổng số rãnh Z : 12—

-- Số lam của cổ góp N_c : 12—

H5-9

Giải

1. Từ thông ở mỗi từ cực :

Chọn mật độ từ $B_\sigma = 0,45 \text{ wb/m}^2$

$$\Phi = 0,45 \cdot 0,037 \cdot 0,025 = 4,162 \cdot 10^{-4} \text{ wb}$$

2. Số dây dẫn trong phần ứng roto :

Chọn $E' = 90V$, $n = 5000$ vòng/phút ta được :

$$N_u = \frac{60 \cdot 90V}{5000 \cdot 4,612 \cdot 10^{-4}} = 2595$$

3. Số vòng của mỗi cuộn : với số lam ở cổ góp điện $N_c = 12$ nên có 12 cuộn dây.

$$W_c = \frac{N_r}{2 \cdot N_c} = \frac{2595}{2 \cdot 12} = 108 \text{ vòng}$$

4. Cường độ dòng điện định mức của động cơ :

Biết $P = 1/15 \text{ HP} = 50\text{W}$, hệ số $\cos\varphi = 0,9$, hiệu suất $\eta = 0,65$

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U \cdot \eta \cos\varphi} = \frac{50}{115 \cdot 0,65 \cdot 0,9} = 0,743\text{A}$$

5. Tiết diện dây quấn trên roto :

Động cơ làm việc nghỉ gián đoạn nên có thể chọn mật độ dòng $J = 9\text{A/mm}^2$. Ta có :

$$s_r = \frac{I}{2 \cdot J} = \frac{0,743}{2 \cdot 9} = 0,041\text{mm}^2$$

Tra bảng cỡ dây tìm được $d_r = \varnothing 0,23\text{mm}$

6. Tiết diện dây của phần cảm stato :

$$s_c = \frac{I}{J} = \frac{0,743}{9} = 0,082\text{mm}^2$$

Tra bảng được cỡ dây tìm được $d_c = \varnothing 0,32\text{mm}$.

SỐ LIỆU DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

(UNIVERSALL MOTOR)

* ĐỘNG CƠ MÁY MAY :

1. SEWING MACHINE MOTOR TYPE RNG. MITSUBISHI ELECTRIC. CORP

INPUT : 85W $D_r = 35$, $L = 22$, $Z_R = 12$, $N_c = 24$ lam

VOLTS : 110/115V

AMPS : 0,85A Bước cuộn dây $Y = 5$

RPM : 6000 Số vòng/cuộn $W = 55$ vòng. Cỡ dây : $\varnothing 25/100$

2. SEWING MACHINE MOTOR TYPE RN3B. MITSUBISHI ELECTRIC.
CORP

INPUT : 70W $Z_R = 11, N_c = 22$ lam
VOLTS : 100/110V
AMPS : Bước cuộn dây $Y = 5$
RPM : 6000 Số vòng/cuộn $W = 30$ vòng. Cỡ dây $\varnothing 25/100$
CYCLES : 50/60Hz

3. SERIES MOTOR AC -- DC -- DAYTON. MODEL 2M033 (USA)

HP : 1/15 $D_r = , L = , Z_R = 12, N_c = 12$ lam
VOLTS : 115V Bước cuộn dây $Y = 5$
RPM : 5000 Số vòng/cuộn $W = 98$ vòng. Cỡ dây : $\varnothing 20/100$

* MÁY XAY TRÁI CÂY :

1. Hiệu ONA -- có 2 cấp tốc độ (LOW -- HIGH)

VOLTS : 120V Rotor : $Z_R = 14, N_c = 14, Y = 5$
AMPS : 3,5A Số vòng/cuộn $W = 67$ vòng. Cỡ dây : $\varnothing 35/100$
CYCLES : 50Hz Stator : Cuộn cảm : 130 vòng -- $\varnothing 65/100$
Cuộn tốc độ : 100 vòng -- $\varnothing 40/100$

2. Hiệu NATIONAL -- có 3 cấp tốc độ

VOLTS : 110V Rotor : $Z_R = 12, N_c = 24, Y = 5$
AMPS : Số vòng/cuộn $W = 20$ vòng. Cỡ dây : $\varnothing 35/100$
CYCLES : 50Hz Stator : Cuộn cảm : 135 vòng -- $\varnothing 55/100$
Cuộn tốc độ : 45 vòng + 90 vòng -- $\varnothing 55/100$

3. Hiệu FUTURA 750 -- có 7 cấp tốc độ

INPUT : 750W Rotor : $D_r = 35, L = 26, Z_R = 12, N_c = 12$ lam
VOLTS : 120V Bước cuộn dây $Y=5--W=50$ vòng/cuộn-- $\varnothing 35/100$
AMPS : 6,3A Stator : Cuộn cảm + tốc độ : quấn chập 2 dây
 $\varnothing 25/100 + \varnothing 48/100 - W = 120$ vòng
CYCLES : 60Hz

4. Hiệu MOULIMEX – Made In France

INPUT : 110W Type BT2A. $D_r = 35$, $L = 28$, $Z_R = 12$, $N_c = 12$ lam

VOLTS : 120V Bước cuộn dây Y = 5 – W = 50

AMPS : Số vòng/cuộn W = 98 vòng. Cỡ dây : Ø 20/100
Ø 25/100 + Ø 48/100 - W = 120 vòng

CYCLES : 50 -- 60Hz

UNIVERSAL MOTOR

5. MÁY XAY TRÁI CÂY (7 NÚT) WARING – "Futura 750" BLENDER S-7

VOLTS : 120V – 750W Kích thước : • STATO : $h_g = 5, D_t = 35, L = 26$

AMPS : 6,2A

$$2p = 2, L_{tc} = 37$$

CYCLES : 60Hz AC -- ONLY

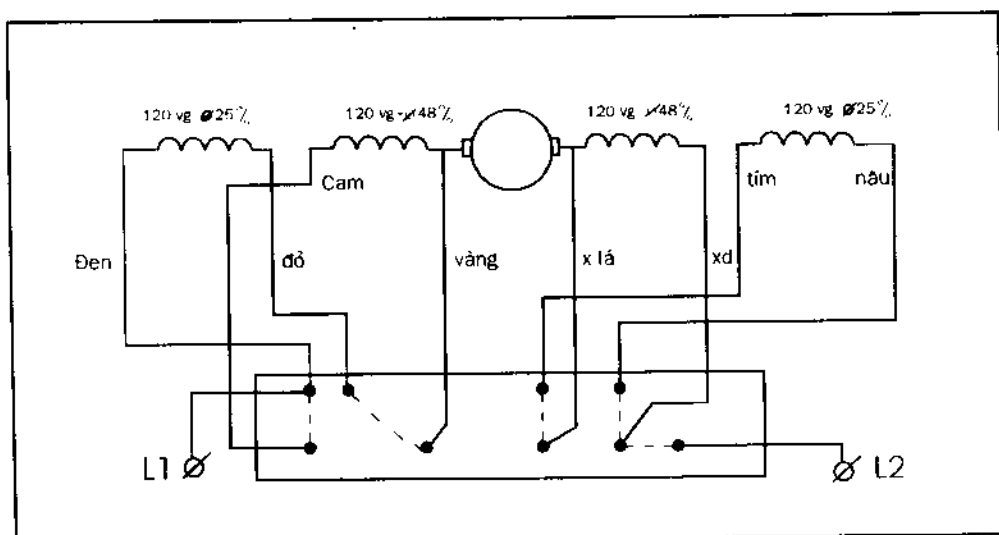
- ROTO : $Z_{\text{R}} = 12$, $Y = 5$

WARING PRODUCT DIVISION

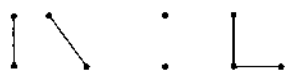
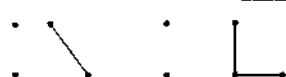
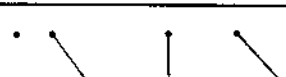
Quần rê (H)

$N_c = 12$ $W_c = 50$ vòng/cuộn $\emptyset = 30\%$

- Quấn chập 2 dây Ø 25/100 + Ø 48/100 (Phần Stator)



H5-10

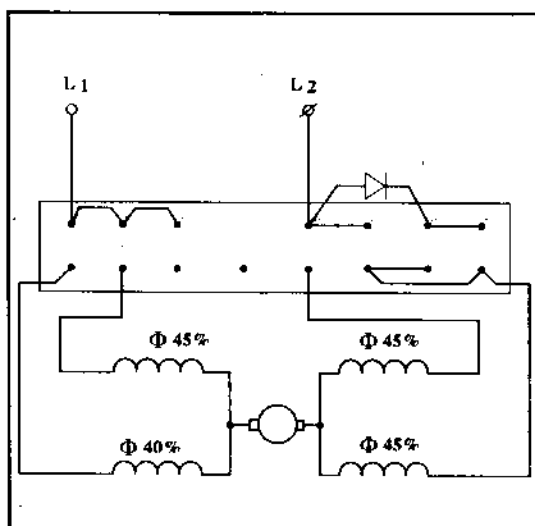
1. 	Mắc song song cuộn to và cuộn bé
2. 	Bỏ cuộn dây bé phải
3. 	Bỏ cuộn dây to phải
4. 	Bỏ cuộn dây to trái + dây bé phải
5. 	Bỏ cuộn dây to trái
6. 	Bỏ cuộn dây to
7. 	Bỏ cuộn dây bé trái + dây to phải

6. PANASONIC : (loại 7 nút)

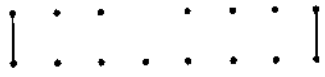
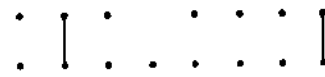
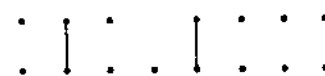
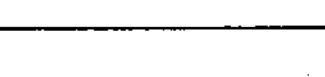
VOLTS : 120V_{AC}

CYCLES : 50/60Hz

AMPS : 3A/2A



H5-11

1. WHIP		2 cuộn dây bé làm việc + qua diốt
2. PUREE		2 cuộn dây bé làm việc + qua diốt
3. GRATE		2 cuộn dây bé làm việc
4. CHOP		
5. MIX		2 cuộn dây to làm việc
6. BLEND		cuộn nhỏ (trái) + cuộn to (phải) làm việc
7. LIQUETY		

* MÁY MÀI CẨM TAY

1. H.D HIGH SPEED POLISHER "BLACK DECKER" (USA)

VOLTS: 110V Rotor : $Z_R = 14$, $D = 45$, $L = 38$, $N_c = 28$ lam

AMPS : 7A Y = 6, W vòng/cuộn = 14 vòng, cỡ dây : $\varnothing 50/100$

RPM : 3000 (AC-DC) Tổng số cuộn : 28 (4 cạnh tác dụng/rãnh)

2. HIỆU "BLACK DECKER" – TYPE 1E (USA)

VOLTS : 115V Rotor : $Z_R = 14$, $D = 45$, $L = 39$, $N_c = 28$ lam

AMPS : 9A Y = 6, W vòng/cuộn = 10 vòng, cỡ dây : $\varnothing 60/100$

RPM : 4250 Tổng số cuộn : 28 (4 cạnh tác dụng/rãnh)

3. SERIE MOTOR – MILLERS FALLS TOOLS (USA)

VOLTS : 115V Rotor : $Z_R = 14$, $D = 46$, $L = 39$, $N_c = 28$ lam

AMPS : 5,5A $Y = 6$, W vòng/cuộn = 21 vòng, cỡ dây : $\varnothing 45/100$

RPM : 4500 (NO LOAD) Tổng số cuộn : 28 (4 cạnh tác dụng/rãnh)

* MÁY KHOAN CẦM TAY :

1. SERIE MOTOR "KLEIN SCHMIDT" S.C.M (USA)

HP : 1/20 Rotor : $Z_R = 12$, $D = 38,5$, $L = 28$, $N_c = 24$ lam

VOLTS : 115V $Y = 5$, W vòng/cuộn = 40 vòng, cỡ dây : $\varnothing 28/100$

AMPS : 1,5A Stator : $W_s = 230$ vòng/cuộn, cỡ dây : $\varnothing 40/100$

CYCLES : 60 – DC

RPM : 3600

2. RAM FURY 3/8" DRILL (JAPAN)

VOLTS : 120V Rotor : $Z_R = 12$, $D = 35$, $L = 19$, $N_c = 12$ lam

AMPS : 3A $Y = 5$, W vòng/cuộn = 60 vòng, cỡ dây : $\varnothing 28/100$

CYCLES : 60 Hz Tổng số cuộn : 12 (2 cạnh tác dụng/rãnh)

Biết tiết diện S_d tính để dàng đường kính dây bằng cách tra theo bảng (8)

BẢNG KHỐI LƯỢNG VÀ QUY CÁCH DÂY ĐỒNG TRÒN
(Ở nhiệt độ 15°C)

Đường kính dây trần (mm ²)	Tiết diện (mm ²)	Khối lượng dây dài 1km (kg)	Điện trở dây dài 1km (Ω)	Đường kính dây (mm ²)	Tiết diện (mm ²)	Khối lượng dây dài 1km (kg)	Điện trở dây dài 1km (Ω)
1	2	3	4	5	6	7	8
0,05	0,00196	0,01746	9100	0,77	0,466	4,14	36,9
0,06	0,00283	0,0252	6310	0,80	0,503	4,47	34,2
0,07	0,00383	0,0342	4630	0,83	0,541	4,81	31,8
0,08	0,00503	0,0447	3550	0,86	0,581	5,16	29,6
0,09	0,00636	0,0566	2810	0,90	0,636	5,66	27,0
0,10	0,00785	0,0698	2270	0,93	0,679	6,04	25,3
0,11	0,00950	0,0845	1813	0,96	0,724	6,43	23,8
0,12	0,01131	0,1005	1524	1,00	0,785	6,78	21,9
0,13	0,01327	0,1180	1296	1,04	0,849	7,55	20,3
0,14	0,01539	0,1368	1118	1,08	0,916	8,14	18,79
0,15	0,01767	0,1571	974	1,12	0,985	8,75	17,47
0,16	0,02010	0,1788	856	1,16	1,057	9,40	16,28
0,17	0,0227	0,202	758	1,20	1,131	1,005	15,22
0,18	0,0255	0,226	674	1,25	1,227	1,091	14,02
0,19	0,0284	0,252	606	1,30	1,327	1,180	12,96
0,20	0,0314	0,279	548	1,35	1,431	1,273	12,01
0,21	0,0346	0,308	497	1,40	1,539	13,69	11,18
0,23	0,0415	0,369	415	1,45	1,651	14,68	10,41
0,25	0,0491	0,436	351	1,50	1,767	15,71	9,74
0,27	0,0573	0,509	300	1,56	1,911	16,99	9,00
0,29	0,0661	0,587	260	1,62	2,06	18,32	8,36
0,31	0,0755	0,671	228	1,68	2,22	19,71	7,75

0.33	0.0855	0.760	201	174	2.38	21.1	7.23
0.35	0.0962	0.855	178,8	181	2,57	22,9	6,70
0.38	0.1134	1,008	151,8	188	2,78	24,7	6,19
0.41	0.1320	1,173	130,3	195	2,99	26,5	5,76
0.44	0.1521	1,352	113,2	202	3,20	28,5	5,38
0.47	0.1735	0,542	99,2	210	3,46	30,8	4,97
0.49	0,1886	1,676	91,3	226	4,01	35,7	4,29
0.51	0,201	1,816	84,1	244	4,68	41,6	3,68
0.53	0,221	1,961	77,8	263	5,43	48,3	3,17
0.55	0,238	2,11	72,3	283	6,29	55,9	2,73
0.57	0,255	2,27	67,5	305	7,31	65,0	2,35
0.59	0,273	2,43	63,0	328	8,45	75,1	2,04
0.62	0,302	2,68	57,0	353	9,79	87,0	1,758
0.64	0,322	2,86	53,4	380	11,34	100,8	1,581
0.67	0,353	3,13	48,7	410	13,20	177,4	1,303
0.69	0,374	3,32	46,0	450	15,90	141,4	1,082
0.72	0,407	3,62	42,3	480	18,10	160,9	0,951
0.74	0,430	3,82	40,0	520	21,20	188,8	0,812

CHƯƠNG 6

CƠ SỞ THIẾT KẾ BỘ DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Chương này trình bày cơ cấu của bộ dây quấn máy điện quay, để lập sơ đồ bộ dây quấn của loại máy điện xoay chiều cho chính xác.

I. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN :

1. TỪ CỰC :

Được hình thành bởi 1 cuộn dây, hay nhóm cuộn dây và được đầu dây sao cho khi có dòng điện đi qua sẽ tạo được các từ cực N, S xen kẽ kế tiếp trong cùng 1 cuộn pha. Số lượng từ cực N, S luôn luôn là số chẵn (H6.1).

Khoảng cách giữa tâm từ cực này đến tâm từ cực kế tiếp gọi là bước từ cực, bằng 180° độ điện. Tuy nhiên, trong thực hành được tính theo đơn vị rãnh và xác định bằng công thức :

$$\tau = \frac{Z_s}{2p} [\text{rãnh}]$$

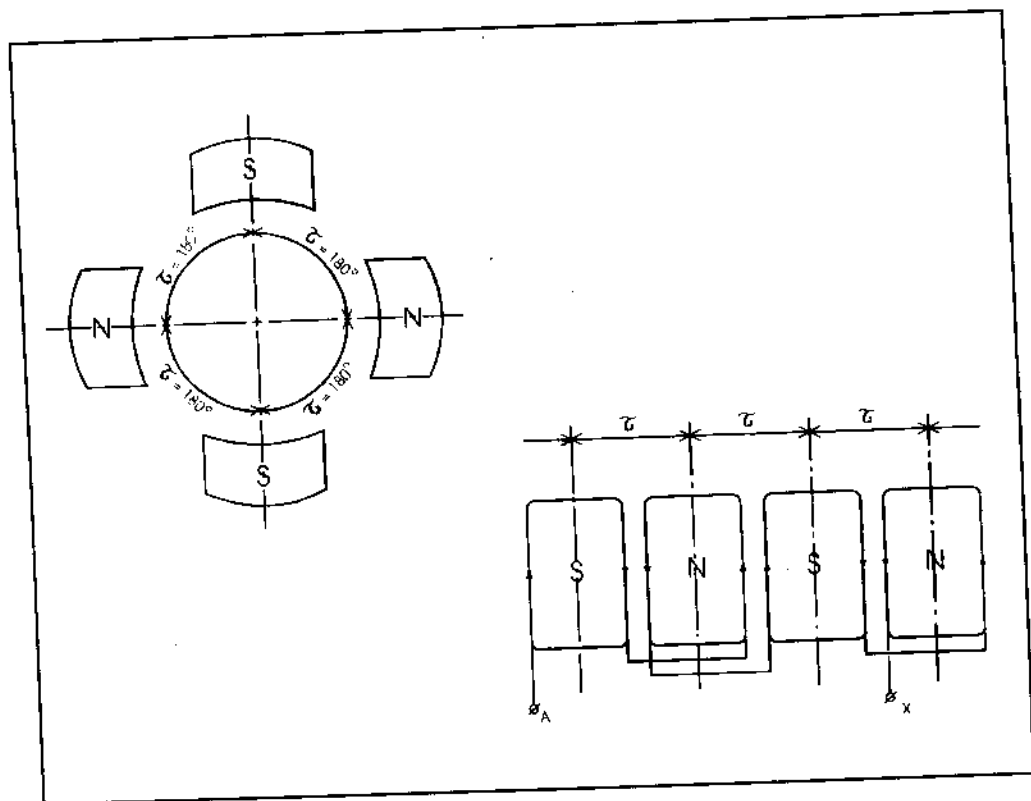
Z_s : tổng số rãnh trên stato

$2p$: số từ cực trong mỗi pha

Ví dụ : động cơ có tốc độ 1500 vòng/phút, có tổng số rãnh trên stato $Z_s = 36$. Vậy bước từ cực bằng :

$$\tau = \frac{36}{4} = 9 \text{ rãnh}$$

Vậy tâm của từ cực N ở rãnh số 1 thì tâm của từ cực S kế tiếp ở rãnh số 10.



Hình 6-1 : TỪ CỰC VÀ CÁCH ĐẤU DÂY TẠO TỪ CỰC XEN KÉ

2. CUỘN DÂY :

Có thể là 1 hoặc nhiều vòng, khi cuộn dây được bố trí trên stato thì đoạn nằm trong rãnh gọi là cạnh dây, còn phần ở ngoài rãnh là đầu cuộn dây.

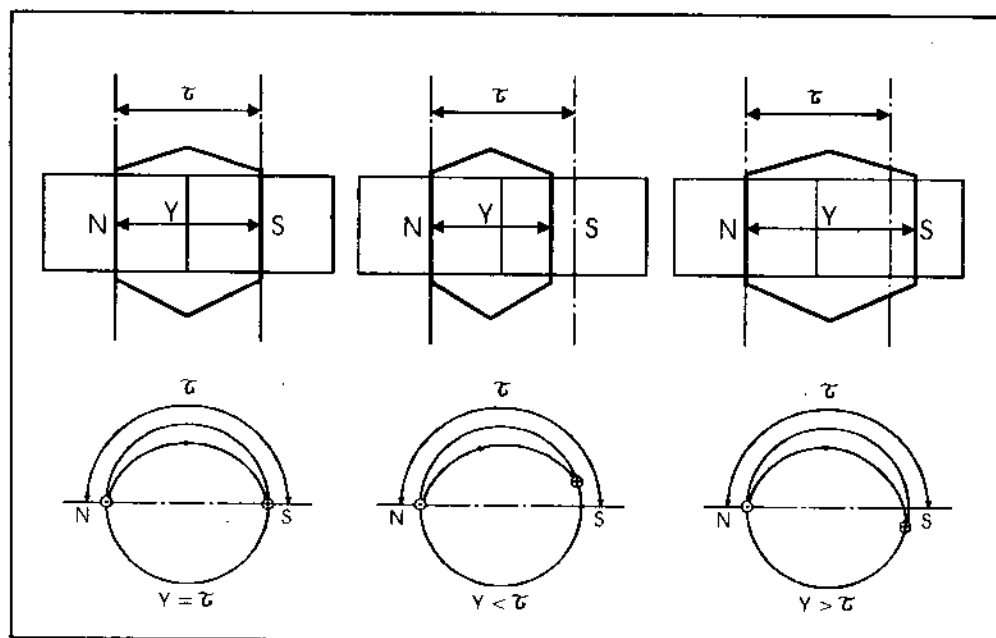
Bước cuộn dây là khoảng cách giữa 2 cạnh dây của cuộn dây đang được bố trí trên stato và được tính theo đơn vị rãnh. Ký hiệu là Y .

So sánh bước cuộn dây với bước từ cực ta có :

– Bước đủ : $Y = \tau$ (H6-2a)

– Bước ngắn : $Y < \tau$ (H6-2b)

– Bước dài : $Y > \tau$ (H6-2c)



Hình 6-2 : DÂY QUẤN BƯỚC ĐỦ, BƯỚC NGẮN, BƯỚC DÀI

3. NHÓM CUỘN DÂY :

Quấn dây trong máy điện xoay chiều nhìn chung có thể thực hiện với hai loại nhóm cuộn dây :

- Nhóm cuộn dây đồng tâm
- Nhóm cuộn dây đồng khuôn

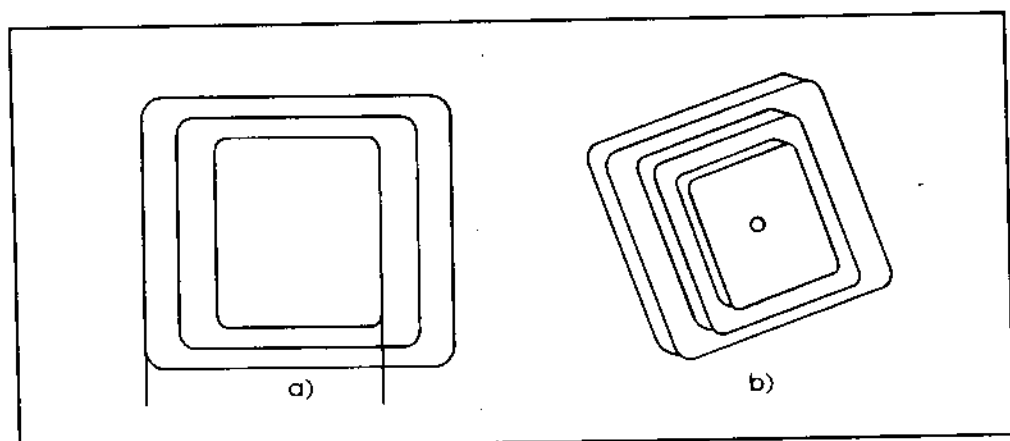
a. Nhóm cuộn dây đồng tâm :

Nhóm cuộn dây đồng tâm được hình thành bởi nhiều cuộn dây có bước cuộn dây khác nhau và được mắc nối tiếp với nhau theo cùng 1 chiều quấn. Các cạnh dây của mỗi cuộn chiếm các rãnh kế cận nhau để tạo thành từ cực.

Để tạo hình nhóm cuộn dây đồng tâm, người ta quấn liên tiếp dây dẫn theo cùng 1 chiều quấn lên trên 1 bộ khuôn có kích thước khác nhau và đặt đồng tâm trên cùng 1 trục quấn.

Ưu điểm của cách quấn dây này là dễ lắp đặt cuộn dây vào stato. Tuy nhiên, có khuyết điểm là các đầu cuộn dây chiếm chỗ nhiều hơn so với cách quấn khác.

Dạng nhóm cuộn dây đồng tâm thường phổ biến trong dây quấn của động cơ 1 pha và động cơ 3 pha có công suất nhỏ (H6-3)



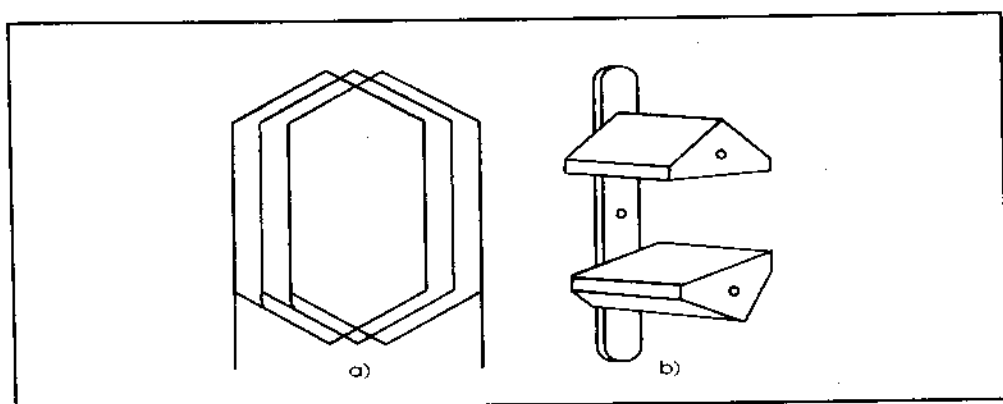
Hình 6-3 : a) NHÓM CUỘN DÂY ĐỒNG TÂM

b) KHUÔN ĐỊNH HÌNH CỦA NHÓM CUỘN DÂY ĐỒNG TÂM

b) Nhóm cuộn dây đồng khuôn :

Nhóm cuộn dây này có bước của các cuộn dây đều bằng nhau nên chúng có đồng 1 khuôn định hình. Các cuộn dây trong nhóm này cũng được nối tiếp với nhau cùng chiều và được bố trí trên stato ở các rãnh kế cận để tạo thành từ cực. Thông thường bước cuộn dây trong nhóm cuộn dây đồng khuôn đều là bước ngắn nên có ưu điểm ít tổn dây, thu gọn các đầu cuộn dây.

Tuy nhiên, để đạt yêu cầu thu gọn các đầu cuộn dây ít choán chỗ, thì việc lắp bộ dây quấn dạng này phải khó khăn hơn, tốn thời gian nhiều hơn so với dạng nhóm cuộn đồng tâm (H6-4).



Hình 6-4 : a) NHÓM CUỘN DÂY ĐỒNG KHUÔN

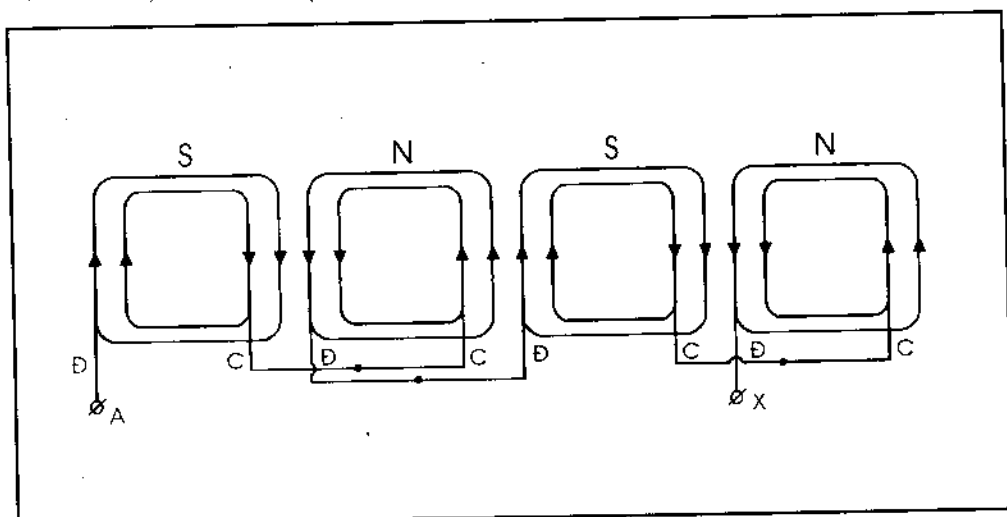
b) KHUÔN ĐỊNH HÌNH CỦA NHÓM CUỘN DÂY ĐỒNG KHUÔN

4. CÁCH ĐẦU DÂY GIỮA CÁC NHÓM CUỘN :

Khi thiết lập sơ đồ bộ dây quấn trên động cơ ba pha, các nhóm dây có thể đầu dây để tạo các từ cực thật hoặc các từ cực giả tùy theo sự bố trí các nhóm cuộn trong cùng 1 pha.

a. Đầu dây các nhóm cuộn tạo các từ cực thật :

Trong cách đầu này, các nhóm cuộn trong cùng 1 pha được bố trí sát nhau và được nối dây giữa các nhóm sao cho dòng điện qua các nhóm tạo thành các từ cực N, S xen kẽ nhau. Đặc điểm cách đầu này có số nhóm cuộn trong 1 pha bằng số từ cực. Khi đầu dây, có thể áp dụng quy tắc "cuối-cuối, đầu-đầu" (H6-5).

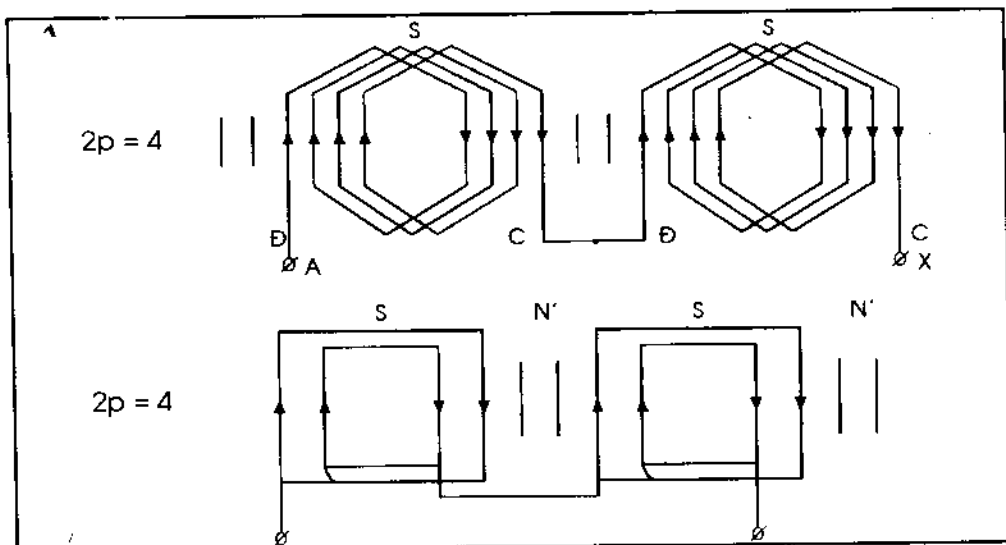


Hình 6-5 : ĐẦU DÂY TẠO TỪ CỰC THẬT

b) Đầu dây các nhóm cuộn tạo các từ cực giả :

Khi muốn đầu dây tạo các từ cực cùng dấu hay còn gọi là cách đầu dây tạo từ cực giả thì buộc phải bố trí các nhóm cuộn trong cùng 1 pha phải cách xa nhau ít nhất chưa 1 rãnh trống. Khi đầu dây áp dụng qui tắc "đầu - cuối, đầu - cuối" bằng cách nối cuối nhóm này với đầu nhóm kế tiếp, như thế mới tạo các từ cực cùng dấu.

Đặc điểm của cách đầu này, có số nhóm cuộn trong 1 pha bằng $1/2$ số từ cực (H6-6), cách đầu dây này chỉ áp dụng khi $2p > 2$.

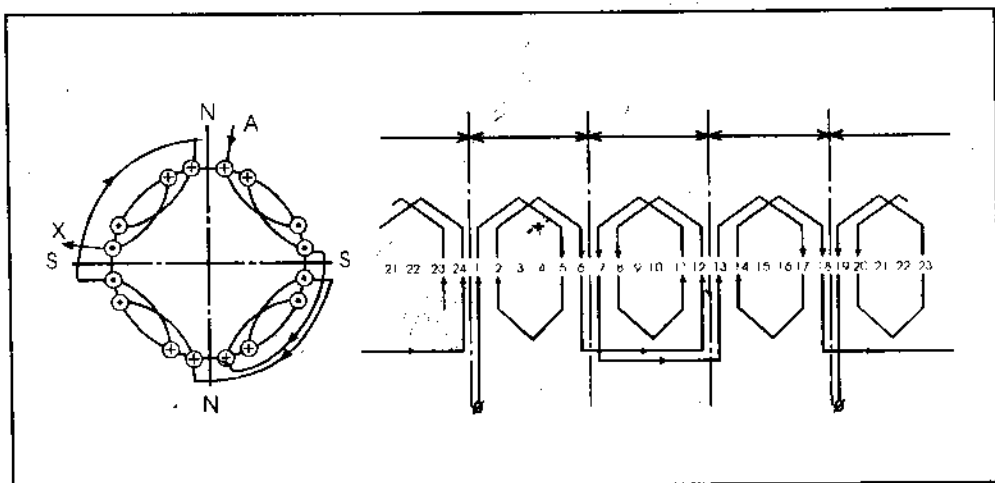


Hình 6-6 : ĐẤU DÂY TẠO TỪ CỰC GIẢ

Nhận xét : Cơ sở lý thuyết cho biết rằng chỉ có thành phần đoạn dây dẫn nằm trong rãnh stato là thành phần tác dụng tạo moment quay mà thôi.

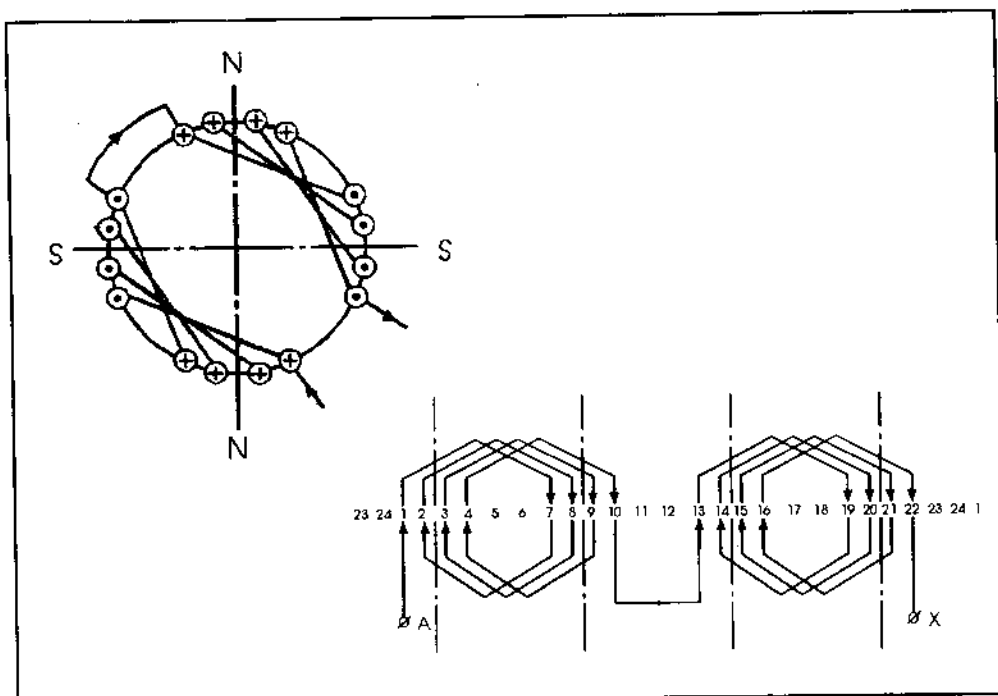
Từ cơ sở đó ta có khái niệm mới về từ cực : "Nếu 1 hoặc nhiều rãnh có chứa những dây dẫn mà có cùng 1 chiều dòng điện thì chúng hình thành 1 từ cực". Do đó có thể nối tiếp các cạnh dây lại theo 1 trật tự nào đó, sao cho thỏa điều kiện khi có dòng điện đi qua chúng có cùng 1 chiều.

Nói như thế nghĩa là 1 cuộn dây có thể hình thành 1 cặp từ cực.



Hình 6-7 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ 3 PHA, DẠNG DÂY QUẤN

ĐỒNG KHUÔN 2 LỚP, $Y = 4$. CÓ $Z = 24$, $2p = 4$, $k_{dq} = 0,836$



Hình 6-8 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ 3 PHA, DẠNG DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN 2 LỚP, $Y = 6$, ĐẦU CỰC GIẢ CÓ $Z = 24$, $2p = 4$, $k_{dq} = 0,836$

$+$: chỉ chiều dòng điện đi vào cạnh dây

$-$: chỉ chiều dòng điện đi ra cạnh dây

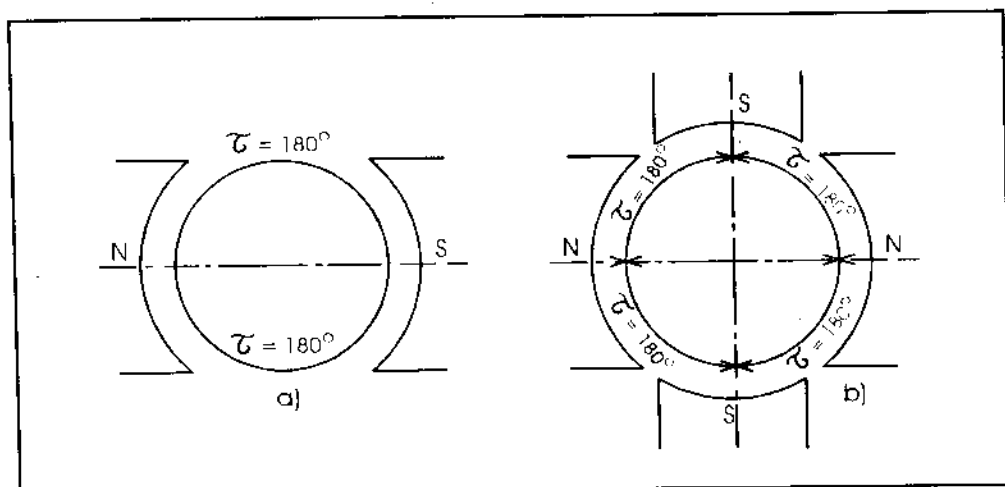
5. GÓC ĐIỆN :

Góc điện là đại lượng tính theo thời gian, có đơn vị là độ điện, khác với độ hình học.

Ví dụ : -- Động cơ có từ cực có bước từ cực $\tau = 180^\circ$ độ điện hay $\tau = 180^\circ$ độ hình học.

– Nếu động cơ có 4 từ cực thì bước từ cực $\tau = 180^\circ$ độ điện chỉ tương ứng với 90° độ hình học.

– Tương tự, nếu động cơ càng có nhiều từ cực thì bước từ cực tính theo độ hình học càng ít đi. (H6-9)



Hình 6-9 : TƯƠNG QUAN GIỮA GÓC ĐIỆN VÀ GÓC HÌNH HỌC KHI SỐ CỰC TỪ KHÁC NHAU

Trong thực hành, để bố trí các cuộn trên stato ở vị trí chính xác tương ứng với góc lệch pha tính theo độ điện, có thể dùng công thức quy đổi để xác định khoảng cách lệch pha tính theo số rãnh như sau :

$$\alpha = \frac{\theta^{\circ} (\text{độ điện}) \cdot Z_s}{360^{\circ} \cdot p} [\text{rãnh}]$$

θ° = góc lệch pha tính theo độ điện

α = khoảng cách lệch pha tính theo số rãnh

Z_s = tổng số rãnh trên stato

p = số cặp từ cực

Ví dụ : Một động cơ 3 pha, có 4 từ cực, 36 rãnh. Độ lệch pha giữa các pha là $\theta^{\circ} = 120^{\circ}$. Xác định bước từ cực, khoảng cách giữa các pha.

GIẢI

Bước từ cực :

$$\tau = \frac{180^{\circ} \cdot Z_s}{360^{\circ} \cdot p} = \frac{Z_s}{2p} = \frac{36}{4} = 9 \text{ rãnh}$$

Độ lệch pha tính theo đơn vị rãnh :

$$\alpha = \frac{120^{\circ} \cdot Z_s}{360^{\circ} \cdot p} = \frac{Z_s}{3p} = \frac{36}{12} = 3 \text{ rãnh}$$

Vậy đầu vào của pha B cách đầu vào pha A một khoảng 6 rãnh, kể từ rãnh 1 đến 7.

II. PHÂN LOẠI DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ :

Có nhiều cơ sở phân loại dạng dây quấn như dựa trên công nghệ thiết kế cuộn dây, dạng nhóm cuộn dây, số cạnh tác dụng trong mỗi rãnh hoặc cách đấu dây giữa các nhóm cuộn...

Gọi là dây quấn 1 lớp hoặc 2 lớp khi mỗi rãnh trên stator đều chứa 1 cạnh dây hoặc mỗi rãnh đều cùng chứa 2 cạnh dây như nhau. Trong cách phân loại tổng quát này, không tùy thuộc dạng nhóm cuộn đồng tâm hay đồng khuôn.

Thông thường phân loại theo nhóm cuộn dây phổ biến hơn vì trực quan, dễ nhận dạng. Có thể phân loại tổng quát như sau :

Đối với dạng dây quấn của động cơ 3 pha :

1) Dây quấn đồng tâm :

- Dây quấn đồng tâm 3 mặt phẳng (H6-10)
- Dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng (H6-11)
- Dây quấn đồng tâm xếp lớp (H6-12)

2) Dây quấn đồng khuôn :

- Dây quấn đồng khuôn 1 lớp (H6-13)
- Dây quấn đồng khuôn 2 lớp (H6-14)
- Dây quấn đồng khuôn móc xích (H6-15)

Đối với dạng dây quấn của động cơ 1 pha :

- Dây quấn sin đồng tâm (chiếm 90%)
- Dây quấn đồng khuôn 2 lớp

Mỗi dạng dây quấn của động cơ 3 pha và động cơ 1 pha đều có đặc điểm riêng và có ưu khuyết của nó. Vì vậy khi vẽ trình bày 1 dạng dây quấn nào cũng phải thể hiện các đặc trưng của dạng dây quấn đó.

1) Dây quấn đồng tâm 3 mặt phẳng (H6-10) :

Đây là dạng dây quấn được hình thành bởi các nhóm cuộn đồng tâm, dạng dây quấn 1 lớp luôn luôn đấu cực thật, nên có số nhóm cuộn bằng số từ cực của động cơ. Khi trình bày dạng dây quấn này, phải vẽ thể hiện các đầu cuộn dây của mỗi pha, nằm trên 3 lớp phân cách khác nhau.

- *Ưu điểm :*

- Việc lắp đặt bộ dây quấn trên stator, vô hấn liên tục cả pha, tránh được các mối nối giữa các nhóm cuộn trong cùng 1 pha.

- Thời gian gia công lắp đặt nhanh.

- Bớt khối lượng dây đồng so với dạng dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng.

- *Khuyết điểm :*

- Các đầu cuộn dây vì nằm ở 3 lớp phân cách nên choán chỗ nhiều.

- Việc lót giấy cách điện giữa các pha cần phải cẩn thận.

- Phải mất thời gian gia công thực hiện bộ khuôn đồng tâm.

- Còn tồn tại sóng bậc 3 ảnh hưởng đến tính năng của động cơ.

2) Dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng : (H6-11)

Được hình thành bởi các nhóm cuộn dây đồng tâm, dạng dây quấn 1 lớp và luôn luôn đấu cực giả, nên có số nhóm cuộn chỉ bằng 1/2 số từ cực của động cơ. Chỉ áp dụng khi động cơ có $2p \geq 4$.

Khi trình bày dạng dây quấn này nên vẽ các đầu cuộn dây của các pha nằm trên 2 lớp phân cách. Vì vậy vẽ các nhóm cuộn của mỗi pha có kích thước khác nhau (thực tế thì các nhóm cuộn của các pha đều có kích thước bằng nhau).

- *Ưu điểm :*

- Việc lắp đặt bộ dây quấn trên stator dễ dàng, khi lắp đặt từng nhóm cuộn được lắp kế tiếp, xong hoàn tất 3 pha mới đấu nối dây lại.

- Thời gian gia công lắp đặt nhanh, ít tổn giấy lót cách pha giữa các nhóm cuộn.

– Các đầu cuộn dây vì được bố trí trên 2 lớp phân cách nên thu gọn, bớt choán chỗ hơn.

• *Khuyết điểm :*

– Các dạng nhóm cuộn đồng tâm thường tốn khối lượng dây đồng nhiều hơn so với dạng nhóm cuộn đồng khuôn.

– Việc thực hiện bộ khuôn đồng tâm mất nhiều thời gian so với bộ khuôn đồng khuôn.

– Nói chung dạng dây quấn đồng tâm 2 & 3 mặt phẳng đều có đầu cuộn dây choán chỗ nhiều so với dạng dây quấn đồng khuôn.

– Còn tồn tại sóng bậc 3, nên ảnh hưởng 1 phần nào đến tính năng vận hành của động cơ.

3) Dây quấn đồng tâm xếp lớp : (H6--12)

Được hình thành bởi các nhóm cuộn đồng tâm dạng dây quấn 1 lớp hoặc 2 lớp. Nhưng các nhóm cuộn dây này được lắp đặt gối chồng lên như lợp ngói, như xếp lớp. Vì vậy khi vẽ sơ đồ dạng dây quấn này phải thể hiện sự xếp lớp, các nhóm cuộn được vẽ có kích thước bằng nhau và đầu nhóm cuộn dạng hình tam giác.

• *Ưu điểm :*

– Các đầu cuộn dây do xếp lớp nên được thu gọn lại.

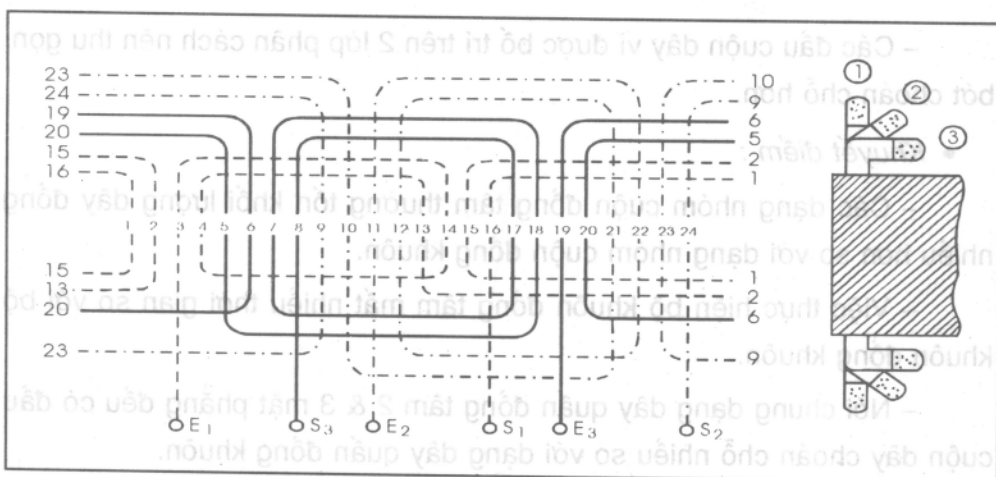
– Đối với dây quấn đồng tâm 2 lớp, đầu các cuộn dây được thu ngắn nên tiết kiệm được 1 ít khối lượng dây.

• *Khuyết điểm :*

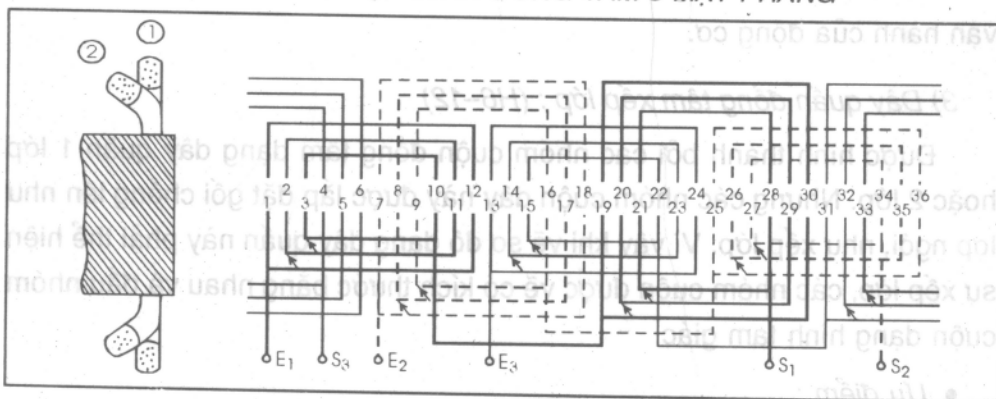
– Đối với dây quấn đồng tâm 1 lớp khó lắp đặt dây hơn so với dạng dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng. Thời gian gia công lâu.

– Việc đấu nối dây của dạng dây quấn đồng tâm 2 lớp có thể dễ bị nhầm lẫn.

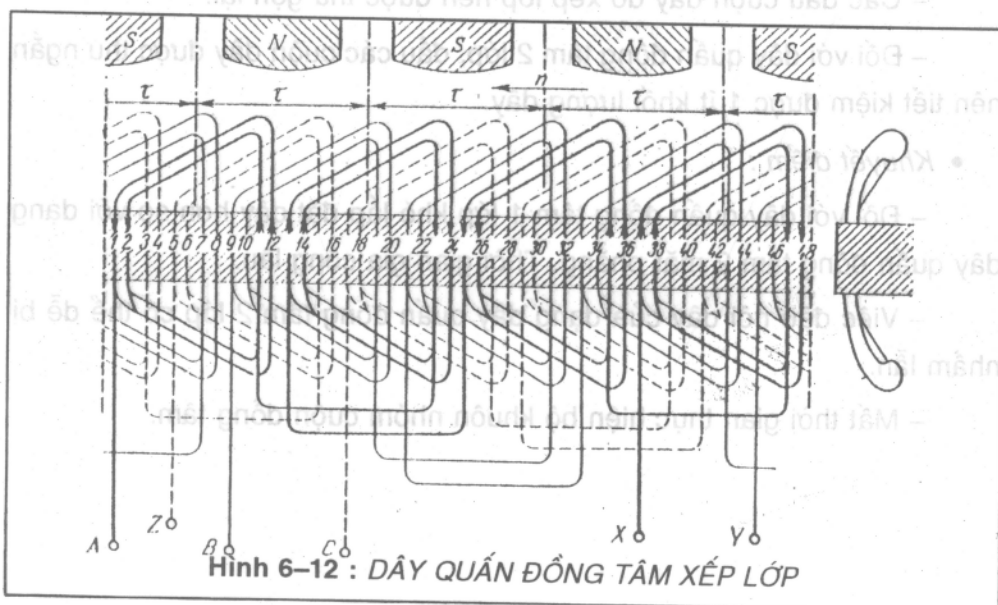
– Mất thời gian thực hiện bộ khuôn nhóm cuộn đồng tâm.



Hình 6-10 : DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM 3 MẶT PHẶNG



Hình 6-11 : DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM 2 MẶT PHẶNG



Hình 6-12 : DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM XẾP LỚP

4) Dây quấn đồng khuôn 1 lớp : (H6-13)

Dạng dây quấn này được hình thành bởi các nhóm cuộn đồng khuôn, lắp đặt chồng xếp lên nhau, có thể thực hiện đấu dây cực thật hay cực giả. Khi vẽ dạng dây quấn này phải vẽ thể hiện sự xếp lớp, có đầu cuộn dây dạng hình tam giác.

- **Ưu điểm :**

- Các đầu cuộn dây do xếp lớp nên được thu gọn.
- Tiết kiệm được khối lượng dây đồng do bước cuộn dây thường bước ngắn.
- Với bước ngắn nên triệt được sóng bậc 3, nâng cao tính năng vận hành của động cơ.
- Việc thực hiện bộ khuôn nhóm cuộn đồng khuôn đỡ tốn thời gian.

- **Khuyết điểm :**

- Thời gian gia công lâu.
- Việc đấu dây có thể dễ bị nhầm lẫn.
- Hao tổn nhiều vật liệu cách điện giữa các pha.

5) Dây quấn đồng khuôn 2 lớp : (H6-14)

Cũng như dạng dây quấn đồng khuôn 1 lớp, nhưng có mỗi rãnh chứa 2 cạnh dây và các nhóm cuộn dây được xếp chồng gối lên nhau, có thể thực hiện đấu dây cực thật hay cực giả.

- **Ưu điểm :**

- Các đầu cuộn dây do chỉ có số vòng bằng $1/2$ số vòng so với dạng dây quấn đồng khuôn 1 lớp nên được thu gọn hơn.
- Thường được thực hiện bước ngắn nên tiết kiệm được khối lượng dây đồng so với các dạng dây quấn khác và dễ làm khuôn cuộn dây.
- Triệt được sóng bậc 3 nên nâng cao tính năng vận hành của động cơ.

- **Khuyết điểm :**

- Thời gian gia công lâu.

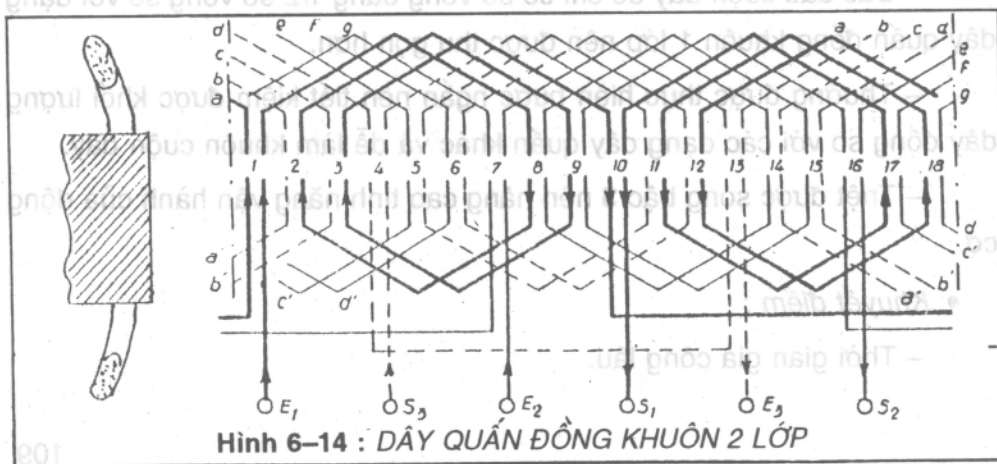
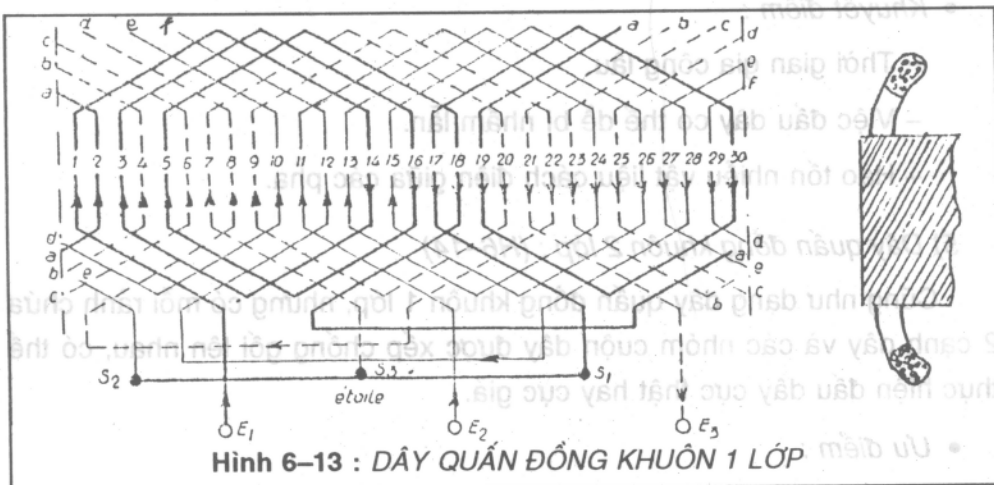
– Việc đấu dây dễ bị nhầm lẫn nên phải lắp đặt các nhóm cuộn theo trật tự, để dễ xác định các đầu dây ra.

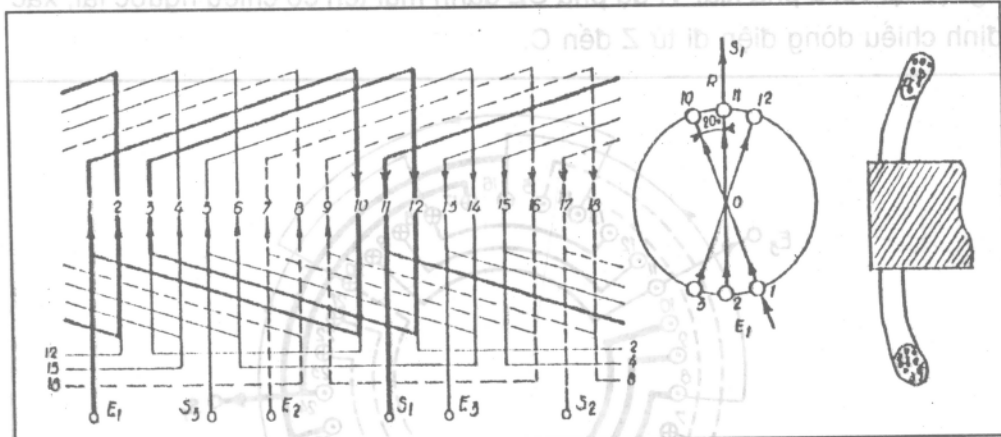
– Hao tổn nhiều vật liệu cách điện giữa các pha

6) Dây quấn đồng khuôn móc xích : (H6-15)

Dạng dây quấn này cũng giống như dạng dây quấn đồng khuôn, chỉ khác về hình dạng cuộn dây có dạng hình thang nhằm mục đích cho việc lắp đặt dây dễ dàng và khi vô dây thường vô một số rãnh, rồi bỏ trống 1 số rãnh, lại vô tiếp, cứ cách khoảng như thế. Các rãnh bỏ trống dành cho các nhóm cuộn vô sau, nên hình thành giống dạng dây xích. Dạng dây quấn này cũng có thể thực hiện dây quấn 1 lớp hoặc 2 lớp.

Ưu và khuyết của dạng dây này cũng như dạng dây quấn đồng khuôn 1 lớp hoặc 2 lớp. Nhưng thường thực hiện bước dài nên hao tổn khối lượng dây nhiều hơn và việc đấu dây dễ bị nhầm lẫn.





Hình 6-15 : DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN MÓC XÍCH

III. CÁCH VẼ LẠI SƠ ĐỒ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 3 PHA VÀ 1 PHA

1. QUI ƯỚC TRÊN SƠ ĐỒ BỘ DÂY QUẤN :

a. Sơ đồ dây quấn trên phần stator của động cơ được trình bày dưới dạng sơ đồ trải hoặc sơ đồ tròn.

Trên sơ đồ trải, các cạnh tác dụng được trình bày bằng các đường thẳng đứng song song và chúng được nối liền với nhau theo một trật tự nhất định hình thành các nhóm cuộn tùy theo dạng cuộn dây, bước cuộn dây, kiểu dây quấn.

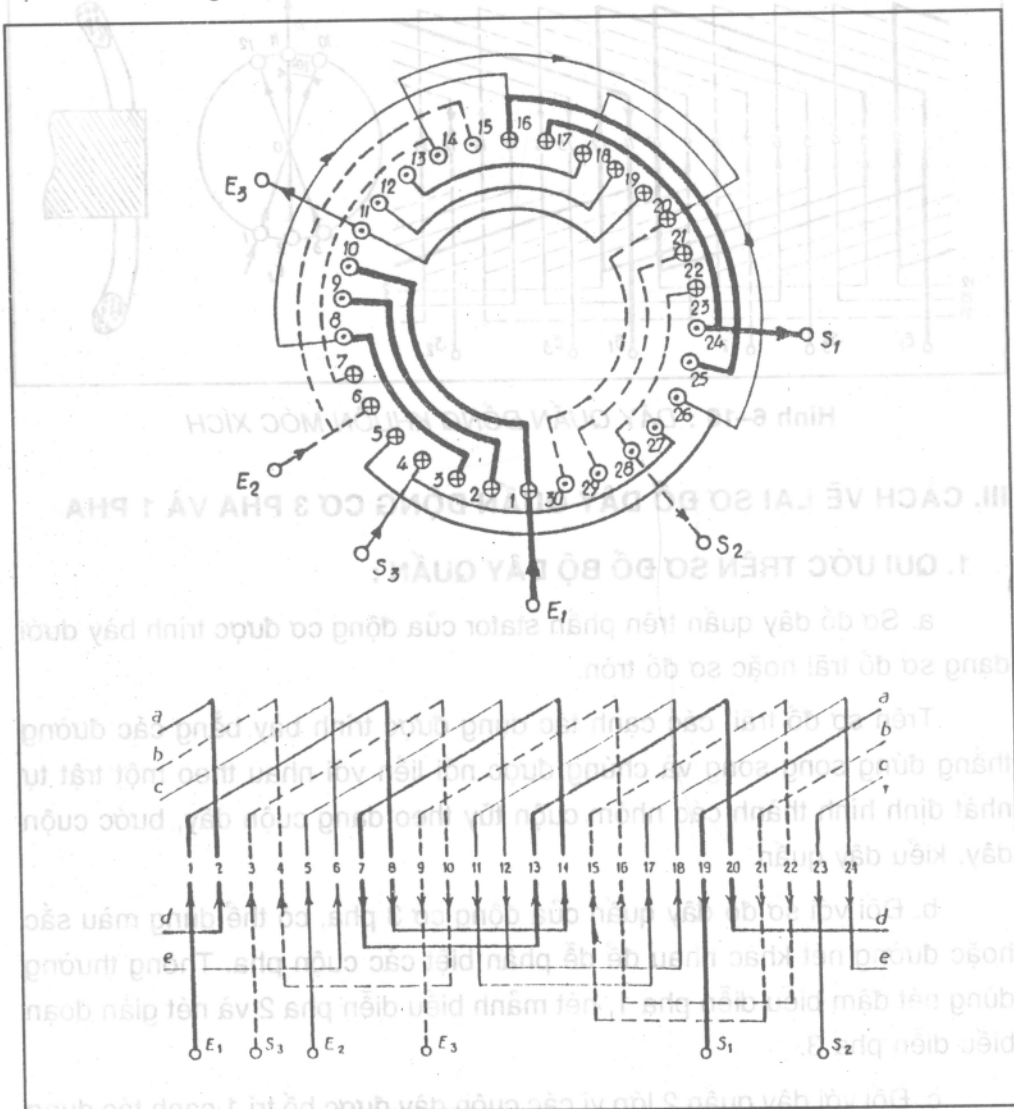
b. Đối với sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha, có thể dùng màu sắc hoặc đường nét khác nhau để dễ phân biệt các cuộn pha. Thông thường dùng nét đậm biểu diễn pha 1, nét mảnh biểu diễn pha 2 và nét gián đoạn biểu diễn pha 3.

c. Đối với dây quấn 2 lớp vì các cuộn dây được bố trí 1 cạnh tác dụng nằm ở phía trên, còn cạnh thứ 2 nằm ở đáy rãnh. Để diễn đạt trên sơ đồ, người ta ký hiệu bằng nét gián đoạn cho cạnh tác dụng khuất ở đáy rãnh. Còn các cạnh thấy được bố trí ở trên thì biểu diễn bằng nét liên tục.

d. Các đầu ra của các pha được ký hiệu AX, BY, CZ hoặc A_1A_2 , B_1B_2 , C_1C_2 hoặc đánh số thứ tự 1, 2, 3, 4...

e. Trên sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha, phải đánh mũi tên xác định chiều dòng điện trên các cạnh tác dụng, luôn luôn có 1 pha có chiều

ngược lại với 2 pha kia. Ví dụ pha CZ đánh mũi tên có chiều ngược lại, xác định chiều dòng điện đi từ Z đến C.



Hình 6-16 : SƠ ĐỒ TRÒN (a) VÀ SƠ ĐỒ TRÃI (b) CỦA DÂY QUẤN STATO ĐCKĐB 3 PHA

2. CÁCH TÍNH ĐỂ VẼ LẠI SƠ ĐỒ BỘ DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ 1 PHA :

+ Khi muốn vẽ lại sơ đồ bộ dây quấn của động cơ 1 pha, cần lấy các số liệu cụ thể trên động cơ sau :

- Dạng dây quấn (đồng tâm hay đồng khuôn)
- Tổng số rãnh của stato (Z_s)
- Số từ cực của động cơ ($2p$)
- Số nhóm cuộn cho mỗi pha (pha chạy và pha đề)
- Bước các cuộn dây trong nhóm cuộn pha chạy.
- Bước các cuộn dây trong nhóm cuộn pha đề.

LƯU Ý :

Trên stato của động cơ 1 pha, pha chạy có cỡ dây lớn được vô dây trước, còn pha đề có cỡ dây bé hơn thường được vô dây sau.

Và thông thường :

Số từ cực của động cơ = Số nhóm cuộn của pha chạy = Số nhóm cuộn của pha đề.

+ Dựa vào số liệu cụ thể nói trên, ta tính các số liệu cơ bản sau :

[1]. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{Z_s}{2p} [\text{rãnh}]$$

[2]. Tính phân bố đều các nhóm cuộn của pha chạy trên stato bằng công thức sau :

$$X = Y_{nh} - \tau + 1$$

X : Số rãnh chung của 2 nhóm cuộn (N) và (S) kế cận chổng cạnh dây chung 1 rãnh.

Y_{nh} : Bước nhóm cuộn, tính từ cạnh đầu nhóm đến cạnh cuối nhóm. Đối với nhóm cuộn đồng tâm $Y_{nh} = Y_1$ (lớn nhất).

[3]. Qui đổi độ lệch pha $\alpha = 90^\circ$ độ điện giữa pha chạy và pha đề bằng khoảng cách tính theo số rãnh.

$$\alpha = \frac{Z_s}{4p}$$

+ Khi vẽ sơ đồ bộ dây quấn của động cơ 1 pha, ta có thể trình bày bằng sơ đồ tròn hoặc sơ đồ trái. Và tiến hành theo các bước sau :

– Kẻ các đường thẳng song song và đánh số thứ tự rãnh tương ứng với tổng số rãnh trên stato.

– Căn cứ vào dạng nhóm cuộn, số cuộn trong nhóm cuộn, bước từng cuộn dây. Bắt đầu từ rãnh số 1 vẽ hình thành dạng 1 nhóm cuộn.

– Tùy theo số rãnh chung giữa 2 nhóm cuộn kế tiếp (X), chọn rãnh khởi đầu vẽ tiếp nhóm cuộn thứ 2.

– Tương tự như bước 3, vẽ các nhóm cuộn còn lại của pha chạy.

– Vẽ các đường nối dây giữa các nhóm cuộn, sao cho khi có dòng điện đi qua sẽ tạo các từ cực N, S xen kẽ. Đánh chiều mũi tên trên các cạnh dây theo chiều dòng điện và ký hiệu các đầu ra của pha chạy là A_1 – A_2 hoặc (1), (2), (3), (4).

– Căn cứ vào khoảng cách bố trí lệch pha $\alpha = 90^\circ$ theo đơn vị rãnh, chọn rãnh khởi đầu để vẽ tiếp pha để và cũng tương tự như cách vẽ pha chạy. Ký hiệu đầu ra của pha để là B_1 , B_2 hoặc (5), (6).

- Có thể vẽ thực hành là bố trí nhóm cuộn pha để sao cho nằm choàng giữa 2 nhóm cuộn kế tiếp của pha chạy, cân xứng đều.

Ví dụ 1 : Vẽ lại sơ đồ bộ dây quấn của động cơ 1 pha máy mài 110/220V, khởi động với tụ hóa có dạng dây quấn SIN đồng tâm, tổng số rãnh $Z = 24$, số từ cực $2p = 2$. Cuộn chạy có 2 nhóm cuộn, gồm 5 cuộn mỗi nhóm cuộn với các bước cuộn dây lần lượt $Y_1 = 12$, $Y_2 = 10$, $Y_3 = 8$, $Y_4 = 6$ và $Y_5 = 4$. Cuộn để chỉ có 2 cuộn dây mỗi nhóm cuộn với các bước cuộn dây $Y_1 = 12$, $Y_2 = 10$.

+ Tính số liệu vẽ :

GIẢI

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{2} = 12 \text{ rãnh}$$

2. Phân bố các nhóm cuộn pha chạy đều trên stato :

Với $Y_{nh} = Y_1 = 12$, vậy số rãnh chung X của 2 nhóm cuộn cài chống chung rãnh là :

$$X = Y_{nh} - \tau + 1$$

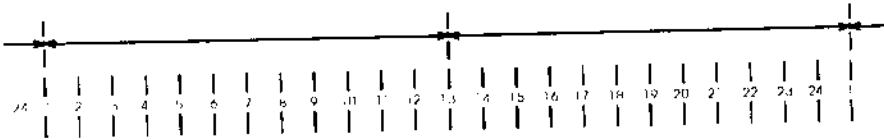
$$= 12 - 12 + 1 = 1 \text{ rãnh}$$

3. Qui đổi độ lệch pha $\alpha = 90^\circ$ độ điện ra đơn vị rãnh :

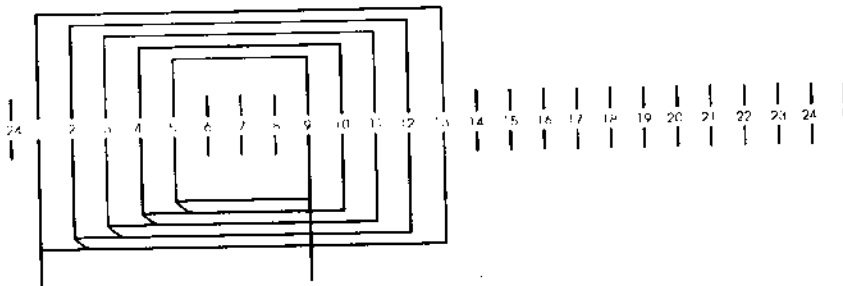
$$\alpha = \frac{Z}{4p} = \frac{24}{4 \times 1} = 6 \text{ rãnh}$$

+ Tiến hành vẽ sơ đồ bộ dây quấn động cơ 1 pha :

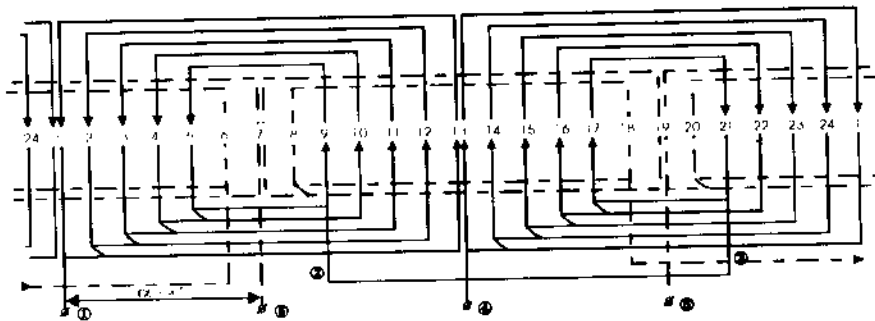
• BƯỚC 1

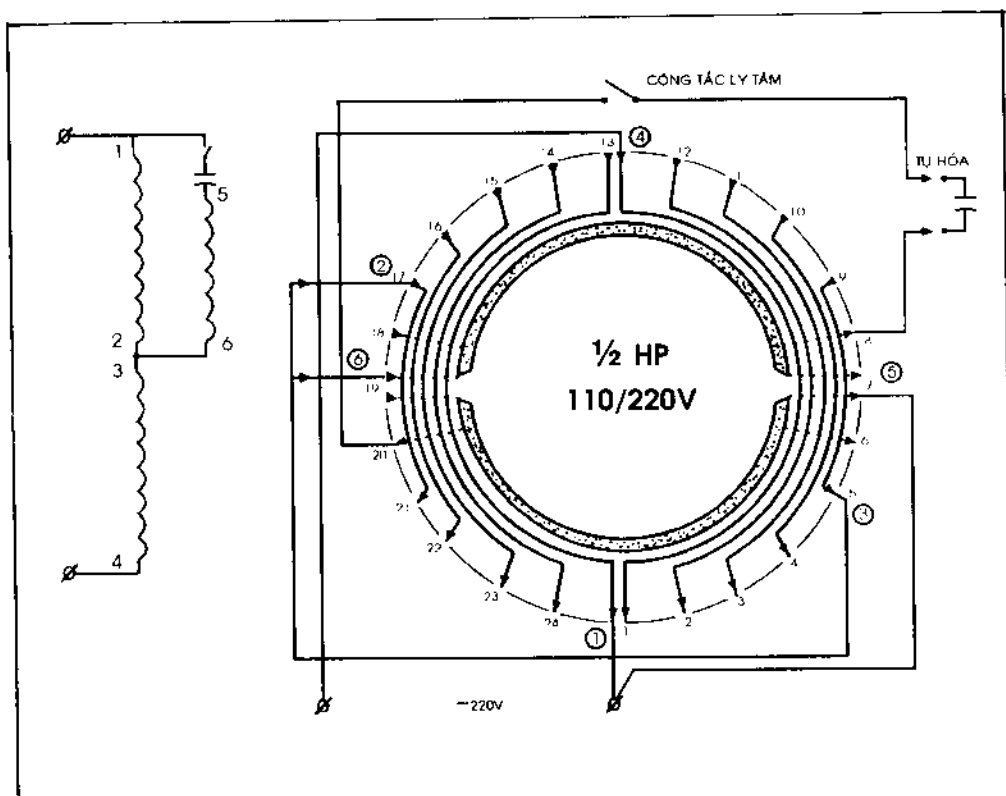


• BƯỚC 2



• BƯỚC 3, 4, 5 VÀ 6





Hình 6-17 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 1 PHA CÓ $Z_s = 24$, $2p = 2$. SỬ DỤNG Ở 2 CẤP ĐIỆN ÁP.

Ví dụ 2 : Vẽ lại sơ đồ dây quấn của động cơ 1 pha, có tổng số rãnh $Z = 32$, số từ cực $2p = 4$. Dây quấn đồng tâm dạng SIN, cuộn chạy có 3 cuộn/nhóm, bước $Y_1 = 7$, $Y_2 = 5$, $Y_3 = 3$ và cuộn đề có 3 cuộn/nhóm, bước $Y_1 = 7$, $Y_2 = 5$, $Y_3 = 3$.

GIẢI

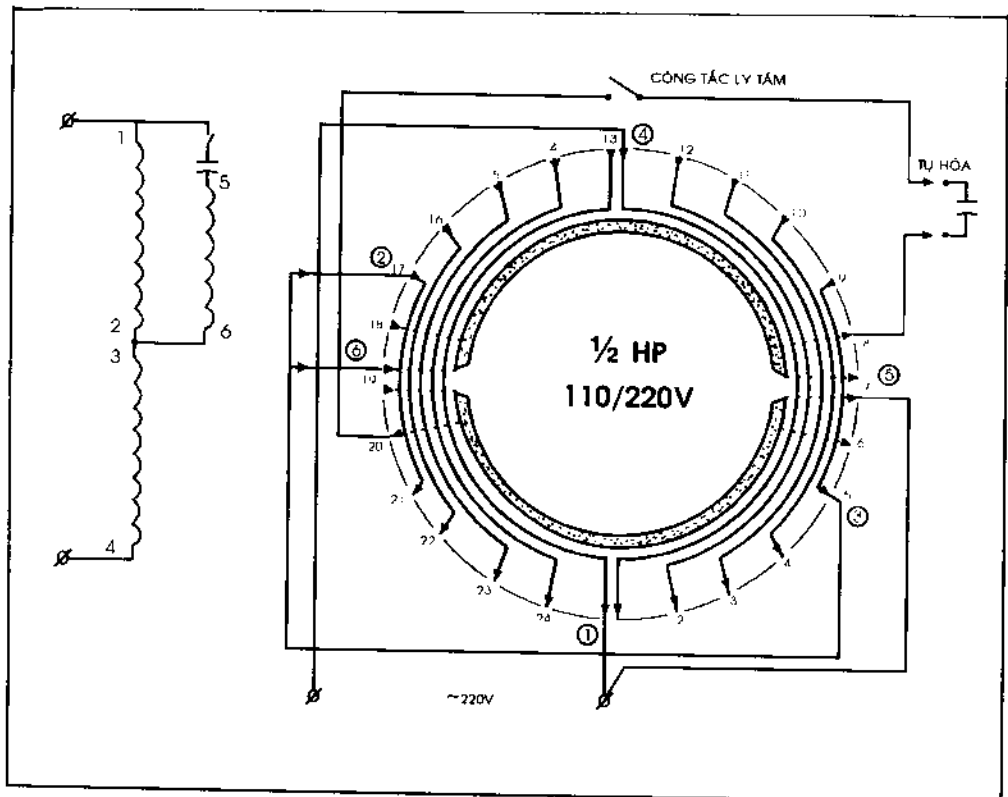
1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{32}{4} = 8 \text{ [rãnh]}$$

2. Cách phân bố dây quấn :

Dây quấn đồng tâm dạng SIN thường đấu từ cực thật, cuộn chạy được bố trí các nhóm cuộn nằm kế tiếp nhau không chồng lên nhau, được xác định:

$$X = (Y_1 - \tau) + 1 = (7 - 8) + 1 = 0 \text{ [rãnh]}$$



Hình 6-17 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 1 PHA CÓ $Z_s = 24$, $2p = 2$, SỬ DỤNG Ở 2 CẤP ĐIỆN ÁP.

Ví dụ 2 : Vẽ lại sơ đồ dây quấn của động cơ 1 pha, có tổng số rãnh $Z = 32$, số từ cực $2p = 4$. Dây quấn đồng tâm dạng SIN, cuộn chạy có 3 cuộn/nhóm, bước $Y_1 = 7$, $Y_2 = 5$, $Y_3 = 3$ và cuộn đề có 3 cuộn/nhóm, bước $Y_1 = 7$, $Y_2 = 5$, $Y_3 = 3$.

GIẢI

1. Bước từ cực :

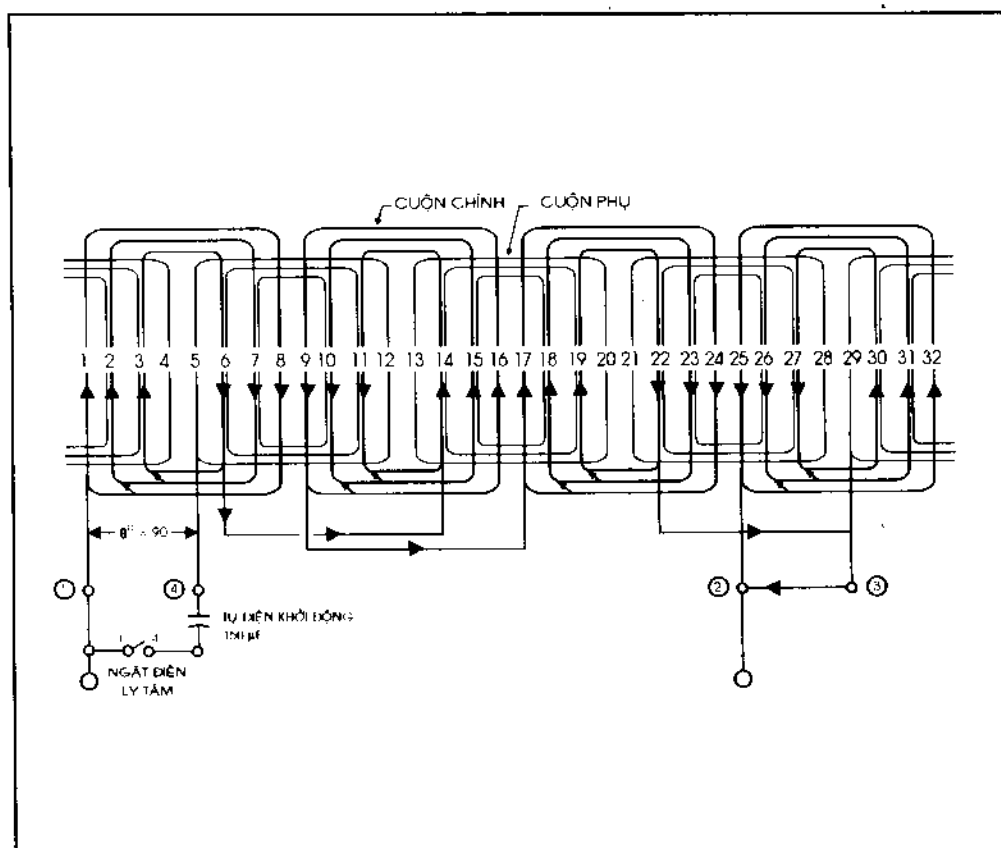
$$\tau = \frac{32}{4} = 8 \text{ [rãnh]}$$

2. Cách phân bố dây quấn :

Dây quấn đồng tâm dạng SIN thường đấu từ cực thật, cuộn chạy được bố trí các nhóm cuộn nằm kế tiếp nhau không chồng lên nhau, được xác định:

$$X = (Y_1 - \tau) + 1 = (7 - 8) + 1 = 0 \text{ [rãnh]}$$

3. Dựa vào số liệu đã biết vẽ lần lượt cuộn chạy, rồi đến cuộn đề lệch so với cuộn chạy 1 góc điện $\alpha = 90^\circ$, ta thấy cuộn đề được bố trí nằm chោng giữa 2 nhóm cuộn của cuộn chạy, có các cuộn bước $Y_3 = 3$, $Y_2 = 5$ nằm chung rãnh với cạnh dây của cuộn chạy.



Hình 6-18 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 1 PHA CÓ $Z_s = 32$, $2p = 4$, DẠNG DÂY QUẤN SIN.

Ví dụ 3 : Vẽ lại sơ đồ dây quấn của động cơ 1 pha máy giặt 220V, có tổng số rãnh $Z = 24$, số từ cực $2p = 4$. Dây quấn đồng khuôn 2 lớp, bước ngắn $Y = 4$ (cuộn chạy và cuộn đề có bước giống nhau $Y = 4$).

GIẢI

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{24}{4} = 6 \text{ [rãnh]}$$

2. Cách phân bố dây quấn :

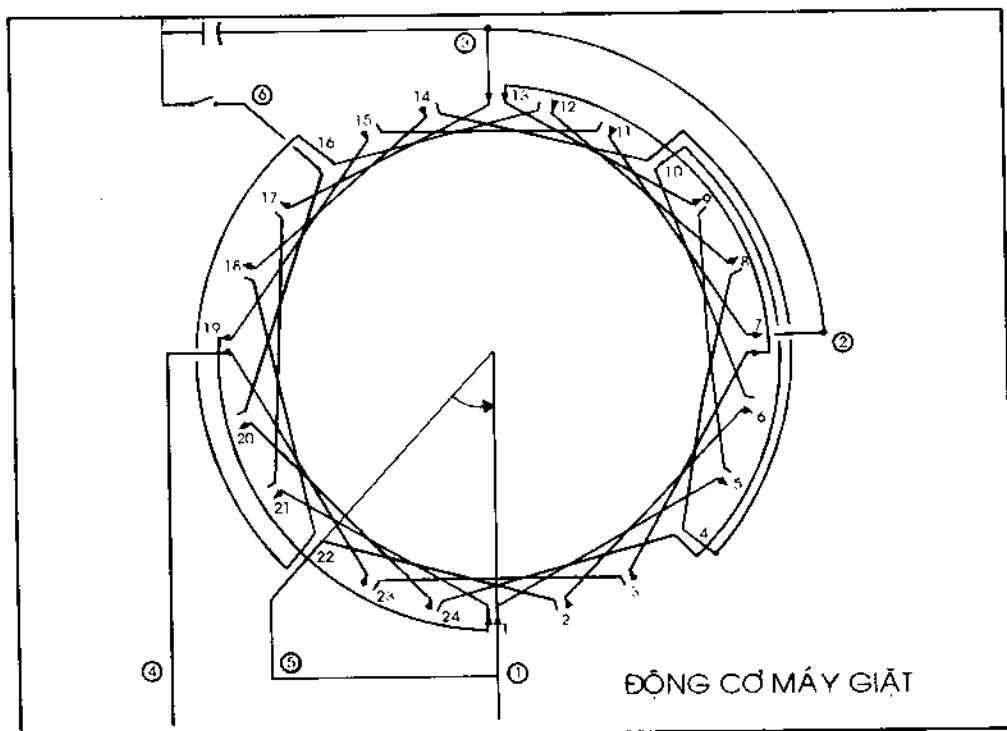
Trong trường hợp này, tương tự như cách phân bố dây quấn trong động cơ 3 pha, tuy nhiên độ lệch pha chỉ là $\alpha = 90^\circ$. Số vòng dây ở mỗi cuộn của cuộn chạy đều bằng nhau, cũng như cuộn đề, có tổng số cuộn bằng với tổng số cuộn của cuộn chạy. Do dạng dây quấn đồng khuôn 2 lớp, có $Z = 24$ nên có tổng số cuộn cả 2 pha là $N_s = 24$, vì vậy mỗi nhóm cuộn của mỗi pha có 3 cuộn/nhóm, suy ra $Y_{nh} = 6$ [rãnh]. Khi bố trí các nhóm cuộn cùng một pha kế tiếp nhau có các cạnh dây cài lên nhau cùng chung số rãnh :

$$\begin{aligned} X &= (Y_{nh} - \tau) + 1 \\ &= (6 - 6) + 1 = 1 \text{ [rãnh]} \end{aligned}$$

3. Độ lệch pha $\alpha^\circ = 90^\circ$ tính theo đơn vị rãnh :

$$\alpha = \frac{Z}{4p} = \frac{24}{4 \cdot 2} = 3 \text{ [rãnh]}$$

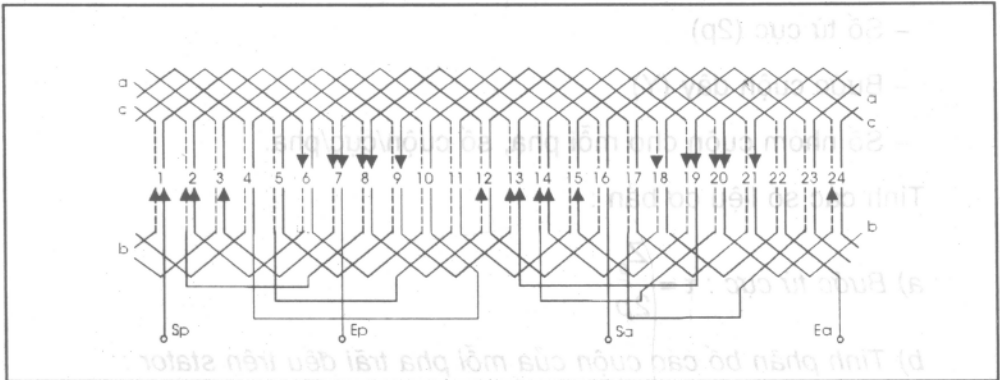
ĐỘNG CƠ MÁY GIẶT



Hình 6-18

Nếu động cơ trên thực hiện dây quấn đồng khuôn, bước ngắn $Y = 5$ thì dây quấn được bố trí theo hình vẽ dưới đây. Ta thấy các cạnh dây của các nhóm cuộn kế tiếp trong cùng 1 pha chồng lên nhau 2 rãnh, được xác định theo công thức :

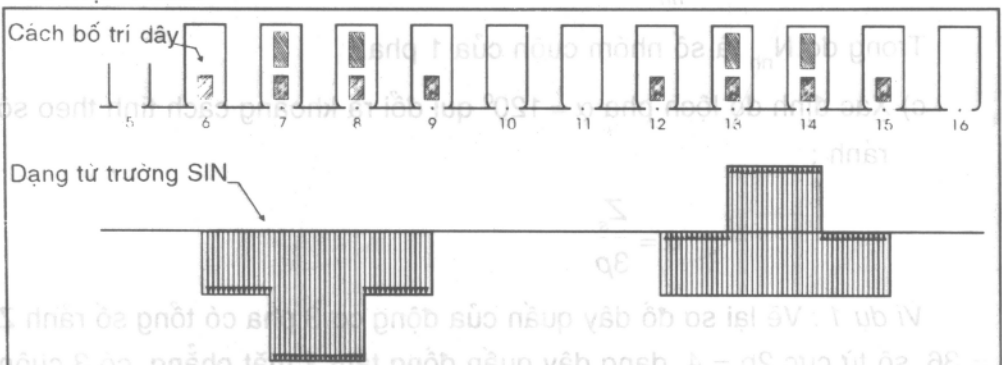
$$\begin{aligned} X &= (Y_{nh} - \tau) + 1 \\ &= (7 - 6) + 1 = 2 \text{ [rãnh]} \end{aligned}$$



Hình 6-19 : DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ 1 PHA, CÓ $Z=24$, $2p=4$. DẠNG DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN, BƯỚC NGẮN $Y=5$ CÓ HỆ SỐ DÂY QUẤN $K_{dq} = 0,879$.

Nhận xét :

Qua ví dụ 3, trình bày dạng dây quấn đồng khuôn bước ngắn của dây quấn động cơ 1 pha ta thấy : Tuy số vòng dây ở mỗi cuộn trong cuộn chạy, cuộn đề đều bằng nhau, nhưng do sự bố trí các cạnh dây của các nhóm cuộn kế tiếp trong cùng 1 pha chồng lên nhau, nên nhìn chung các rãnh của cuộn chạy chứa các cạnh dây không đều, nhờ thế tạo được từ trường dạng SIN, nên đặc tính vận hành của động cơ 1 pha có dạng dây quấn này rất tốt, lực kéo mạnh hơn.



Hình 6-20 : SỰ PHÂN BỐ DÂY QUẤN TRONG CÁC RÃNH VÀ TỪ TRƯỜNG CỦA DÂY QUẤN SIN

3. CÁCH TÍNH ĐỂ VẼ LẠI SƠ ĐỒ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 3 PHA :

Khi vẽ cần tiến hành theo các bước sau :

Các số liệu cần biết : (tương tự như cách dựng sơ đồ ở mục 2)

- Dạng dây quấn
- Tổng số rãnh của stator (Z_s)
- Số từ cực ($2p$)
- Bước cuộn dây (Y)
- Số nhóm cuộn cho mỗi pha, số cuộn/cực/pha.

Tính các số liệu cơ bản :

a) Bước từ cực : $\tau = \frac{Z_s}{2p}$

b) Tính phân bố các cuộn của mỗi pha trải đều trên stator :

+ Nếu dây quấn đầu từ cực thật, cần xác định số rãnh chung của 2 nhóm cuộn kề cận trong cùng 1 pha cài với nhau. Ta có :

$$x = (Y_{nh} - \tau) + 1$$

Với Y_{nh} là bước nhóm cuộn tính từ cạnh đầu nhóm đến cạnh cuối nhóm.

+ Nếu dây quấn đầu từ cực giả, cần xác định khoảng cách d giữa 2 nhóm cuộn của cùng 1 pha.

$$d = \frac{1}{N_{nh}} (Z_s - N_{nh} \cdot Y_{nh})$$

Trong đó N_{nh} là số nhóm cuộn của 1 pha.

c) Xác định độ lệch pha $\alpha = 120^\circ$ qui đổi ra khoảng cách tính theo số rãnh :

$$\alpha = \frac{Z_s}{3p}$$

Ví dụ 1 : Vẽ lại sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha có tổng số rãnh $Z = 36$, số từ cực $2p = 4$, dạng dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng, có 3 cuộn mỗi nhóm mỗi pha, bước cuộn dây lần lượt là $Y_1 = 11$, $Y_2 = 9$ và $Y_3 = 7$.

Giải

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9 \text{ [rãnh]}$$

2. Phân bố các cuộn/pha, đều trên stato.

Vì dạng dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng có các nhóm cuộn đầu tạo từ cực giả, nên khoảng cách giữa 2 nhóm cuộn được xác định :

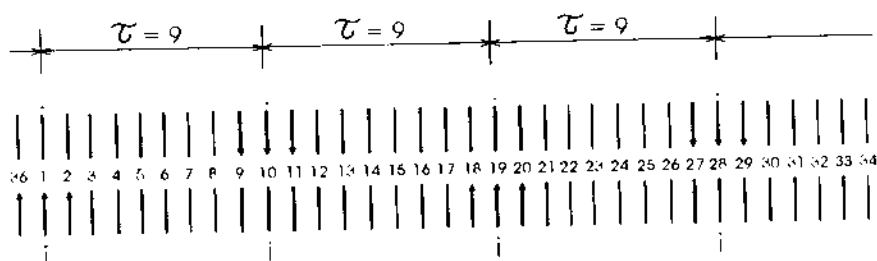
$$d = \frac{1}{N_{nh}} (Z - N_{nh} \cdot Y_1) = \frac{1}{2} (36 - 2 \cdot 11) = 7 \text{ [rãnh]}$$

3. Độ lệch pha qui ra rãnh :

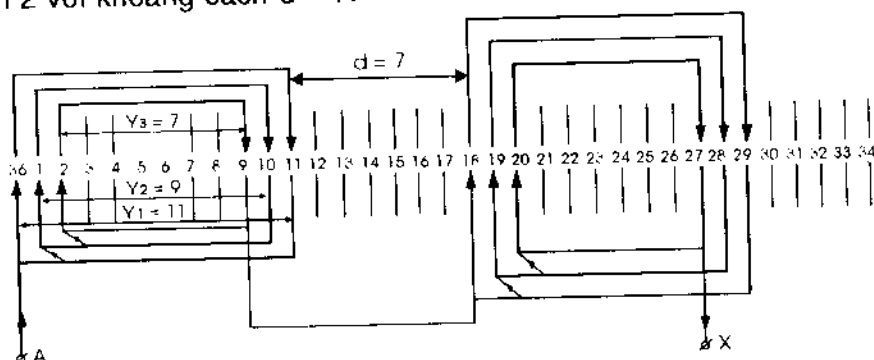
$$\alpha = \frac{Z}{3p} = \frac{36}{3 \cdot 2} = 6 \text{ [rãnh]}$$

+ Sau khi tính số liệu để vẽ sơ đồ, ta tiến hành vẽ sơ đồ theo các bước sau :

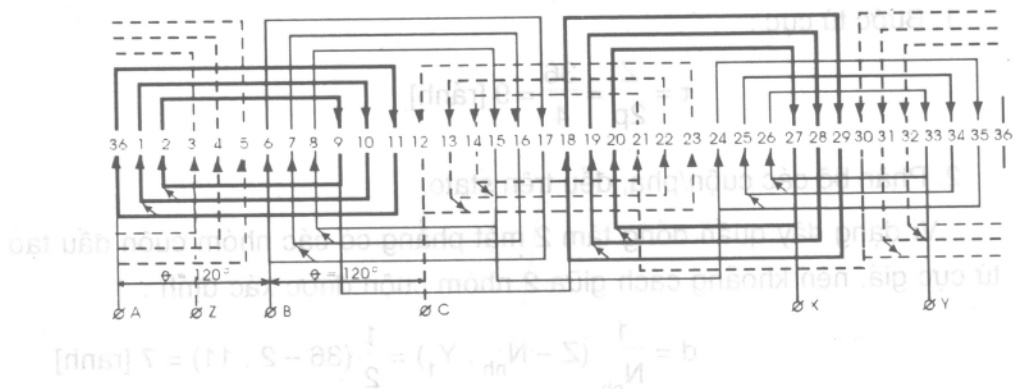
– Vẽ các đường thẳng tương ứng với tổng số rãnh ($Z = 36$) :



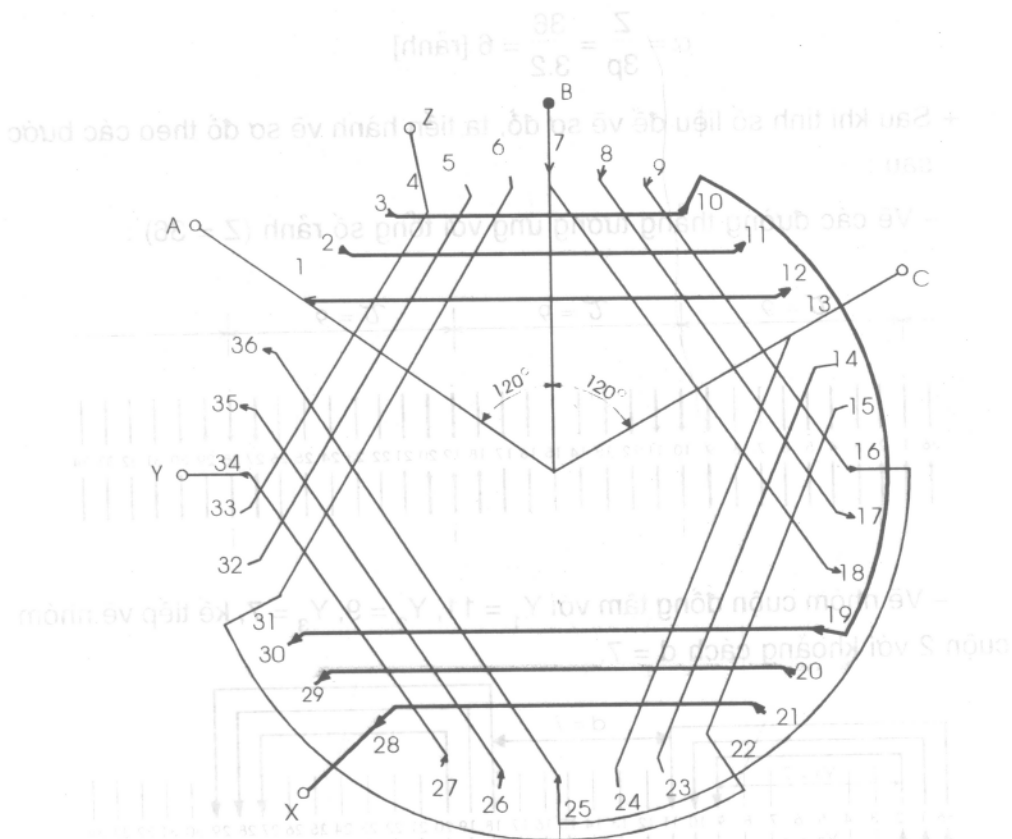
– Vẽ nhóm cuộn đồng tâm với $Y_1 = 11$, $Y_2 = 9$, $Y_3 = 7$, kế tiếp vẽ nhóm cuộn 2 với khoảng cách $d = 7$.



– Vẽ hoàn tất 3 pha AX, BY và CZ cách nhau 1 góc điện 120° .



+ Sơ đồ tròn :



Hình 6-22 : CÁC BƯỚC VẼ SƠ ĐỒ DÂY QUẦN ĐCKĐB 3 PHA
($Z_s = 36$, $2p = 4$, DÂY QUẦN ĐỒNG TÂM)

+ Có thể lập sơ đồ dây quấn theo dạng bảng số rãnh như sau :

PHA AX :	[1, 2, 3	–	10, 11, 12]	[19, 20, 21 –	28, 29, 30]
	A			X	
PHA BY :	[7, 8, 9	–	16, 17, 18]	[25, 26, 27 –	34, 35, 36]
	B			Y	
PHA CZ :	[13, 14, 15 –	22, 23, 24]	[31, 32, 33 –	4, 5, 6]	
	C			Z	

Ví dụ 2 : Vẽ lại sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha có tổng số rãnh $Z = 24$, số từ cực $2p = 4$, dạng dây quấn đồng khuôn 2 lớp, có 2 cuộn/nhóm/pha, bước cuộn dây $Y = 5$.

GIẢI

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6 \text{ [rãnh]}$$

2. Phân bố các cuộn của mỗi pha đều trên stato.

Vì dạng dây quấn đồng khuôn 2 lớp, đấu cực thật, do đó số rãnh xếp chồng lên giữa 2 nhóm cuộn kế tiếp được xác định :

$$X = (Y_{nh} - \tau) + 1$$

Với $Y_{nh} = 5 + 1 = 6$ ta có :

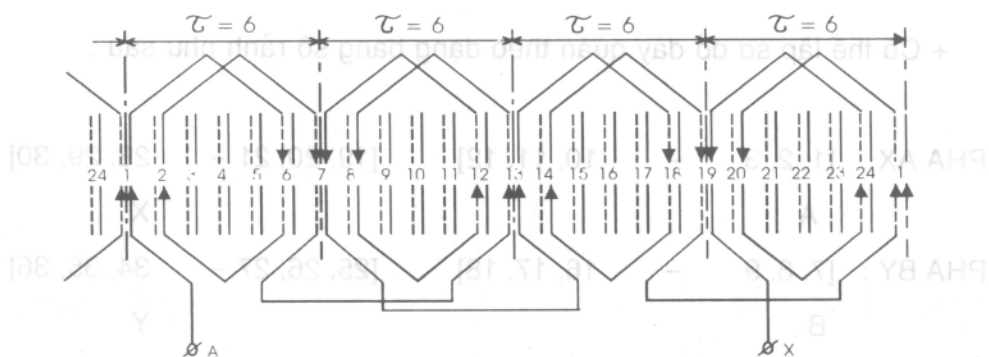
$$X = (6 - 6) + 1 = 1 \quad (\text{rãnh})$$

3. Độ lệch pha $\alpha = 120^\circ$ tính theo rãnh :

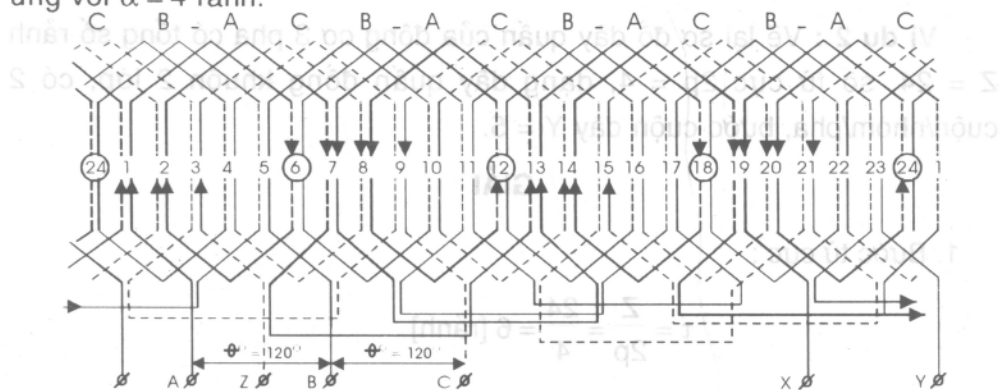
$$\alpha = \frac{Z}{3p} = \frac{24}{3.2} = 4$$

+ Trên cơ sở số liệu tính trên, tiến hành vẽ sơ đồ theo các bước :

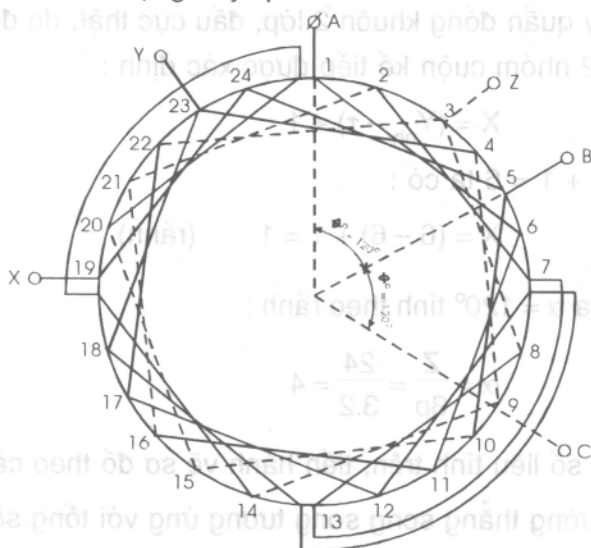
- Kê các đường thẳng song song tương ứng với tổng số rãnh.
- Vẽ các nhóm cuộn của pha AX, với bước cuộn dây $Y = 5$.



- Vẽ tiếp các pha BY và CZ, lần lượt với độ lệch pha $\alpha^\circ = 120^\circ$ tương ứng với $\alpha = 4$ rãnh.



+ Có thể biểu diễn dạng dây quấn trên theo sơ đồ tròn :



Hình 6-23 : CÁC BƯỚC VẼ SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 3 PHA

($Z_s = 24$, $2p = 4$, dây quấn đồng tâm 2 lớp)

+ Hoặc biểu diễn theo sơ đồ dạng bảng số rãnh như sau :

PHA AX	{1, 2 - 6', 7'}	{7, 8 - 12', 13'}	{13, 14 - 18', 19'}	{19, 20 - 24', 1'}
A X				
PHA BY	{5, 6 - 10', 11'}	{11, 12 - 16', 17'}	{17, 18 - 22', 23'}	{23, 24 - 4', 5'}
B Y				
PHA CZ	{9, 10 - 14', 15'}	{15, 16 - 20', 21'}	{21, 22 - 2', 3'}	{3, 4 - 8', 9'}
C Z				

Ví dụ 3 : Vẽ sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha, có tổng số rãnh $Z = 30$, số từ cực $2p = 4$, dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng, trong mỗi pha có 1 nhóm gồm 3 cuộn, có bước $Y_1 = 9$, $Y_2 = 7$, $Y_3 = 5$ và 1 nhóm gồm 2 cuộn, có bước $Y_1 = 9$, $Y_2 = 7$.

GIẢI

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ [rãnh]}$$

2. Số rãnh cho mỗi cực, mỗi pha :

$$a = \frac{Z}{3.2p} = \frac{30}{3.4} = 2,5 \text{ [rãnh]}$$

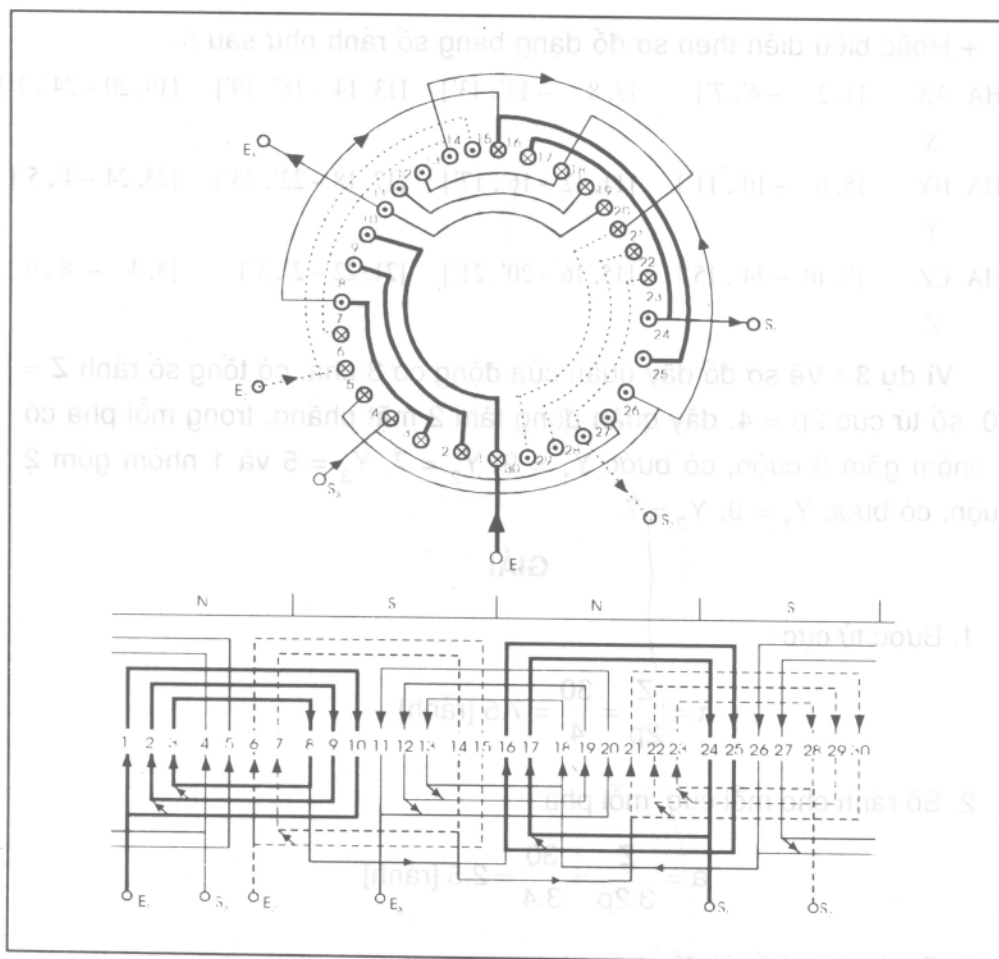
3. Cách phân bố rải đều trên stato.

Vì dạng dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng, đầu cực giả (và có Y_{nh} của 2 nhóm cuộn bằng nhau $Y_{nh} = 9$) nên khoảng cách giữa 2 nhóm được xác định :

$$\begin{aligned} d &= \frac{1}{N_{nh}} (Z - N_{nh} \cdot Y_1) \\ &= \frac{1}{2} (30 - 2 \cdot 9) = 6 \text{ [rãnh]} \end{aligned}$$

4. Độ lệch pha $\alpha^\circ = 120^\circ$

$$\alpha = \frac{Z}{3.p} = \frac{30}{3.2} = 5 \text{ [rãnh]}$$



Hình 6–24 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 3 PHA CÓ $Z_s = 30$, $2p = 4$, DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM 2 MẶT PHẪNG

IV. CÁCH DỰNG SƠ ĐỒ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 3 PHA VÀ 1 PHA :

Muốn dựng sơ đồ dây quấn của động cơ 1 pha hoặc 3 pha khác với cách vẽ lại bộ dây quấn của động cơ đã có sẵn. Vì ta không biết trước số nhóm cuộn, số cuộn trong nhóm và bước cuộn dây. Mà căn cứ vào yêu cầu trên cơ sở số liệu của phần stator như sau :

- Dạng dây quấn định thiết kế.
- Cách đấu dây tạo cực thật hay cực giả.
- Tổng số rãnh của phần stator (Z_s)
- Số từ cực $2p$ định thiết kế.

Trên cơ sở đó tính số liệu để dựng sơ đồ bộ dây quấn.

- * Trường hợp dựng sơ đồ bộ dây quấn của động cơ 1 pha rất phức tạp, nhưng luôn luôn giữ nguyên tắc pha chạy chiếm 2/3 tổng số rãnh (Z_s), còn pha đề chỉ chiếm 1/3 tổng số rãnh (Z_s). Hoặc bố trí pha đề vào số rãnh còn trống và 1 số rãnh cùng chung với pha chạy. Phần dựng sơ đồ bộ dây quấn của động cơ 1 pha sẽ nghiên cứu ở phần sau.
- * Trường hợp dựng sơ đồ bộ dây quấn của động cơ 3 pha, ta tiến hành theo các bước sau :
- Tính số liệu để vẽ sơ đồ dây quấn :

1) Bước từ cực :

$$\tau = \frac{Z_s}{2p} [\text{rãnh}]$$

2) Tính số cạnh dây cho mỗi cực mỗi pha (q). Ta có :

- Đối với dạng dây quấn 1 lớp :

$$q = \frac{Z_s}{3 \times 2p} [\text{cạnh dây}]$$

- Đối với dạng dây quấn 2 lớp :

Vì dạng dây quấn 2 lớp có mỗi rãnh chứa 2 cạnh dây nên có :

$$q' = 2q = 2 \times \frac{Z_s}{3 \times 2p}$$

Và tùy theo cách phân bố trải đều các cạnh dây ở từ cực mà có bước cuộn dây là bước ngắn hay bước đủ.

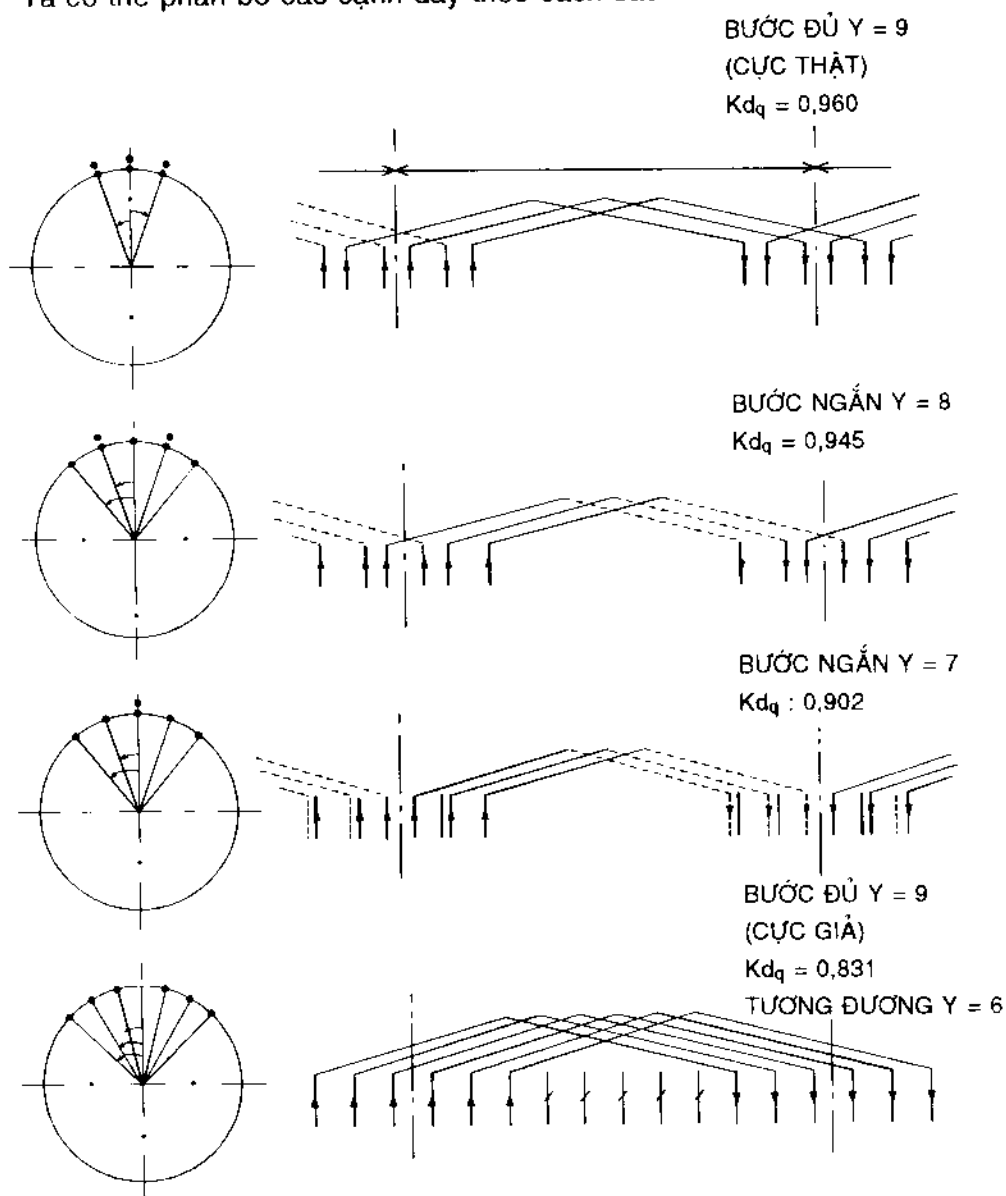
Ví dụ : Động cơ 3 pha có $Z_s = 36$, định thiết kế với $2p = 4$, dây quấn đồng khuôn 2 lớp, bước ngắn.

GIẢI

Ta tính số cạnh dây/cực/pha :

$$q' = 2 \times \frac{Z_s}{3 \times 4} = 2 \times \frac{36}{3 \times 4} = 6 [\text{cạnh dây}]$$

Ta có thể phân bố các cạnh dây theo cách sau :



Và có thể chọn bước cuộn dây 1 trong các cách phân bố trên theo yêu cầu.

3) Qui đổi độ lệch pha $\alpha = 120^\circ$ độ điện ra đơn vị rãnh :

$$\alpha = \frac{Z_s}{3p} [\text{rãnh}]$$

- Sau đó tiến hành dựng sơ đồ theo các bước :

– Kẻ các đường thẳng song song và đánh số tương ứng với số rãnh của stator. Kế đó vẽ các trục từ cực cách nhau 1 khoảng cách theo bước từ cực.

– Trãi số cạnh dây/cực/pha cho phân bố đều tại trục từ cực và đánh chiều dòng điện theo qui ước (mục I).

– Căn cứ vào dạng dây quấn định dựng, vẽ các đầu cuộn dây nối liền các cạnh dây lại hình thành dạng nhóm cuộn và nối dây giữa các nhóm cuộn pha sao cho chiều dòng điện đánh trên các cạnh dây không bị đổi chiều. Ký hiệu đầu cực A, X.

– Dựa vào độ lệch pha đã tính, xác định rãnh khởi đầu của pha 2, rồi vẽ tương tự như pha 1. Ký hiệu đầu cực B, Y.

– Cuối cùng vẽ pha 3 tương tự như trên, nhưng cách pha 2 cũng bằng độ lệch pha trên và đánh chiều dòng điện ngược với 2 pha kia. Ký hiệu đầu cực CZ

Ví dụ 1 : Dựng sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha có tổng số rãnh $Z_s = 36$, số từ cực $2p = 4$, dạng dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng.

GIẢI

+ Số liệu để dựng sơ đồ :

1. Bước từ cực :

$$\tau = \frac{36}{4} = 9 \text{ [rãnh]}$$

2. Vì dây quấn 1 lớp nên tổng số cuộn $N_s = \frac{36}{2} = 18$, mỗi pha có 6 cuộn.

Vậy số cạnh dây/cực/pha là :

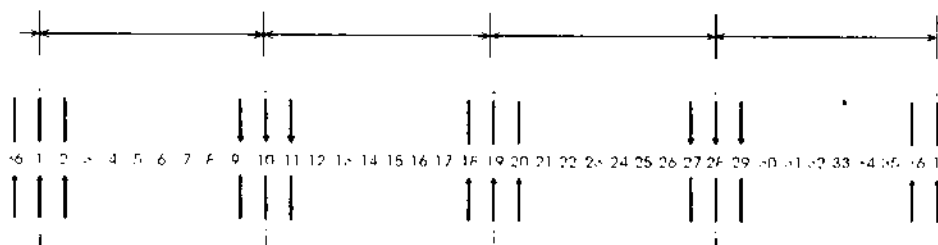
$$\text{Số cạnh dây/cực/pha} = \frac{Z_s}{3.2p} = \frac{36}{3.4} = 3 \text{ [cạnh dây]}$$

3. Độ lệch pha qui đổi ra đơn vị rãnh :

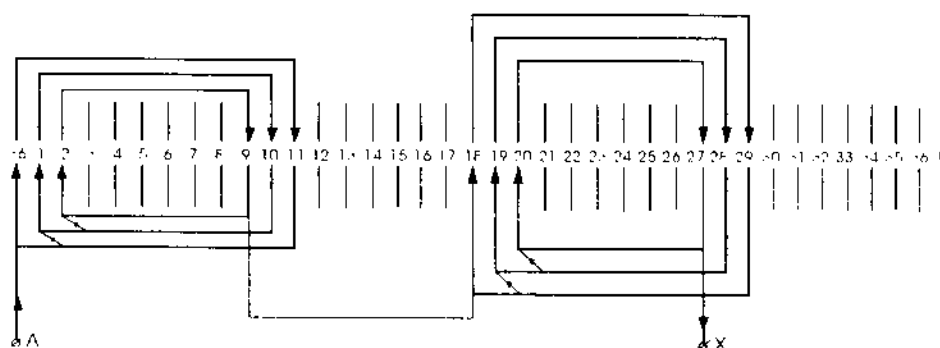
$$\alpha = \frac{Z_s}{3.p} = \frac{36}{3.2} = 6 \text{ [rãnh]}$$

+ Tiến hành dựng sơ đồ :

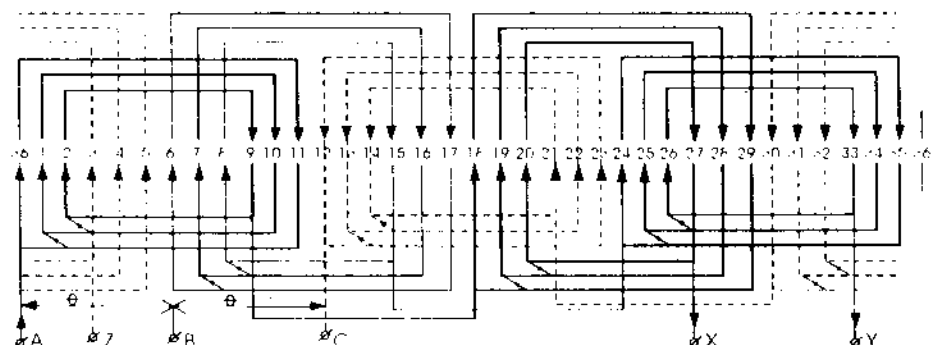
• Bước 1 và 2



• Dựng pha 1 :



• Dựng sơ đồ toàn bộ pha 1, pha 2 và pha 3.

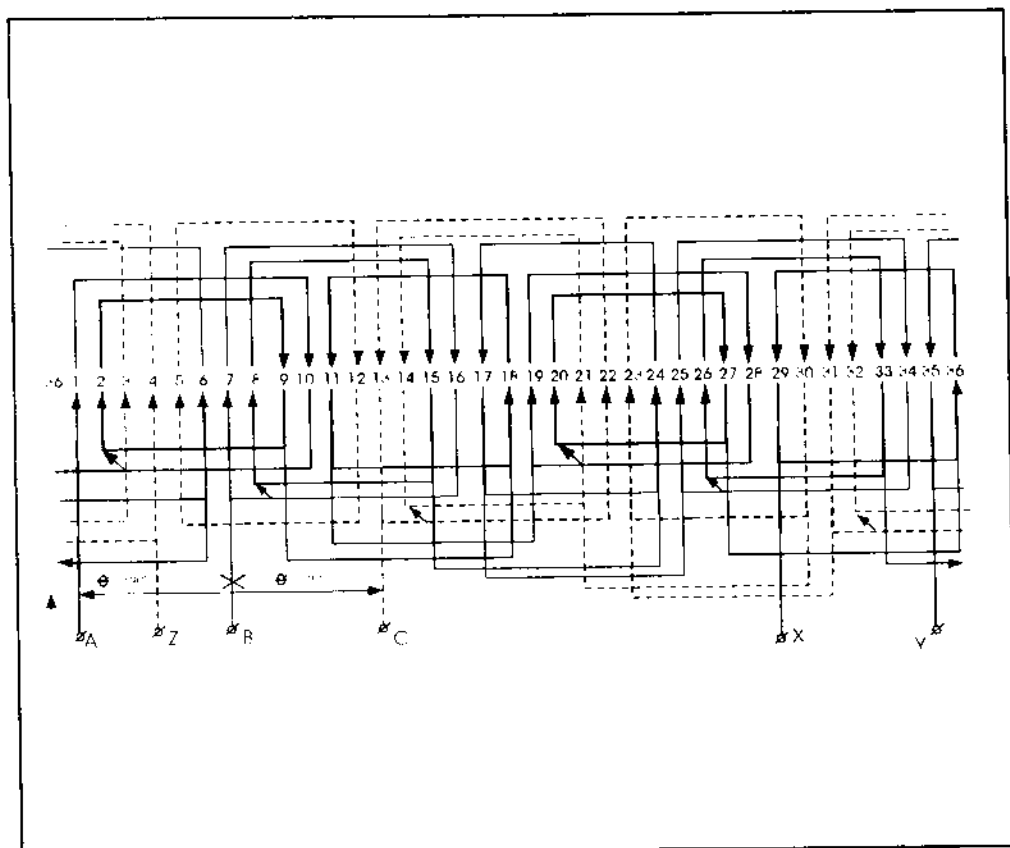


Hình 6-25 : Các bước dựng sơ đồ dây quấn ĐCKĐB 3 pha có $Z_s = 36$, $2p = 4$,
dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng

Ví dụ 2 : Dựng sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha có tổng số rãnh $Z_s = 36$, số từ cực $2p = 4$, dạng dây quấn đồng tâm 3 mặt phẳng.

GIẢI

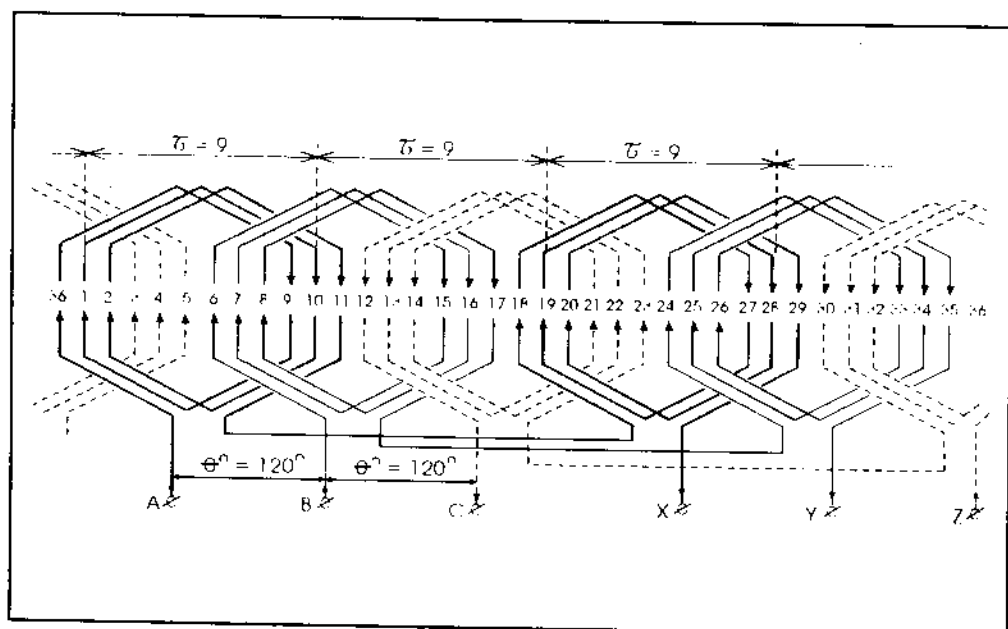
Cách tính số liệu và dựng sơ đồ cũng tương tự như ở ví dụ 1, cũng có $\tau = 9$, số cạnh dây/cực/pha = 3 và độ lệch pha $\alpha = 6$. Sau đó vẽ sơ đồ dạng dây quấn đồng tâm 3 mặt phẳng.



Hình 6-26 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN ĐCKDB 3 PHA CÓ $Z_s = 36$, $2p = 4$, DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM 3 MẶT PHẪNG.

Ví dụ 3 : Trên cơ sở số liệu cho biết ở ví dụ 1. Dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn 1 lớp, đầu dây từ cực giả.

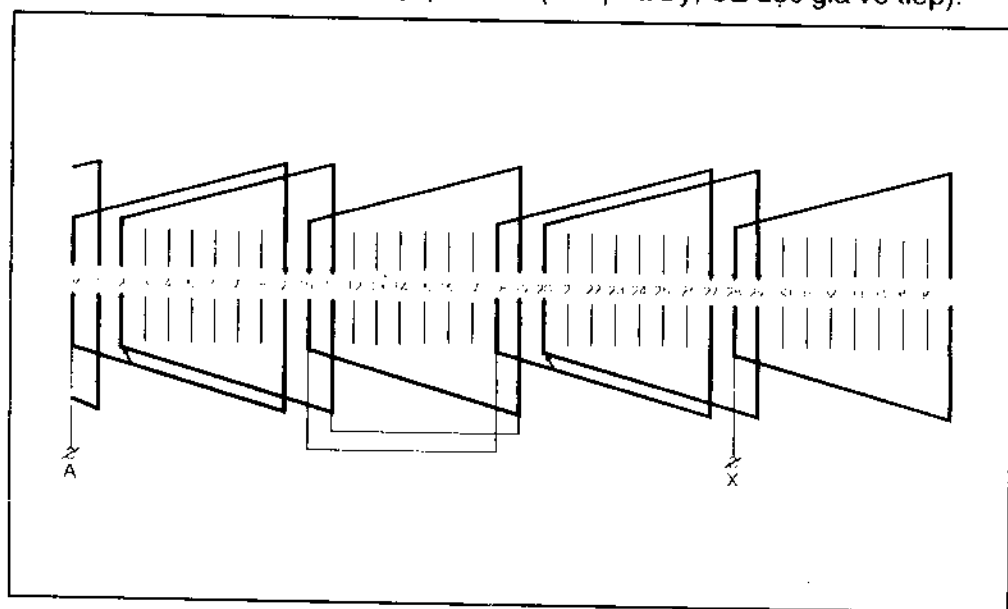
Trong sơ đồ này các nhóm cuộn dây được sắp xếp gối chồng lên nhau, có bước cuộn dây $Y = 9$.



Hình 6-27 : SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 3 PHA CÓ $Z_s = 36$, $2p = 4$, DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN 1 LỚP

Ví dụ 4 : Với số liệu ở ví dụ 1. Nếu dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn móc xích, được sơ đồ trình bày sau đây :

Trong sơ đồ này các cuộn dây được sắp xếp móc với nhau có bước cuộn dây $Y = 9$, và chỉ biểu diễn một pha AX. (các pha By, CZ độc giả vẽ tiếp).



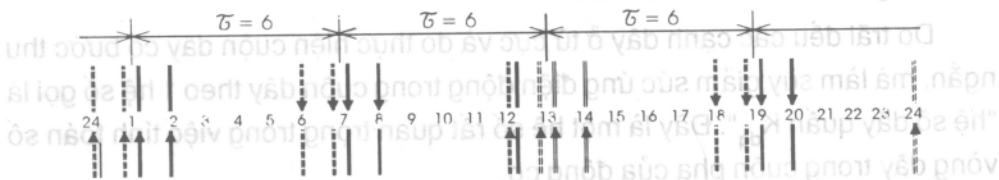
Hình 6-28 :

Ví dụ 5 : Dựnng sơ đồ dây quấn của động cơ 3 pha có tổng số rãnh $Z_s = 24$, số từ cực $2p = 4$. Dây quấn đồng khuôn 2 lớp, với $Y = 5$.

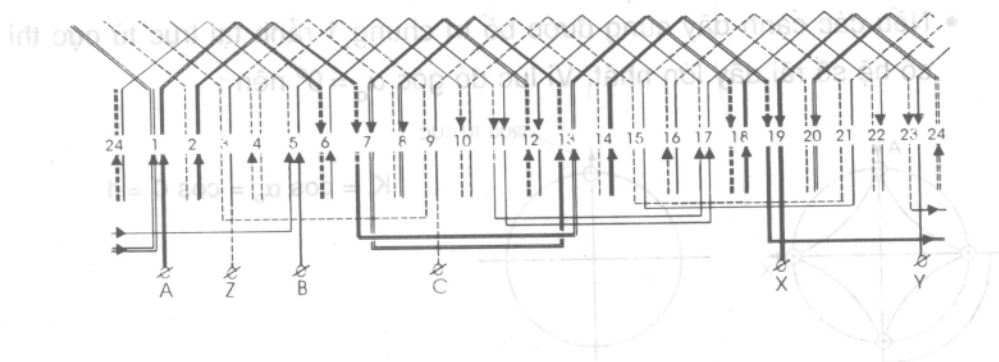
GIẢI

Ta tính được $\tau = 6$, độ lệch pha $\alpha = 4$ và số cạnh dây/cực/pha = 4. Có 2 cuộn/nhóm/pha nên có $Y_{nh} = 6$, vậy số rãnh chung của 2 nhóm dây kế tiếp là :)

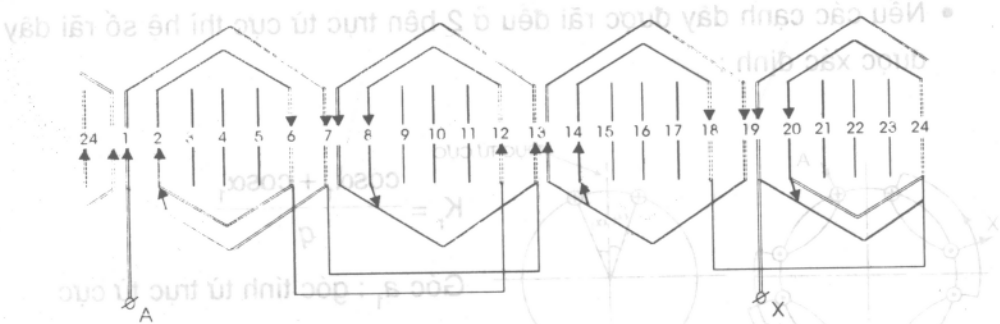
$$X = (Y_{nh} - \tau) + 1 = (6 - 6) + 1 = 1 \text{ [rãnh]}$$



- Dây quấn đồng khuôn 2 lớp, với $Y = 5$:



- Dây quấn đồng tâm 2 lớp (biểu diễn pha AX)



Hình 6-29 : CÁC BƯỚC DỰNNG SƠ ĐỒ DÂY QUẤN CỦA ĐCKĐB 3 PHA CÓ $Z_s = 24$, $2p = 4$, DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN 2 LỚP.

V. CÁCH TÍNH HỆ SỐ DÂY QUẤN

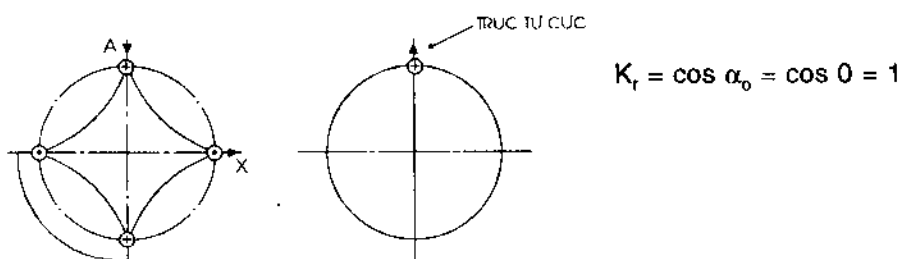
1. HỆ SỐ DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA :

Khi bố trí các cuộn dây trên stator, nếu các cạnh dây được đặt tại trục từ cực, thì hệ số dây quấn đạt trị số cao lúc đó $K_{dq} = 1$. Nhưng cách bố trí đó bất lợi vì chiếm chỗ nhiều, mặt khác do tác dụng của sóng hoa tần làm biến dạng từ trường. Vì thế trong động cơ 3 pha, 1 pha, cần phải bố trí rải các cuộn dây theo một trật tự nhất định, để triệt sóng hoa tần, nhất là sóng bậc 3 và đồng thời thu gọn kích thước của stator.

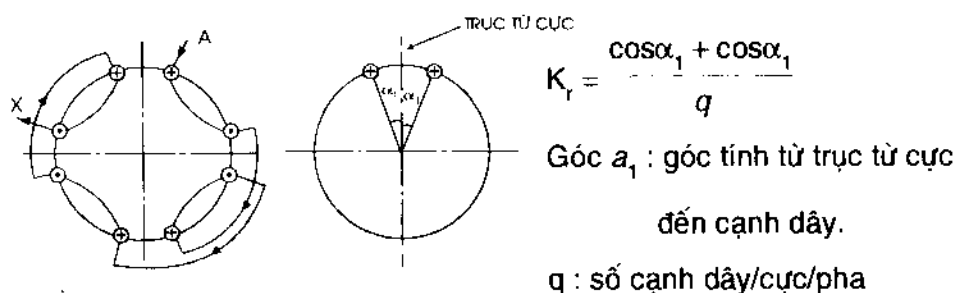
Do trải đều các cạnh dây ở từ cực và do thực hiện cuộn dây có bước thu ngắn, mà làm suy giảm sức ứng điện động trong cuộn dây theo 1 hệ số gọi là "hệ số dây quấn K_{dq} ". Đây là một hệ số rất quan trọng trong việc tính toán số vòng dây trong cuộn pha của động cơ.

Theo cơ sở thiết kế bộ dây quấn, từ cực được hình thành bởi các cạnh dây nằm kế cận nhau và cùng có một chiều dòng điện. Vì thế, khi phân tích các vị trí bố trí các cạnh dây ở 2 bên trục từ cực, ta thấy :

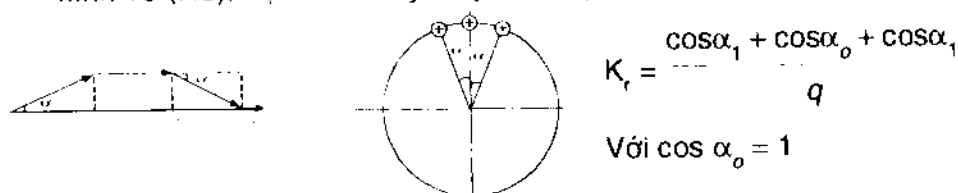
- Nếu các cạnh dây cùng được bố trí chung 1 rãnh tại trục từ cực thì có hệ số rải dây lớn nhất. Vì lúc đó góc $\alpha_0 = 0^\circ$ nên :



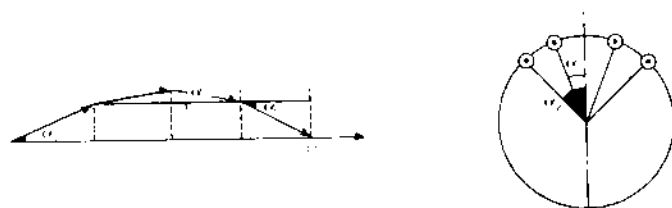
- Nếu các cạnh dây được rải đều ở 2 bên trục từ cực thì hệ số rải dây được xác định :



- Nếu các cạnh dây có q là số nguyên lẻ thì chúng được bố trí theo hình vẽ (H3), hệ số rải dây được xác định :



- Nếu các cạnh dây có q là số nguyên chẵn thì chúng được bố trí theo hình vẽ (H4), hệ số rải dây được xác định :

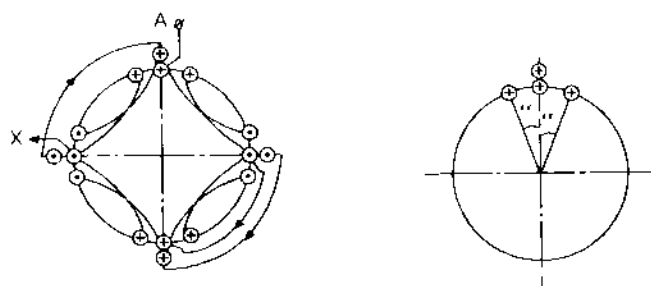


$$K_r = \frac{\cos \alpha_2 + \cos \alpha_1 + \cos \alpha_1 + \cos \alpha_2}{q}$$

α_1 : góc tính từ trục từ cực đến cạnh dây thứ 1.

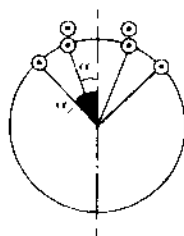
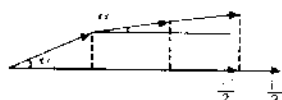
α_2 : góc tính từ trục từ cực đến cạnh dây thứ 2.

- Trường hợp dây quấn 2 lớp có $q' = 2q = 4$ và các cạnh dây được bố trí theo hình vẽ (H5), hệ số rải dây được xác định :



$$K_r = \frac{\cos \alpha_1 + \cos \alpha_0 + \cos \alpha_1}{q}$$

- Trường hợp dây quấn 2 lớp có $q = 2q = 6$ và các cạnh dây được bố trí theo hình vẽ (H6), hệ số rải dây được xác định :



$$K_r = \frac{\cos\alpha_2 + 2\cos\alpha_1 + 2\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2}{q}$$

Và do bước thu ngắn của cuộn dây khi bố trí các cạnh dây của cuộn dây ở các vị trí nói trên, càng làm suy giảm sức ứng điện động được xác định bằng công thức :

$$K_n = \sin \frac{Y}{\tau} \frac{\pi}{2}$$

Tổng quát, hệ số dây quấn (K_{dq}) của dây quấn động cơ 3 pha được xác định bằng công thức :

$$K_{dq} = K_r \times K_n$$

$$K_{dq} = \frac{0,5}{q \sin \frac{30^\circ}{q}} \times \sin \beta \frac{\pi}{2}$$

Trong đó :

K_r : hệ số rải dây

K_n : hệ số thu ngắn

q : số cạnh dây mỗi cực mỗi pha ($q = \frac{Z}{3.2p}$)

β : tỉ số giữa bước cuộn dây và bước từ cực ($\beta = \frac{Y}{\tau}$)

Để đơn giản hóa việc tính toán hệ số dây quấn K_{dq} của động cơ 3 pha, bất kỳ dạng dây quấn 1 lớp hoặc 2 lớp, hay dạng dây quấn đồng tâm hay đồng khuôn, ta có thể xác định hệ số dây quấn (K_{dq}) theo bảng tính sẵn sau:

Số rãnh cực (pha q)	Hệ số rải dây (K_r)	TỈ SỐ BƯỚC $\beta = \frac{Y}{\tau}$											
		1	14 15	11 12	8 9	13 15	5 6	12 15	7 9	3 4	11 15	2 3	1 2
1	1,000	1,000	0,994	0,991	0,985	0,978	0,966	0,951	0,940	0,924	0,914	0,866	0,707
2	0,966	0,966	0,960	0,957	0,951	0,945	0,933	0,918	0,908	0,892	0,882	0,836	0,682
3	0,960	0,960	0,954	0,951	0,945	0,939	0,927	0,913	0,902	0,887	0,877	0,831	0,679
4	0,958	0,958	0,952	0,949	0,943	0,937	0,925	0,911	0,900	0,885	0,875	0,829	0,677
5	0,957	0,957	0,951	0,948	0,942	0,936	0,924	0,910	0,899	0,884	0,874	0,828	0,676
6 + 8	0,956	0,956	0,950	0,947	0,941	0,935	0,923	0,909	0,898	0,883	0,873	0,827	0,675

CÁCH SỬ DỤNG BẢNG XÁC ĐỊNH HỆ SỐ DÂY QUẤN :

* Trường hợp dây quấn 1 lớp :

Do dạng dây quấn này có mỗi rãnh chỉ chứa 1 cạnh dây. Nên với q cạnh dây được rải bố trí đều, đối xứng ở 2 bên trục từ cực, thì hệ số dây quấn K_{dq} chính là hệ số rải dây. Không phụ thuộc vào bước cuộn dây, vì các đầu cuộn dây chỉ là dây nối giữa 2 cạnh dây mà thôi.

Khi tra bảng để xác định hệ số dây quấn chỉ cần dò hàng ngang của cột (1) và cột (2). Vì :

$$K_{dq} = K_r = \frac{0,5}{q \sin \frac{30^\circ}{q}}$$

* Trường hợp dây quấn 2 lớp :

Do dạng dây quấn này có mỗi rãnh chứa 2 cạnh dây, nếu có $q' = 2q$ và việc rải đều q' cạnh dây đối xứng ở 2 bên trục từ cực có nhiều cách, do bước thu ngắn của cuộn dây. Vì thế hệ số dây quấn được xác định :

$$K_{dq} = K_r \times K_n$$

Khi xác định hệ số dây quấn K_{dq} của dạng dây quấn 2 lớp, ta dò hàng ngang của cột (1) (số q cạnh dây), với cột dọc tỉ số bước $\beta = \frac{Y}{\tau}$ tương ứng ở bảng tính sẵn hệ số dây quấn K_{dq} .

Ví dụ : Một động cơ 3 pha, phần stator có tổng số rãnh $Z = 24$, số từ cực $2p = 4$. Hãy tính hệ số dây quấn của động cơ khi thực hiện các dạng dây quấn sau :

a/ Dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng, bước cuộn dây $Y_1 = 7$, $Y_2 = 5$.

b/ Dây quấn đồng khuôn 1 lớp, bước cuộn dây $Y = 5$

c/ Dây quấn đồng khuôn móc xích 1 lớp, bước cuộn dây $Y = 7$

d/ Dây quấn đồng khuôn 2 lớp, bước cuộn dây $Y = 5$

Giải

1) Bước từ cực của động cơ :

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6 \text{ [rãnh]}$$

2) Số cạnh dây của mỗi cực mỗi pha :

$$q = \frac{Z}{3 \times 2p} = \frac{24}{3 \times 4} = 2 \text{ [cạnh dây]}$$

a/ Trường hợp dây quấn đồng tâm 2 mặt phẳng với $Y_1 = 7$, $Y_2 = 5$ là dạng dây quấn 1 lớp, tra bảng với $q = 2$ ta được :

$$K_{dq} = 0,966$$

b/ Trường hợp dây quấn đồng khuôn 1 lớp với $Y = 5$, tra bảng với $q = 2$ ta cũng được :

$$K_{dq} = 0,966$$

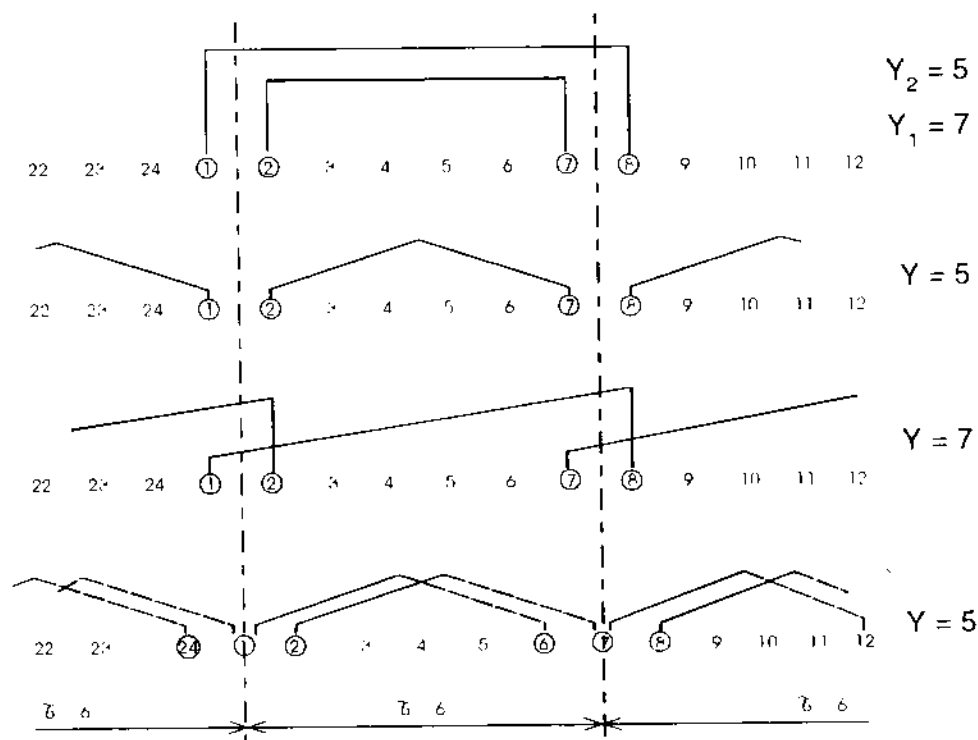
c/ Trường hợp dây quấn đồng khuôn 1 lớp, móc xích với $Y = 7$, tra bảng với $q = 2$ ta cũng được :

$$K_{dq} = 0,966$$

d/ Trường hợp dây quấn đồng khuôn 2 lớp, với $Y = 5$, tra bảng với $q=2$

và tỉ số bước $\beta = \frac{5}{6}$ thì hệ số dây quấn được xác định :

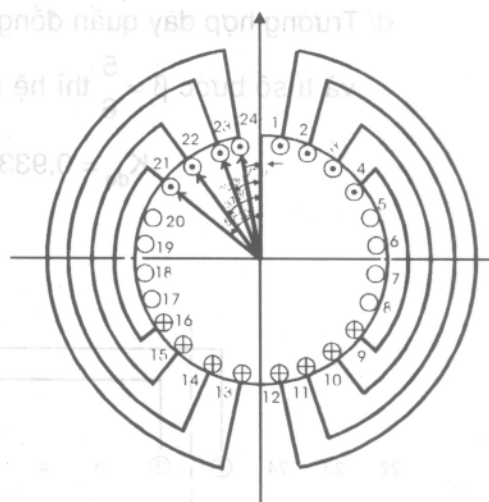
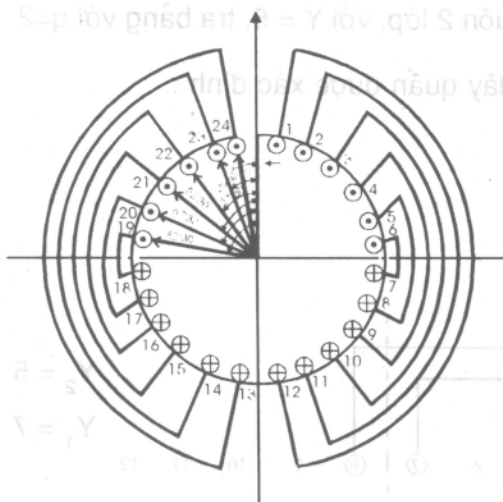
$$K_{dq} = 0,933$$



2. HỆ SỐ DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 1 PHA :

Đối với dây quấn động cơ 1 pha thì cuộn chạy thường được bố trí chiếm $\frac{2}{3}$ tổng số rãnh trên stator, chỉ còn chứa $\frac{1}{3}$ số rãnh còn lại cho cuộn đề. Như thế hệ số dây quấn của động cơ 1 pha được nâng lên.

Khảo sát sau đây chứng minh sự bố trí dây cho cuộn chạy chiếm $\frac{2}{3}$ tổng số rãnh là điều cần thiết.



So sánh hệ số dây quấn (K_{dq}) của động cơ 1 pha, có tổng số rãnh $Z=24$, số từ cực $2p = 2$, ta thấy :

Nếu bố trí cuộn chạy trên tất cả số rãnh	Nếu bố trí cuộn chạy chỉ chiếm 2/3 tổng số rãnh
$\cos 7^{\circ}30' = 0,992$	$\cos 7^{\circ}30' = 0,992$
$\cos 22^{\circ}30' = 0,924$	$\cos 22^{\circ}30' = 0,992$
$\cos 37^{\circ}30' = 0,793$	$\cos 37^{\circ}30' = 0,992$
$\cos 52^{\circ}30' = 0,609$	$\cos 52^{\circ}30' = 0,992$
$\cos 67^{\circ}30' = 0,383$	
$\cos 82^{\circ}30' = 0,131$	3,318
3,832	
$K_{dq} = 3,832 : 6 = 0,638$	$K_{dq} = 3,318 : 4 = 0,829$

Kết luận : Vậy khi bố trí cuộn chạy chỉ chiếm 2/3 tổng số rãnh trên stator thì hệ số dây quấn (K_{dq}) được nâng lên.

Từ nhận xét trên nếu gọi α_1 là góc lệch vị trí của cạnh dây thứ 1 so với trục từ cực, α_2 là góc lệch của cạnh dây thứ 2,... ta có lần lượt các trị số $\cos \alpha_1, \cos \alpha_2, \dots$

Và gọi K là tổng các trị số $\cos \alpha_1, \cos \alpha_2, \cos \alpha_3, \dots$

W_{nh} là tổng số vòng trong 1 nhóm cuộn/cực

W_1, W_2 là số vòng của từng cuộn được phân bố trong nhóm cuộn/cực thì số vòng dây của từng cuộn trong nhóm cuộn/cực phải được phân bố theo tỉ số :

$$\frac{W_1}{W_{nh}} = \frac{\cos \alpha_1}{K} = \frac{0,992}{3,318} = 0,299$$

$$\frac{W_2}{W_{nh}} = \frac{\cos \alpha_2}{K} = \frac{0,924}{3,318} = 0,278$$

$$\frac{W_3}{W_{nh}} = \frac{\cos \alpha_3}{K} = \frac{0,793}{3,318} = 0,239$$

$$\frac{W_4}{W_{nh}} = \frac{\cos \alpha_4}{K} = \frac{0,609}{3,318} = 0,183$$

Khi bộ dây quấn theo tỉ lệ trên thì hệ số dây quấn mới, được xác định như sau :

$$\begin{aligned} K_{dq} &= 0,299 \times \cos \alpha_1 + 0,278 \times \cos \alpha_2 + 0,239 \times \cos \alpha_3 + 0,183 \cos \alpha_4 \\ &= 0,296 + 0,257 + 0,189 + 0,111 \\ &= 0,853 \end{aligned}$$

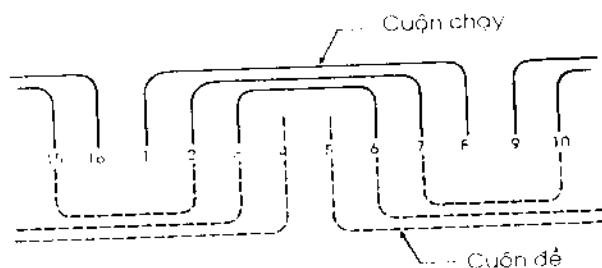
Hệ số dây quấn này so với hệ số dây quấn khi phân bố các cuộn có số vòng bằng nhau trong mỗi nhóm cuộn/cực thì cách phân bố sau đạt hệ số dây quấn cao hơn.

Ta có : $K_{dq} = 0,853 > K_{dq} = 0,829$

Sau đây là các dạng phân bố dây quấn thông dụng trong động cơ 1 pha đã được tính sẵn tỉ số phân bố và hệ số dây quấn (K_{dq}).

a/ *TRƯỜNG HỢP* $2P = 2, Z = 16, \alpha_r = 22^\circ 30'$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đề.



W_{nh}/A : số vòng của một nhóm cuộn/cực/pha chạy.

W_{nh}/B : số vòng của một nhóm cuộn/cực/pha đề.

Pha chạy

Pha đề

$$Y_7 = 0,414 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,414 W_{nh}/B$$

$$Y_5 = 0,351 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,351 W_{nh}/B$$

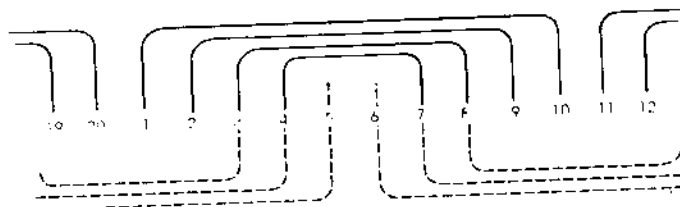
$$Y_3 = 0,235 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,235 W_{nh}/B$$

$$K_{kq} A = K_{dq} B = 0,829$$

b. TRƯỜNG HỢP $2P = 2, Z = 20, \alpha_r = 18^\circ$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đề.



Pha chạy

Pha đề

$$Y_9 = 0,325 W_{nh}/A$$

$$Y_9 = 0,382$$

$$Y_7 = 0,293 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,344$$

$$Y_5 = 0,233 W_{nh}/A$$

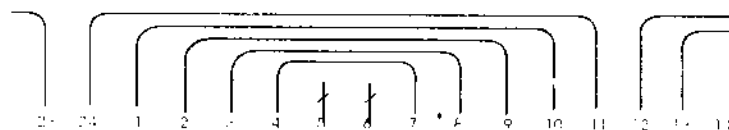
$$Y_5 = 0,273$$

$$Y_3 = 0,149 W_{nh}/A$$

$$K_{dq} A = 0,814$$

c. TRƯỜNG HỢP $2P = 2$, $Z = 24$, $\alpha_r = 15^\circ$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đứng.



– Cách 1 : *Pha chạy*

Pha đứng

$$Y_{11} = 0,268 W_{nh}/A$$

$$Y_{11} = 0,268 W_{nh}/B$$

$$Y_9 = 0,250 W_{nh}/A$$

$$Y_9 = 0,250 W_{nh}/B$$

$$Y_7 = 0,214 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,214 W_{nh}/B$$

$$Y_5 = 0,165 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,165 W_{nh}/B$$

$$Y_3 = 0,103 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,103 W_{nh}/B$$

$$K_{dq}A = K_{dq}B = 0,806$$

– Cách 2 : *Pha chạy*

Pha đứng

$$Y_{11} = 0,277 W_{nh}/A$$

$$Y_{11} = 0,323 W_{nh}/B$$

$$Y_9 = 0,263 W_{nh}/A$$

$$Y_9 = 0,323 W_{nh}/B$$

$$Y_7 = 0,294 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,229 W_{nh}/B$$

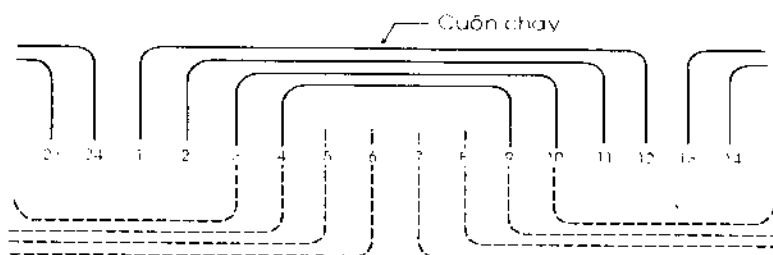
$$Y_5 = 0,146 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,124 W_{nh}/B$$

$$Y_3 = 0,109 W_{nh}/A$$

$$K_{dq}A = 0,809$$

– Cách 3 :



Pha chạy

$$Y_{11} = 0,300 W_{nh}/A$$

$$Y_9 = 0,278 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,239 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,183 W_{nh}/A$$

Pha đế

$$Y_{11} = 0,300 W_{nh}/B$$

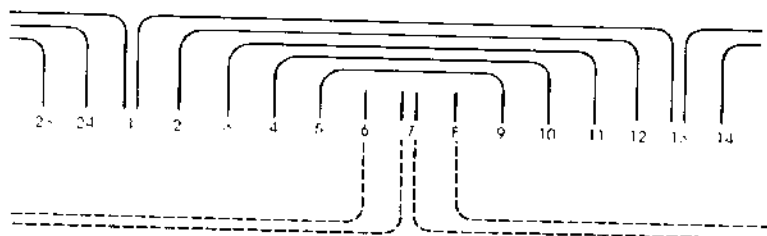
$$Y_9 = 0,278 W_{nh}/B$$

$$Y_7 = 0,239 W_{nh}/B$$

$$Y_5 = 0,183 W_{nh}/B$$

$$K_{dq}A = K_{dq}B = 0,854$$

– Cách 4 :



Pha chạy

$$Y_{11} = 0,141 W_{nh}/A$$

$$Y_9 = 0,273 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,245 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,200 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,141 W_{nh}/A$$

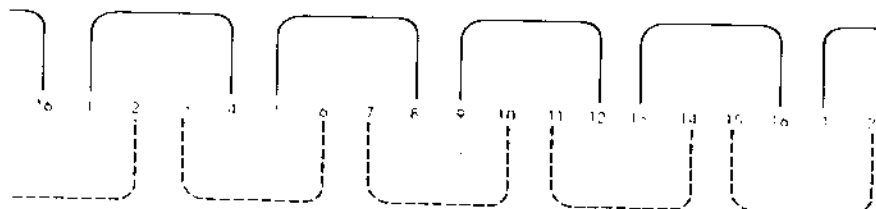
Pha đế

$$Y_{12} = 0,341 W_{nh}/B$$

$$Y_{10} = 0,659 W_{nh}/B$$

$$K_{dq}A = 0,828$$

d. TRƯỜNG HỢP $2p = 4, Z = 16 \alpha_1 = 45^\circ$



Cuộn chạy

$$Y_3 = 1,000 W_{nh}/A$$

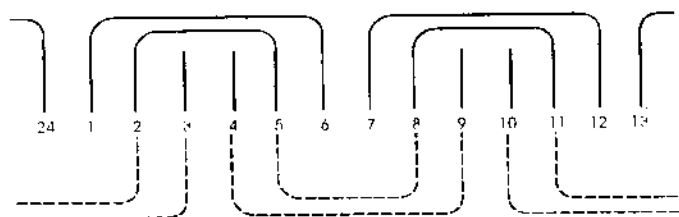
$$K_{dq} A = K_{dq} B = 0,924$$

Cuộn để

$$Y_3 = 1,000 W_{nh}/B$$

e. TRƯỜNG HỢP $2P = 4, Z = 24, \alpha_r = 30^\circ$

– Cách 1 : Phân bố dây quấn pha chạy và pha để



Pha chạy

$$Y_5 = 0,667 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,333 W_{nh}/A$$

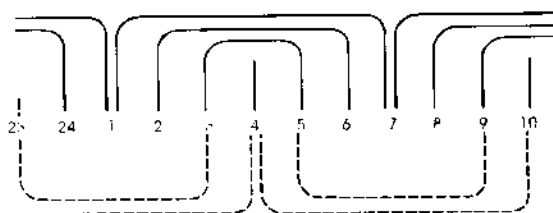
$$K_{dq} A = K_{dq} B = 0,879$$

Pha để

$$Y_5 = 0,667 W_{nh}/B$$

$$Y_3 = 0,333 W_{nh}/B$$

– Cách 2 :



Pha chạy

$$Y_6 = 0,268 W_{nh}/A$$

$$Y_4 = 0,464 W_{nh}/A$$

$$Y_2 = 0,268 W_{nh}/A$$

$$K_{dq} A = 0,804$$

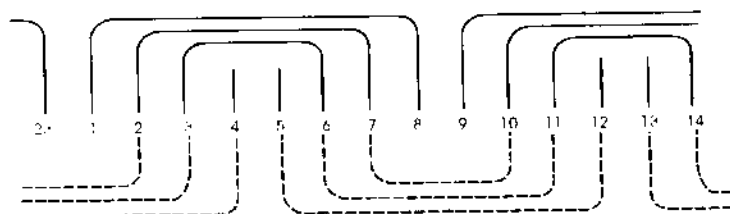
Pha để

$$Y_6 = 0,366 W_{nh}/B$$

$$Y_4 = 0,634 W_{nh}/B$$

f. TRƯỜNG HỢP $2p = 4, Z = 32, \alpha_r = 22^\circ 30'$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đề.



Pha chạy

$$Y_7 = 0,414 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,351 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,235 W_{nh}/A$$

Pha đề

$$Y_7 = 0,414 W_{nh}/B$$

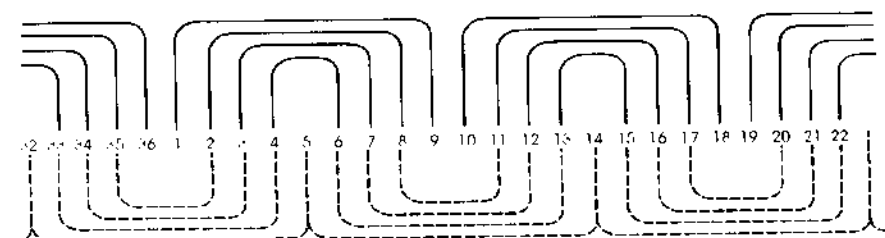
$$Y_5 = 0,351 W_{nh}/B$$

$$Y_3 = 0,235 W_{nh}/B$$

$$K_{dq} A = K_{dq} B = 0,829$$

g. TRƯỜNG HỢP $2p = 4, Z = 36, \alpha_r = 20^\circ$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đề :



– Cách 1 : Pha chạy

$$Y_8 = 0,347 W_{nh}/A$$

$$Y_6 = 0,305 W_{nh}/A$$

$$Y_4 = 0,226 W_{nh}/A$$

$$Y_2 = 0,120 W_{nh}/A$$

Pha đề

$$Y_9 = 0,185 W_{nh}/B$$

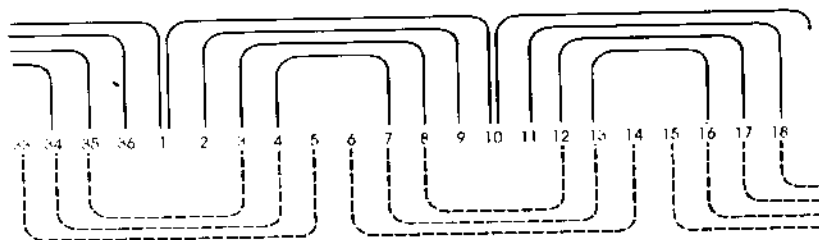
$$Y_7 = 0,347 W_{nh}/B$$

$$Y_5 = 0,283 W_{nh}/B$$

$$Y_3 = 0,185 W_{nh}/B$$

$$K_{dq} A = 0,792$$

– Cách 2 :



Pha chạy

$$Y_9 = 0,185 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,347 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,283 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,185 W_{nh}/A$$

Pha đề

$$Y_8 = 0,345 W_{nh}/B$$

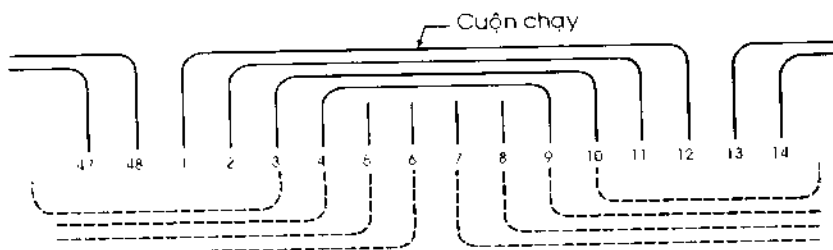
$$Y_6 = 0,347 W_{nh}/B$$

$$Y_4 = 0,258 W_{nh}/B$$

$$K_{qd} A = 0,820$$

h. TRƯỜNG HỢP $2p = 4$, $Z = 48$, $\alpha_r = 15^\circ$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đề.



Pha chạy

$$Y_{11} = 0,268 W_{nh}/A$$

$$Y_9 = 0,250 W_{nh}/A$$

$$Y_7 = 0,214 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,165 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,103 W_{nh}/A$$

Pha đế

$$Y_{11} = 0,300 W_{nh}/B$$

$$Y_9 = 0,278 W_{nh}/B$$

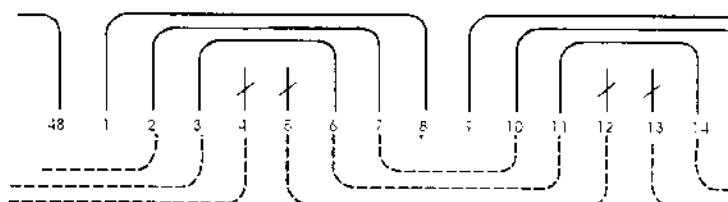
$$Y_7 = 0,239 W_{nh}/B$$

$$Y_5 = 0,184 W_{nh}/B$$

$$K_{dq} A = 0,806$$

k. TRƯỜNG HỢP $2p = 6$, $Z = 48$, $\alpha_r = 22^\circ 30'$

Phân bố dây quấn pha chạy và pha đế :



Pha chạy

$$Y_7 = 0,414 W_{nh}/A$$

$$Y_5 = 0,351 W_{nh}/A$$

$$Y_3 = 0,235 W_{nh}/A$$

Pha đế

$$Y_7 = 0,414 W_{nh}/B$$

$$Y_5 = 0,351 W_{nh}/B$$

$$Y_3 = 0,235 W_{nh}/B$$

$$K_{dq} A = K_{dq} B = 0,829$$

CHƯƠNG 7

TÍNH TOÁN SỐ LIỆU DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA VÀ 1 PHA

Trong trường hợp động cơ không còn lưu lại bộ dây quấn trên mạch từ, mà cần tính lại số liệu dây quấn của động cơ cho phù hợp với công suất định mức, điện áp nguồn điện, tốc độ quay... Tiến hành theo các bước sau.

I. XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ QUAY :

Để xác định tốc độ quay của động cơ, cần phải đo đường kính trong D_t và đường kính ngoài D_n của mạch từ stato. Lập tỷ số $\frac{D_n}{D_t}$, sau đó căn cứ vào bảng (1) so sánh tỷ số này tương ứng với số từ cực và tốc độ đồng bộ cho phép để động cơ vận hành đạt tối ưu.

Bảng quan hệ giữa $\frac{D_n}{D_t}$ và tốc độ của động cơ không đồng bộ với tần

số 50 Hz

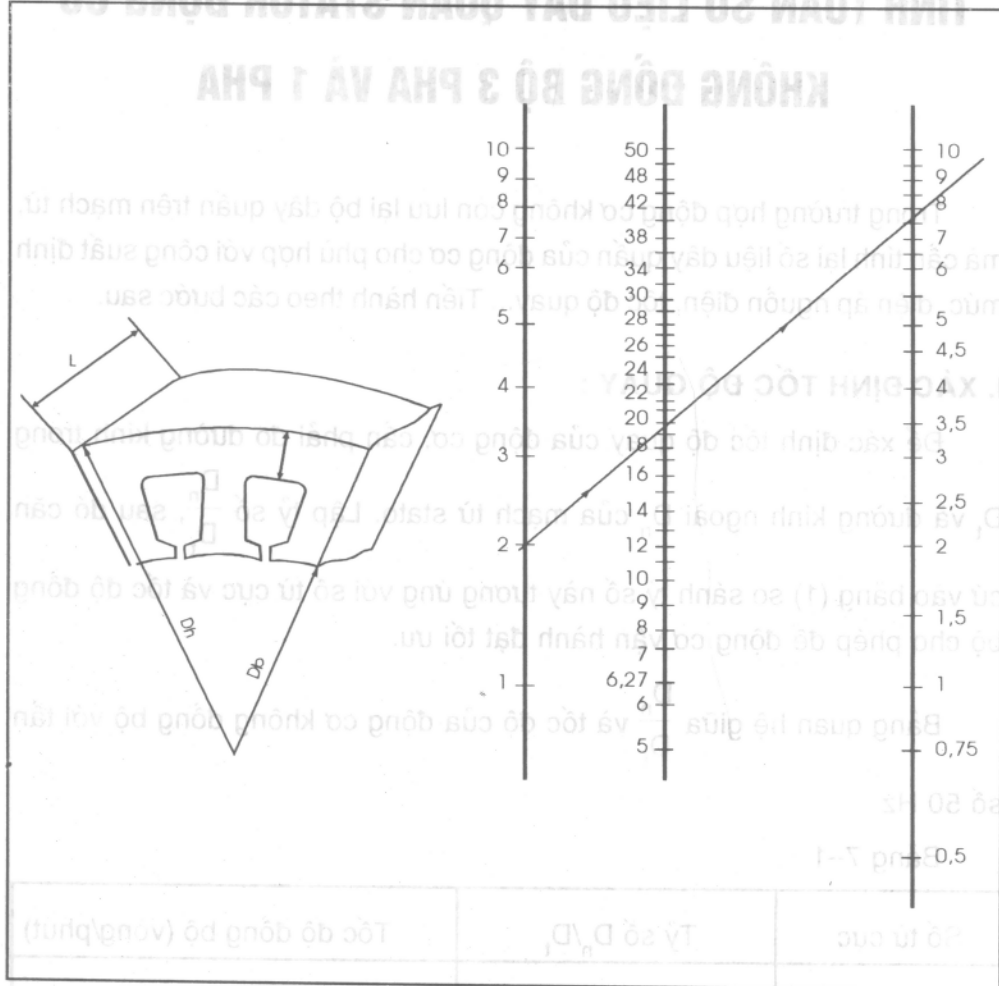
Bảng 7-1

Số từ cực	Tỷ số D_n/D_t	Tốc độ đồng bộ (vòng/phút)
2	1,8 – 2	3000
4	1,56 – 1,59	1500
6	1,41 – 1,43	1000
8 và 10	1,33 – 1,39	750 và 600

Theo bảng 7-1 trên, với tỷ lệ kích thước mạch từ nhất định, chỉ ứng với tốc độ cho phép, nếu chọn tốc độ cao hơn quy định, thì mật độ từ ở gông stato quá cao sẽ làm nóng mạch từ, làm động cơ vận hành không tốt.

II. ƯỚC TÍNH CÔNG SUẤT CỦA ĐỘNG CƠ :

Từ số liệu vừa xác định trên, có thể dùng số đồ hình 7-1 để ước tính công suất của động cơ công suất dưới 10Kw.



Hình 7-1 : SỐ ĐỒ ĐỂ TÌM CÔNG SUẤT KHI BIẾT SỐ ĐÔI CỰC VÀ ĐƯỜNG KÍNH TRONG STATO.

(Động cơ không đồng bộ dưới 10 kW)

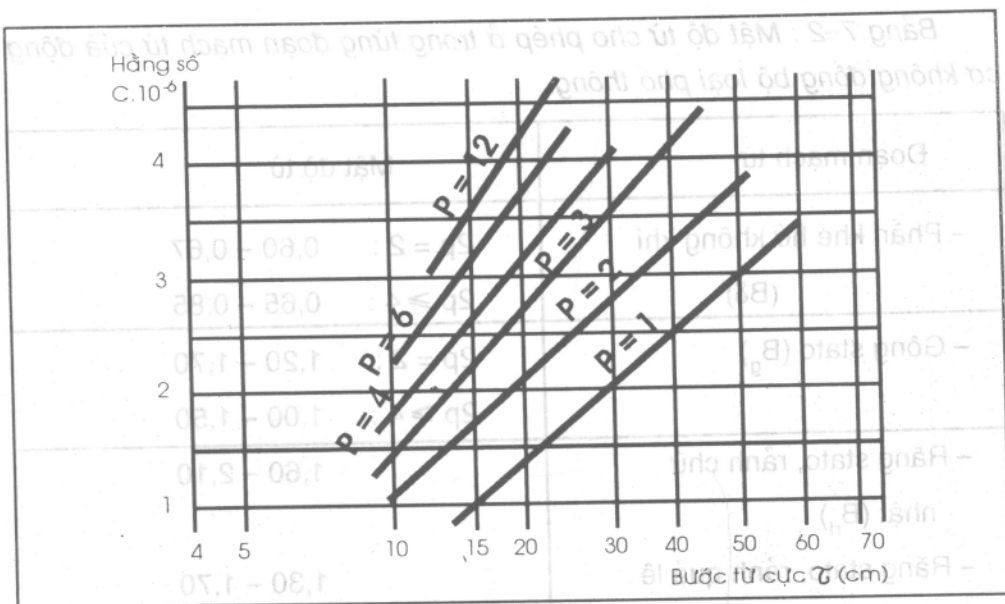
Có thể ước tính công suất động cơ theo công thức :

$$P = C \cdot D_t^2 \cdot L \cdot n \text{ (KW)}$$

D_t và L : đường kính trong và chiều dài stato (cm)

n : tốc độ đồng bộ của động cơ (vòng/phút)

C : hằng số công suất tra theo biểu đồ hình 7-2



Hình 7-2 : QUAN HỆ GIỮA τ VÀ $C \cdot 10^{-6}$ TẠI CÁC CẤP CỰC KHÁC NHAU

III. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH TÍNH SỐ LIỆU DÂY QUẤN CỦA ĐỘNG CƠ 3 PHA :

Khi muốn tính toán dây quấn của động cơ không đồng bộ, ta phải lấy số liệu sau : đường kính trong D_i , đường kính ngoài D_n và các số liệu kích thước khác của mạch từ stato, tổng số rãnh trên stato, dạng dây quấn và cách thông gió giải nhiệt của động cơ.

Sau đó trình tự tính toán các số liệu :

Bước 1 : Xác định tốc độ quay của động cơ (mục I)

Bước 2 : Ước tính công suất của động cơ (mục II)

Bước 3 : Tính bước từ cực :

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_t}{2p} \text{ (cm)}$$

Bước 4 : Từ thông mỗi từ cực :

$$\Phi = 0,637 \cdot \tau \cdot L \cdot B\delta \cdot 10^{-4} \text{ (wb)}$$

$B\delta$: mật độ từ trong khe hở không khí (wb/m^2)

(tra trong bảng (4))

L : chiều dài stato (cm)

Bảng 7-2 : Mật độ từ cho phép ở trong từng đoạn mạch từ của động cơ không đồng bộ loại phổ thông.

Đoạn mạch từ	Mật độ từ
– Phần khe hở không khí (B _đ)	2p = 2 : 0,60 – 0,67 2p ≥ 4 : 0,65 – 0,85
– Gông stato (B _g)	2p = 2 : 1,20 – 1,70 2p ≥ 4 : 1,00 – 1,50
– Răng stato, rãnh chữ nhật (B _{r1})	1,60 – 2,10
– Răng stato, rãnh quả lê hoặc hình thang (B _{r1})	1,30 – 1,70
– Răng roto, rãnh chữ nhật (B _{r2})	1,60 – 2,20
– Răng roto, quả lê hoặc hình thang (B _{r2})	1,40 – 1,80
– Gông roto B _{g2}	1,00 – 1,60

Bước 5 : Kiểm nghiệm lại mật độ từ ở phần gông stato và phần răng stato.

Có thể dùng các công thức sau :

+ Mật độ từ ở phần gông stato :

$$B_g = \frac{\Phi \cdot 10^4}{2h_g \cdot L \cdot 0,95} \text{ (wb/m}^2\text{)}$$

Trong đó :

Φ : từ thông mỗi từ cực (wb)

L : chiều dài mạch từ stato (cm)

h_g : bề dày gông stato (cm)

+ Mật độ từ ở phần răng stato :

$$B_r = \frac{1,57 \cdot \Phi \cdot 10^4}{\frac{Z}{2p} \cdot b_r \cdot L \cdot 0,95} \quad (\text{wb/m}^2)$$

Z : tổng số răng của phần stato

$2p$: số từ cực

b_r : bề rộng răng trung bình tùy theo dạng rãnh (cm)

Nếu kết quả các trị số B_g và B_r so với bảng (7-2) không chênh lệch nhiều với khoảng cho phép, thì có thể tiến hành tính toán dây quấn tiếp tục. Nếu không thỏa điều kiện cho phép phải hiệu chỉnh lại số từ cực.

Bước 6 : Tính số vòng dây nối tiếp trong mỗi pha. Trong bước tính này, cần phải chọn chính xác các hệ số dây quấn K_{dq} và hệ số K_E rất đáng kể trong trường hợp tính dây quấn cho động cơ có công suất nhỏ, vì do điện áp giáng trong động cơ nhỏ tương đối lớn.

Bảng 7-3 Hệ số K_E có thể chọn theo bảng 7-3 sau :

S_ϕ (cm ²)	15-50	50-100	100-150	150-400	> 400
K_E	0,75 - 0,86	0,86 - 0,90	0,90 - 0,93	0,93 - 0,95	0,96 - 0,97

Đối với động cơ có công suất nhỏ, $S_\phi < 15 \text{ cm}^2$ có thể chọn thấp hơn $K_E : 0,65 - 0,70$.

Còn hệ số dây quấn K_{dq} phụ thuộc vào cách trải dây ở mỗi từ cực, tỷ số bước ngắn $\frac{Y}{\tau}$ được xác định theo bảng 7-4 sau :

Bảng 7-4 : Bảng hệ số dây quấn của ĐCKĐB 3 pha

Số rãnh cực /pha q)	Hệ số rãnh dây (K_p)	TỈ SỐ BƯỚC $\beta = \frac{Y}{\tau}$											
		1	$\frac{14}{15}$	$\frac{11}{12}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{13}{15}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{12}{15}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{11}{15}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$
1	1,000	1,000	0,994	0,991	0,985	0,978	0,966	0,951	0,940	0,924	0,914	0,866	0,707
2	0,966	0,966	0,960	0,957	0,951	0,945	0,933	0,918	0,908	0,892	0,882	0,836	0,682
3	0,960	0,960	0,954	0,951	0,945	0,939	0,927	0,913	0,902	0,887	0,877	0,831	0,679
4	0,958	0,958	0,952	0,949	0,943	0,937	0,925	0,911	0,900	0,885	0,875	0,829	0,677
5	0,957	0,957	0,951	0,948	0,942	0,936	0,924	0,910	0,899	0,884	0,874	0,828	0,676
6 + 8	0,956	0,956	0,950	0,947	0,941	0,935	0,923	0,909	0,898	0,883	0,873	0,827	0,675

Sau khi xác định các hệ số K_E và hệ số dây quấn K_{dq} ta tính số vòng dây nối tiếp trong mỗi pha theo công thức :

$$W_f = \frac{K_E \cdot U_f}{4 \cdot K_s \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{dq}}$$

U_f : điện áp pha của mỗi cuộn pha

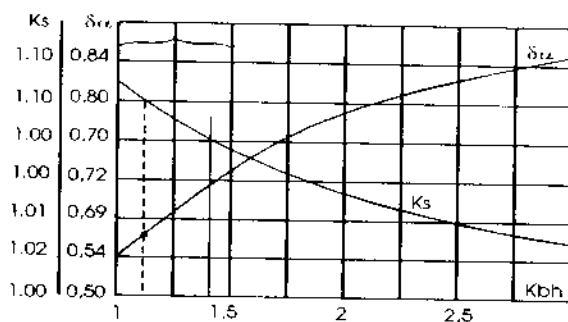
Φ : từ thông mỗi từ cực

f : tần số dòng điện

K_E : hệ số điện áp giáng

K_{dq} : hệ số dây quấn

K_s : hệ số sóng, chọn K_s : 1,07 – 1,11



Hình 7-3

Bước 7 : Số vòng dây mỗi cuộn và số dây dẫn trong rãnh. Biết tổng số vòng/pha, thì dễ dàng xác định số vòng dây phân bố cho mỗi nhóm cuộn/pha tùy theo dạng dây quấn và cách đấu dây tạo từ cực. Số dây dẫn trong mỗi rãnh được xác định :

Đối với dây quấn 1 lớp :

$$N_r = \frac{3 \cdot 2 \cdot W_f}{Z_s}$$

+ Đối với dây quấn 2 lớp :

$$N_A = N_B = N_C = \frac{N_r}{2}$$

Bước 8 : Tính tiết diện dây dẫn s_d :

Biết tiết diện toàn bộ của rãnh S_r và số dây dẫn N_r chứa trong mỗi rãnh, có thể xác định tiết diện dây dẫn :

$$s_d = \frac{f_r \cdot S_r}{N_r} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Trong đó f_r là hệ số lợi dụng rãnh ở trong khoảng 0,30 – 0,45. Bởi vì f_r phụ thuộc vào hệ số lợi dụng dây đồng f_{cu} , hệ số lấp dây f_{ld} và hệ số dùng cách điện f_{cd} . Ta có :

$$f_r = f_{cu} \cdot f_{ld} \cdot f_{cd}$$

f_{cu} : khoảng 0,59 – 0,80

f_{ld} : 0,70 – 0,75

f_{cd} : 0,72 – 0,80

Nhận xét trên, nếu dây đồng tròn tráng ê-may mỏng (0,02 – 0,03 mm) cách điện tốt, rãnh được lót giấy cách điện mỏng tốt, thì hệ số f_r có thể đạt đến $f_r = 0,45$. Thông thường chọn theo bảng 7-5.

Bảng 7-5 : Hệ số lợi dụng rãnh f_r

Loại dây dùng	f_r
- Dây đồng tròn tráng men tốt, lót cách điện tốt	0,37 -- 0,41
- Dây đồng tròn tráng men thường	0,34 -- 0,36
- Dây đồng tròn bọc 1 lớp cotton	0,30 -- 0,34
- Dây đồng tròn bọc 2 lớp sợi cotton	0,28 -- 0,30

Biết tiết diện dây s_d tính dễ dàng đường kính dây bằng cách tra theo bảng 7-6

BẢNG 7-6 : KHỐI LƯỢNG VÀ QUY CÁCH DÂY ĐỒNG TRÒN
(Ở nhiệt độ 15°C)

Đường kính dây tròn (mm)	Tiết diện (mm ²)	Khối lượng dây dài 1km (kg)	Điện trở dây dài 1km (Ω)	Đường kính dây (mm)	Tiết diện (mm ²)	Khối lượng dây dài 1km (kg)	Điện trở dây dài 1km (Ω)
1	2	3	4	5	6	7	8
0,05	0,00196	0,01746	9100	0,77	0,466	4,14	36,9
0,06	0,00283	0,0252	6310	0,80	0,503	4,47	34,2
0,07	0,00383	0,0342	4630	0,83	0,541	4,81	31,8
0,08	0,00503	0,0447	3550	0,86	0,581	5,16	29,6
0,09	0,00636	0,0566	2810	0,90	0,636	5,66	27,0
0,10	0,00785	0,0698	2270	0,93	0,679	6,04	25,3
0,11	0,00950	0,0845	1813	0,96	0,724	6,43	23,8
0,12	0,01131	0,1005	1524	1,00	0,785	6,78	21,9
0,13	0,01327	0,1180	1296	1,04	0,849	7,55	20,3
0,14	0,01539	0,1368	1118	1,08	0,916	8,14	18,79
0,15	0,01767	0,1571	974	1,12	0,985	8,75	17,47

0,16	0,02010	0,1788	856	1,16	1,057	9,40	16,28
0,17	0,0227	0,202	758	1,20	1,131	10,05	15,22
0,18	0,0255	0,226	674	1,25	1,227	10,91	14,02
0,19	0,0284	0,252	606	1,30	1,327	11,80	12,96
0,20	0,0314	0,279	548	1,35	1,431	12,73	12,01
0,21	0,0346	0,308	497	1,40	1,539	13,69	11,18
0,23	0,0415	0,369	415	1,45	1,651	14,68	10,41
0,25	0,0491	0,436	351	1,50	1,767	15,71	9,74
0,27	0,0573	0,509	300	1,56	1,911	16,99	9,00
0,29	0,0661	0,578	260	1,62	2,06	18,32	8,36
0,31	0,0661	0,671	228	1,68	2,22	19,71	7,75
0,33	0,0855	0,760	201	1,74	2,38	21,1	7,23
0,35	0,0962	0,855	178,8	1,81	2,57	22,9	6,70
0,38	0,1134	1,008	151,8	1,88	2,78	24,7	6,19
0,41	0,1320	1,173	130,3	1,95	2,99	26,5	5,76
0,44	0,1521	1,352	113,2	2,02	3,20	28,5	5,38
0,47	0,1735	1,542	99,2	2,10	3,46	30,8	4,97
0,49	0,1886	1,676	91,3	2,26	4,01	35,7	4,29
0,51	0,201	1,816	84,1	2,44	4,68	41,6	3,68
0,53	0,221	1,961	77,8	2,63	5,43	48,3	3,17
0,55	0,238	2,11	72,3	2,83	6,29	55,9	2,73
0,57	0,255	2,27	67,5	3,05	7,31	65,0	2,35
0,59	0,273	2,43	63,0	3,28	8,45	75,1	2,04
0,62	0,302	2,68	57,0	3,53	9,79	87,0	1,758
0,64	0,322	2,86	53,4	3,80	11,34	100,8	1,581
0,67	0,353	3,13	48,7	4,10	13,20	117,4	1,303
0,69	0,374	3,32	46,0	4,50	15,90	141,4	1,082
0,72	0,407	3,62	42,3	4,80	18,10	160,9	0,951
0,74	0,430	3,82	40,0	5,20	21,20	188,8	0,812

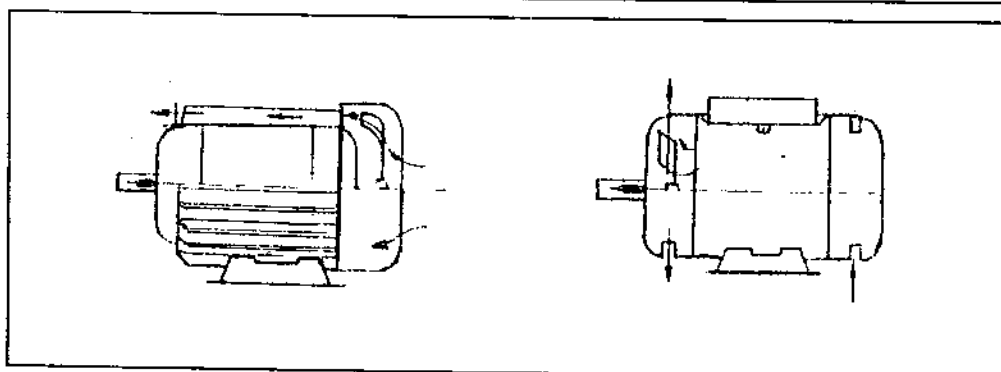
Bước 9 : Xác định dòng điện I_f cho phép trong cuộn pha. Tùy theo dạng động cơ kiểu kín hoặc kiểu hở và cách thông gió giải nhiệt mà ta chọn mật độ dòng J để xác định dòng điện I_f cho phép trong mỗi cuộn pha như sau :

$$I_f = J \cdot S_d \quad (A)$$

Mật độ dòng J có thể chọn theo bảng 7-7 sau :

Bảng 7-7

KIỂU ĐỘNG CƠ	CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ		
	1-10 Kw	10-50 Kw	50-100 Kw
Động cơ kiểu hở, thông gió bên trong (H1)	(A/mm ²) 6 – 6,5	(A/mm ²) 5,5 – 6,5	(A/mm ²) 5 – 6
Động cơ kiểu kín, thổi gió ngoài (H2)	4,5 – 5	4,5 – 5	3,5 – 4,5



Hình 7-5 : ĐỘNG CƠ KIỂU KÍN

Hình 7-4 : ĐỘNG CƠ KIỂU HỞ

Đối với động cơ có công suất nhỏ dưới 0,6 Kw có thể chọn mật độ dòng J đến 8,5 A/mm².

Bước 10 : Kiểm tra lại hệ số lấp đầy $K_{ld} \leq 0,75$

Tùy theo dạng rãnh chữ nhật, quả lê và cách lót cách điện tính tiết diện rãnh còn trống S_f rồi tính hệ số lấp đầy K_{ld} theo công thức :

$$K_{ld} = \frac{N_f d_{cd}^2}{S_f} \leq 0,75$$

Trong đó :

S_f : diện tích khoảng trống còn lại sau khi lót giấy cách điện và nôm rãnh.

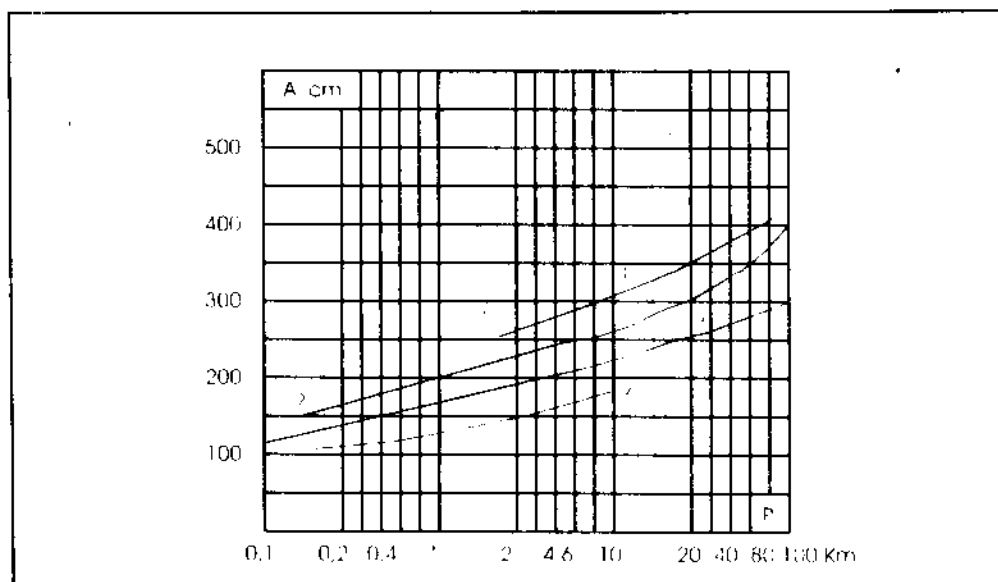
d_{cd} : đường kính dây kể cả lớp email cách điện.

Bước 11 : Nghiệm lại phụ tải đường A.

Áp dụng công thức :

$$A = \frac{N_r \cdot Z \cdot I_f}{\pi \cdot D_t} \text{ A/cm}$$

Đưa vào biểu đồ hình 7-6 xác định trị số A phải thỏa điều kiện trong khoảng cho phép. Nếu phụ tải đường A quá cao, phải hiệu chỉnh lại bằng cách giảm mật độ dòng điện J để hạ dòng điện I_f trong cuộn pha xuống, cho phụ tải đường A thỏa điều kiện cho phép.



Hình 7-6 : ĐƯỜNG CONG (1) VÀ (2) CHO ĐỘNG CƠ KIỂU BẢO VỆ, GIÓ THỔI MẠNH (1), THỔI GIÓ BÌNH THƯỜNG (2)

Đường cong (3) và (4) cho động cơ kiểu kín, thổi gió mạnh (3), thổi gió bình thường (4)

Bước 12 : Tính công suất định mức P_{dm} của động cơ :

Áp dụng công thức :

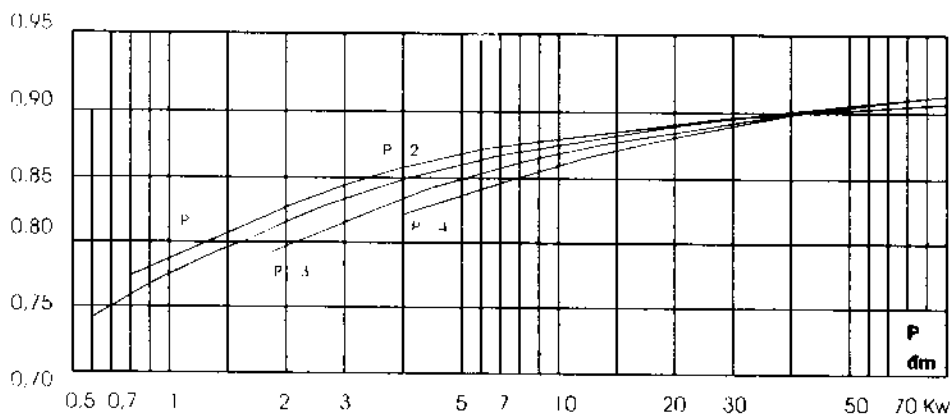
$$P_{dm} = 3U_f \cdot I_f \cos \varphi \cdot \eta \cdot 10^{-3} \quad (\text{Kw})$$

Trong đó chọn :

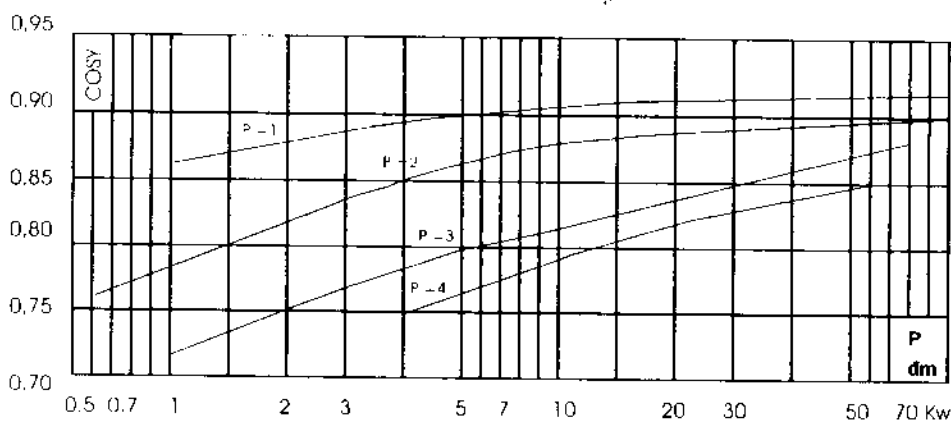
$\cos \varphi$: với $2p = 2$ $\cos \varphi$: 0,85 + 0,92

với $2p \geq 4$ $\cos \varphi$: 0,72 – 0,90

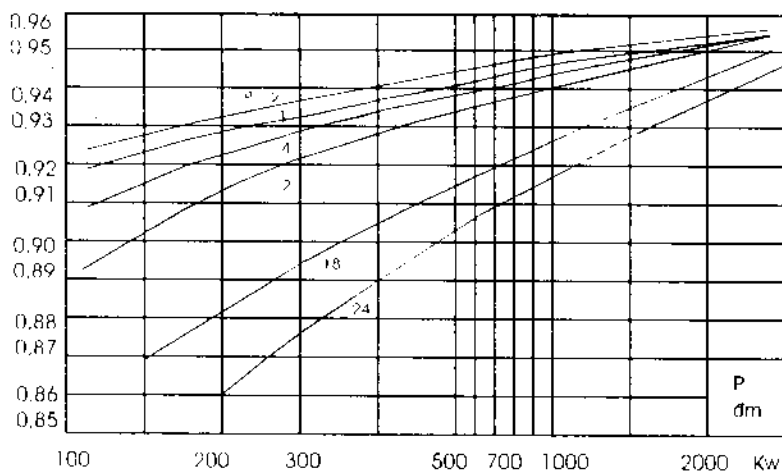
Hiệu suất η : 0,75 + 0,90



Hình 7-7 : HIỆU SUẤT CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA LỒNG SÓC KIỂU BẢO VỆ.



Hình 7-8 : $\cos \varphi$ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA LỒNG SÓC KIỂU BẢO VỆ



Hình 7-9 : HIỆU SUẤT CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA RUỘT QUẤN.

Bảng 7-8 : Quan hệ hiệu suất η , hệ số công suất $\cos \varphi$ theo công suất định mức P_{dm} (KW) (dòng điện P_{dmpha} tính theo bộ dây đầu Δ/Y với điện áp nguồn định mức 220V/380V)

P_{dm} (KW)	2p	$\eta\%$	$\cos\varphi$	I_{dmpha} (A)
0.4	6	68	0.65	1,37
0.6	4	72	0.76	1,66
	6	70	0.68	1,91
0.8	2	78	0.86	1.81
	4	74.5	0.78	2,1
	6	73	0.71	2,34
1.1	2	79,5	0.87	2,41
	4	78	0.80	2,67
	6	76	0,73	3
1.5	2	80,5	0.88	3,21
	4	80	0,81	3,51
	6	79	0,75	3,84
2.2	2	83	0,89	4,51
	4	82,5	0,83	4,87
	6	81	0,77	5,34
	8	81	0,69	3,96

P_{dm} (KW)	2p	$\eta\%$	$\cos\varphi$	I_{dmpha} (A)
3	2	84,5	0,89	6,04
	4	83,5	0,84	6,48
	6	83	0,78	7,02
	8	81,5	0,70	7,97

4	2	85,5	0,89	7,96
	4	86	0,85	8,29
	6	84,5	0,79	9,08
	8	84	0,71	10,16
5	2	87	0,90	10,64
	4	88	0,86	11,01
	6	85,5	0,81	12,03
	8	85	0,72	13,62
7,5	2	88	0,91	14,19
	4	88,5	0,87	14,76
	6	87	0,82	15,93
	8	86,5	0,81	16,22

P_{dm} (KW)	2p	$\eta\%$	$\cos\varphi$	I_{dmpha} (A)
10	2	88	0,89	19,34
	4	89	0,88	19,34
	6	88	0,89	19,34
	8	87,5	0,83	20,86
13	2	88,5	0,9	24,73
	4	88,5	0,89	25
	6	88	0,89	25,15
	8	89	0,84	26,35
17	2	87	0,9	32,9
	4	89	0,89	32,52
	6	90	0,9	31,8
	8	89,5	0,85	33,86
22	2	88	0,9	42,09
	4	90	0,9	41,15
	6	90,5	0,9	40,92
	8	90,5	0,85	43,33

Bảng 7-9 : Theo nhà sản xuất AEG (Berlin)

Động cơ có 2 tụ điện (1 làm việc thường trực, 1 khởi động)

$$m_l = (I_{mm}/I_{dm}) = 3,5 \text{ đến } 4,5$$

P_{dm} (HP)	n_{dm} (vòng/phút)	$\cos\varphi$	$\eta\%$	I_{dm} (A)		$m_M = \frac{M_{run}}{M_{dm}}$
				$U_{dm} = 110V$	$U_{dm} = 220V$	
1/4	2830	0,95	64	2,7	1,35	1,3 + 1,5
1/2	2850	0,95	70	4,8	2,4	1,3 + 1,5
3/4	2870	0,95	73	7,2	3,6	1,3 + 1,5
1	2900	0,95	75	9,4	4,7	1,3 + 1,5
1/8	1400	0,95	54	1,6	0,8	1,5
1/4	1410	0,95	63	2,7	1,35	1,5
1/2	1420	0,95	68	5	2,5	1,5
3/4	1430	0,95	70	7,4	3,7	1,5
1	1440	0,95	73	9,8	4,9	1,5

IV. Một số ví dụ mẫu

Ví dụ 1 : Một động cơ máy bơm nước 3 pha hiệu FIMET có thể máy, kiểu kín, vỏ khía. Kích thước mạch từ đo được : $D_n = 130$, $D_t = 75$, $L = 52$, $Z = 24$, $h_g = 13$ kích thước rãnh quả lê (xem hình vẽ). Hãy tính số liệu dây quấn động cơ để phục hồi quấn lại bộ dây quấn dạng đồng tâm xếp lớp, 1 lớp, bước ngắn, với $2p = 2$.

GIẢI

FIMET

MADE IN ITALY

KW : 0.75

VOLTS : 220/380

AMPS : 2,36/1,37

GIRI : 2820

HZ : 50

1 Kiểm tra tốc độ của động cơ ghi trên thẻ máy :

Lập tỉ số :

$$\frac{D_n}{D_t} = \frac{130}{75} = 1,73$$

Tra bảng 7-1 ta thấy tỉ số $k = 1,73$ gần khoảng cho phép $[1,8 - 2,0]$ nên có thể thực hiện được với số từ cực $2p = 2$. (tốc độ $n = 2820$ vòng/ph).

2 Bước từ cực :

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_t}{2p} = \frac{3,14 \times 7,5}{2} = 11,77 \text{ cm}$$

3 Kiểm tra lại công suất của động cơ ghi trên thẻ máy :

Áp dụng công thức : $P = C \cdot D_t^2 \cdot L \cdot n$ (Kw)

Chọn hằng số Arnold $C = 1 \cdot 10^{-6}$, với $D_t = 7,5$, $L = 5,2$, $n = 3000$ vòng/ph. Ta có :

$$P = 10^{-6} \cdot 7,5^2 \cdot 5,2 \cdot 3000 = 0,877 \text{ Kw}$$

4 Từ thông ở mỗi từ cực :

Các thông số Φ , B_g và B_r được xác định theo mật độ từ $B\delta$. Ta có :

$$\Phi = 0,64 \cdot \tau \cdot L \cdot B\delta$$

$$= 0,64 \cdot 11,77 \cdot 5,2 \cdot 10^{-4} \cdot B\delta = 39,17 \cdot 10^{-4} B\delta$$

$$B_g = \frac{\Phi \cdot 10^4}{2h_g \cdot L \cdot 0,95} = \frac{39,17 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{2 \cdot 1,3 \cdot 5,2 \cdot 0,95} = 3,049 B\delta$$

$$B_r = \frac{1,57 \Phi \cdot 10^4}{\frac{Z}{2p} \cdot b_r \cdot L \cdot 0,95} = \frac{1,57 \cdot 39,17 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{\frac{24}{2} \cdot 0,48 \cdot 5,2 \cdot 0,95} = 2,161 B\delta$$

Dò xét các thông số Φ , B_g và B_r ta chọn $B\delta = 0,55 \text{ wb/m}^2$ khi đó :

$$\Phi = 39,17 \cdot 10^{-4} B\delta = 39,17 \cdot 10^{-4} \cdot 0,55 = 21,543 \text{ weber (wb)}$$

$$B_g = 3,049 B\delta = 3,049 \cdot 0,55 = 1,677 \text{ weber/m}^2 \text{ (wb/m}^2\text{)}$$

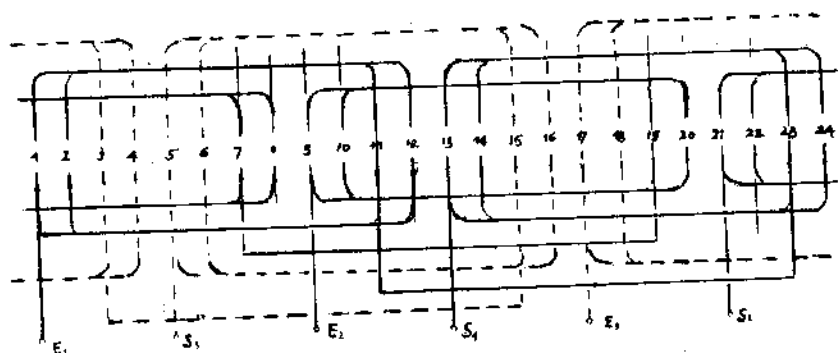
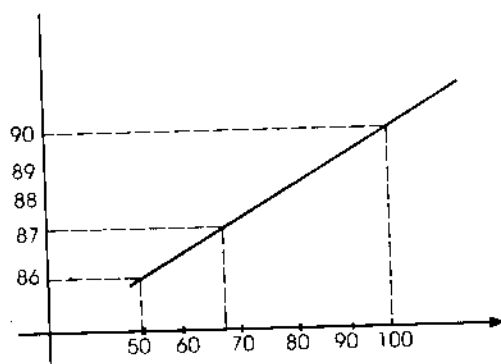
$$B_r = 2,161 B\delta = 2,161 \cdot 0,55 = 1,188 \text{ weber/m}^2 \text{ (wb/m}^2\text{)}$$

Đối chiếu với bảng B_g và B_r nằm trong khoảng cho phép nên thỏa điều kiện.

5 Số vòng dây cho mỗi cuộn pha (W_f)

- Chọn hệ số K_E :

Với diện tích từ cực $S_{tc} = \tau \cdot L = 11,77 \times 5,2 = 61,2 \text{ cm}^2$, tra bảng (5) chọn $K_E = 0,87$.



- Chọn hệ số dây quấn K_{dq} : Vì dây quấn 1 lớp, có $q = 4$ nên tra bảng 7-4 ta có hệ số dây quấn $K_{dq} = 0,958$.

Vậy số vòng dây cho mỗi pha với điện áp định mức $U_{dm} = 220V$ tần số $f = 50 \text{ Hz}$ ta được :

$$\begin{aligned}
 W_f &= \frac{K_E \cdot U_{dm}}{4,4 \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{dq}} \\
 &= \frac{0,87 \times 220 \times 10^4}{4,4 \cdot 50 \cdot 21,543 \cdot 0,958} = 421 \text{ vòng}
 \end{aligned}$$

Số vòng dây cho mỗi cuộn :

$$W_c = \frac{W_r}{4 \text{ cuộn / pha}} = \frac{421}{4} = 105 \text{ vòng}$$

6 Tính đường kính dây dẫn :

– Với kích thước rãnh quả lê có diện tích rãnh :

$$\begin{aligned} S_r &= \frac{1}{2} h (a + b) + \frac{\pi D^2}{8} \\ &= \frac{1}{2} 9 (5 + 8) + \frac{3,14 \cdot 8^2}{8} = 83,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

– Chọn hệ số lợi dụng rãnh $f_r = 0,35$, ta có tiết diện dây dẫn :

$$S_d = \frac{f_r \cdot S_r}{N_r} = \frac{0,35 \times 83,6}{105} = 0,278 \text{ mm}^2$$

Vậy đường kính dây dẫn được xác định :

$$d = 1,13\sqrt{S_d} = 1,13\sqrt{0,278} = \varnothing 0,60 \text{ mm}$$

Nếu vỏ bọc ê-may dày $0,025 \times 2 = 0,05 \text{ mm}$ thì đường kính dây kể cả lớp bọc ê-may.

$$d_{cd} = \varnothing (0,60 + 0,05) = \varnothing 0,65 \text{ mm}$$

7 Kiểm tra lại hệ số lấp đầy (K_{ld}) :

Với diện tích rãnh $S_r = 83,6 \text{ mm}^2$, sau khi lột giấy cách điện và nêm rãnh, còn lại diện tích rãnh trống để chứa dây :

$$S_t = 0,8 S_r = 0,8 \cdot 83,6 \text{ mm}^2 = 66,88 \text{ mm}^2$$

Vậy hệ số lấp đầy K_{ld} được xác định :

$$K_{ld} = \frac{N_r \cdot (d_{cd})^2}{S_t} = \frac{105 \times (0,65)^2}{66,88} = 0,66$$

Vậy kết quả $K_{ld} = 0,66 < 0,75$ nên cho phép việc cho dây vào rãnh dễ dàng, thỏa điều kiện.

8 Tính dòng điện định mức (I_f) :

Động cơ kiểu kín, thông gió ngoài theo bảng 7-7 ta chọn mật độ dòng $J = 5 \text{ A/mm}^2$. Ta có dòng điện định mức :

$$I_{dm} = J \times S_d = 5 \text{ A/mm}^2 \times 0,278 \text{ mm}^2 = 1,39 \text{ A}$$

Dòng điện không tải I_o :

Với $2p = 2$, có $p = 1$, khe hở không khí giữa stator và rotor là $\delta = 0,05 \text{ cm}$, dòng điện I_o được xác định :

$$I_o = \frac{B\delta \cdot \delta \cdot p \cdot 10^4}{K_{dq} \cdot W_f} = \frac{0,55 \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot 10^4}{0,958 \cdot 420 \text{ vòng}} = 0,68 \text{ A}$$

So với I_f thì dòng điện I_o đạt tỉ lệ 49%.

9 Nghiệm lại phụ tải đường (A) :

Ta có công thức :

$$A = \frac{N_r \cdot Z \cdot I_f}{\pi \cdot D_t} = \frac{105 \cdot 24 \cdot 1,39}{3,14 \times 7,5} = 148,7 \text{ A/cm}$$

So với đường cong số 3 trong biểu đồ, nằm trong trị số cho phép $A = 150 \text{ A/cm}$. Ứng với công suất động cơ $P = 0,8 \text{ Kw}$.

10 Xác định công suất định mức của động cơ :

Động cơ 3 pha này có tốc độ quay $n = 2820 \text{ vòng/ph}$, nên chọn các hệ số công suất $\cos \varphi = 0,90$ và hiệu suất $\eta = 0,90$.

Ta có công suất của động cơ 3 pha :

$$\begin{aligned} P &= 3 \cdot U_{dm} \cdot I_{dm} \cdot \cos \varphi \cdot \eta \text{ (watt)} \\ &= 3 \cdot 220^V \cdot 1,39^A \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 743 \text{ watt} \\ &\approx 1 \text{ HP} \end{aligned}$$

Các thông số thực tế của động cơ FIMET :

- P : 0,75 Kw hay 1 HP
- V : 220/380
- A : 2,36/1,37
- RPM : 2820 vòng/ph
- HZ : 50

Số vòng dây cho mỗi pha	:	412 vòng
Số vòng dây cho mỗi cuộn	:	103 vòng
Cỡ dây (d)	:	Ø 0,60 mm

Ví dụ 2 : Tính toán dây quấn stator của 1 động cơ 3 pha DINUCO có:

$Z = 36$, kích thước stator $D_t = 94$, $D_n = 161$, $b_r = 4,5$, $h_g = 14$

$L = 70$ (theo hình vẽ). Thực hiện dây quấn đồng khuôn 1 lớp, đấu cực giả. Động cơ vận hành với nguồn điện 3 pha 220/380v – 50 Hz.

Giải

$$1/ \text{Xác định tốc độ : } \frac{D_n}{D_t} = \frac{161}{94} = 1,71$$

Tra theo bảng 7--1, chọn số từ cực $2p = 4$, tốc độ đồng bộ $n = 1.500$ vòng/phút

2/ Ước tính công suất của động cơ tra theo biểu đồ với $p = 2$, $D_t = 9,4$ cm ta được $P \approx 1$ Kw. Hoặc áp dụng công thức :

$$P = C \cdot 10^{-6} \cdot D_t^2 \cdot L \cdot n \text{ (Kw)}$$

Với $C = 10^{-6}$, $D_t = 9,4$ cm, $L = 7$ cm và $n = 1.500$ vòng/phút

$$P = 10^{-6} \cdot (9,4)^2 \cdot 7 \cdot 1500 = 0,927 \text{ Kw}$$

3/ Bước từ cực :

$$\tau = \frac{\pi \cdot D}{2p} = \frac{3,14 \cdot 9,4}{4} = 7,4 \text{ cm}$$

4/ Từ thông Φ ở mỗi từ cực :

Theo bảng (3) chọn mật độ từ $B_g = 0,75$ wb/m², ta có :

$$\begin{aligned} \Phi &= 0,64 \cdot \tau \cdot L \cdot B_g \cdot 10^{-4} \\ &= 0,64 \cdot 7,4 \cdot 7 \cdot 0,75 \cdot 10^{-4} \approx 24,9 \cdot 10^{-4} \text{ (wb)} \end{aligned}$$

5/ Kiểm tra mật độ từ B_g và B_r ở phần gông mạch từ và răng stator :

$$B_g = \frac{\Phi \cdot 10^4}{2 \cdot h_g \cdot L \cdot 0,95} = \frac{24,9 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{2 \cdot 1,4 \cdot 7 \cdot 0,95} = 1,337 \text{ wb/m}^2$$

$$B_r = \frac{1,57 \cdot \Phi \cdot 10^4}{\frac{Z}{2p} \cdot b_r \cdot L \cdot 0,95} = \frac{1,57 \cdot 24,9}{\frac{36}{4} \cdot 0,45 \cdot 7 \cdot 0,95} = 1,451 \text{ wb/m}^2$$

Đối chiếu với bảng 7-2, B_g và B_r nằm trong khoảng trị số cho phép nên thỏa điều kiện.

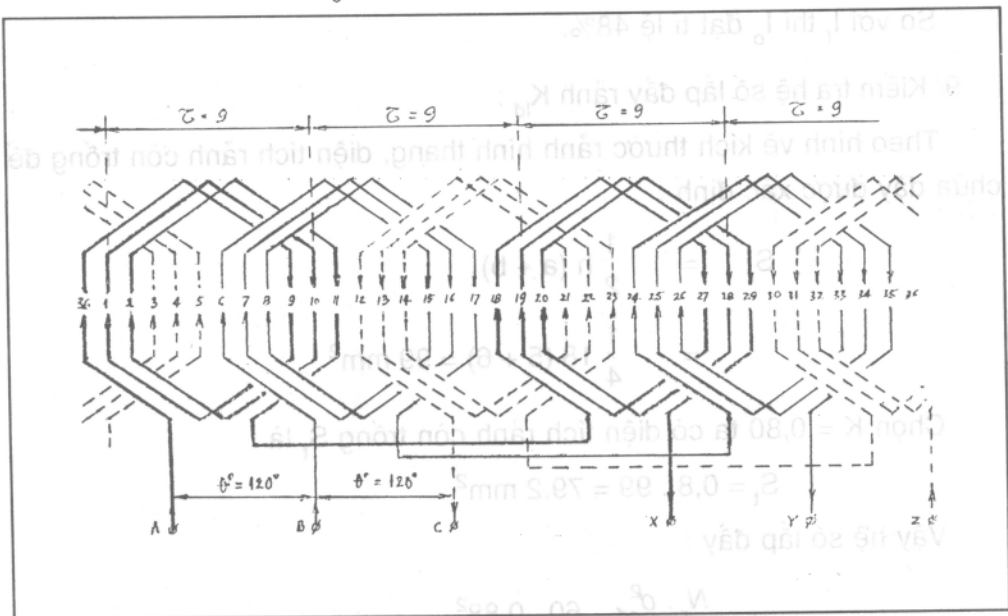
6/ Số vòng dây của mỗi cuộn pha (W_f) :

Với tiết diện từ cực $S_{tc} = 51,8 \text{ cm}^2$, tra bảng 7-3 chọn $K_E = 0,86$ và dây quấn đồng khuôn 1 lớp có $K_{dq} = 0,960$.

$$W_f = \frac{0,86 \cdot 220^V \cdot 10^4}{4 \cdot 4 \cdot 50 \cdot 24,9 \cdot 0,960} = 360 \text{ vòng}$$

Vậy số vòng của 1 cuộn dây :

$$W_c = \frac{W_f}{N_c} = \frac{360}{6} = 60 \text{ vòng}$$



Hình 7-10 : BỐ TRÍ DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN 1 LỚP, ĐẦU CỰC GIẢ, VỚI

$$Z = 36, 2p = 4 (q = 3)$$

7/ Tiết diện dây dẫn :

Với tiết diện rãnh trống $S_r = 99 \text{ mm}^2$ (xem bước 9)

$$S_d = \frac{K \cdot S_r}{N_r} = \frac{0,35 \cdot 99}{60} = 0,577 \text{ mm}^2$$

Trong đó theo bảng (7) chọn $K = 0,35$

Tra bảng 7-6 chọn cỡ dây $d = \varnothing 0,83$ có $s_d = 0,541 \text{ mm}^2$

8/ Cường độ dòng điện I_f cho phép :

Động cơ kiểu kín, thông gió ngoài nên chọn mật độ dòng $J = 5 \text{ A/mm}^2$.

Ta có : $I_f = 5 \cdot 0,541 = 2,7 \text{ A}$

Dòng điện không tải I_o :

Với $p = 2$, khe hở không khí $\delta = 0,03 \text{ cm}$. Dòng điện I_o được xác định:

$$\begin{aligned} I_o &= \frac{B_\delta \cdot \delta \cdot p \cdot 10^4}{K_{dq} \cdot W_f} \\ &= \frac{0,75 \cdot 0,03 \cdot 2 \cdot 10^4}{0,960 \cdot 360} = 1,3 \text{ A} \end{aligned}$$

So với I_f thì I_o đạt tỉ lệ 48%.

9/ Kiểm tra hệ số lấp đầy rãnh K_{ld} :

Theo hình vẽ kích thước rãnh hình thang, diện tích rãnh còn trống để chứa dây được xác định :

$$\begin{aligned} S_r &= \frac{1}{2} h (a + b) \\ &= \frac{1}{4} 18 (5 + 6) = 99 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Chọn $K = 0,80$ ta có diện tích rãnh còn trống S_t là :

$$S_t = 0,8 \cdot 99 = 79,2 \text{ mm}^2$$

Vậy hệ số lấp đầy :

$$K_{ld} = \frac{N_r \cdot d_{cd}^2}{S_t} = \frac{60 \cdot 0,88^2}{79,2} = 0,59$$

Vậy $K_{ld} = 0,59 < 0,75$ nên cho phép tiến hành.

10/ Nghiệm lại phụ tải đường A :

$$A = \frac{N_r \cdot Z \cdot I_r}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 36 \cdot 2,7}{3,14 \cdot 9,4} = 197,5 \text{ A/cm}$$

So với đường cong (3) trong biểu đồ, hình 7-6 kết quả trên cao hơn nhưng có thể chấp nhận được.

11/ Công suất định mức của động cơ :

Với các trị số định mức thông thường $\cos \varphi = 0,8$ và hiệu suất $\eta = 0,81$ ta được :

$$P_{dm} = 3 \cdot 220 \cdot 2,7 \cdot 0,8 \cdot 0,81 = 1 \cdot 154 \text{ w}$$
$$= 1,154 \text{ Kw}$$

Qui ra đơn vị mã lực $P_{dm} = 1,5 \text{ HP}$

Để đơn giản hóa cách tính trên ta chỉ tính những phần cần thiết, với điều kiện biết trước số từ cực, công suất của động cơ theo các bước tiến hành tóm tắt như sau :

TÓM TẮT

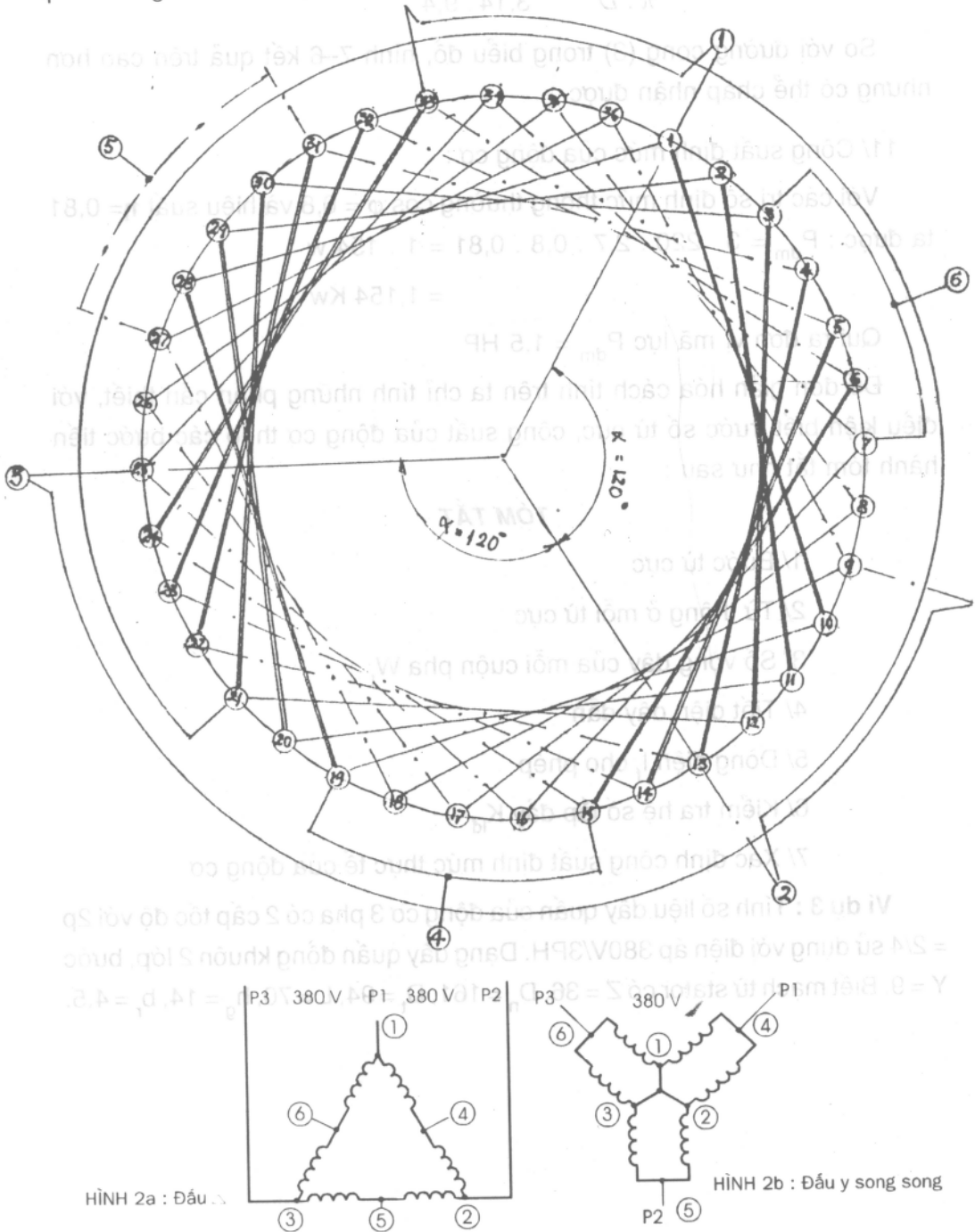
- 1/ Bước từ cực
- 2/ Từ thông ở mỗi từ cực
- 3/ Số vòng dây của mỗi cuộn pha W_t
- 4/ Tiết diện dây dẫn
- 5/ Dòng điện I_t cho phép
- 6/ Kiểm tra hệ số lấp đầy K_{ld}
- 7/ Xác định công suất định mức thực tế của động cơ

Ví dụ 3 : Tính số liệu dây quấn của động cơ 3 pha có 2 cấp tốc độ với $2p = 2/4$ sử dụng với điện áp 380V/3PH. Dạng dây quấn đồng khuôn 2 lớp, bước $Y = 9$. Biết mạch từ stator có $Z = 36$, $D_n = 161$, $D_t = 94$, $L = 70$, $h_g = 14$, $b_r = 4,5$.

Giải

Lập sơ đồ bộ dây quấn :

Sơ đồ dây quấn của động cơ 2 cấp tốc độ với $2p = 2/4$. Dạng dây quấn đồng khuôn 2 lớp, $Y = 9$, đầu cực giả $Z = 36$.



Tính số liệu dây quấn của động cơ 2 cấp tốc độ $2p = 2/4$

1 Kiểm tra tốc độ quay của động cơ :

$$\text{Lập tỉ số : } \frac{D_n}{D_t} = \frac{161}{94} = 1,71$$

Tra bảng (1) ta thấy :

Với $2p = 4$: $\frac{D_n}{D_t}$ lớn hơn khoảng cho phép $[1,56 - 1,59]$

Với $2p = 2$: $\frac{D_n}{D_t}$ gần đạt khoảng cho phép $[1,8 - 2,0]$

Kết luận : chấp nhận mạch từ trên thiết kế với 2 cấp tốc độ $2p = 2/4$

2 Bước từ cực :

Đối với $2p = 4$

$$\tau = \frac{3,14 D_t}{2p} = \frac{3,14 \cdot 9,4 \text{ cm}}{4} = 7,4 \text{ cm}$$

Đối với $2p = 2$

$$\tau = \frac{3,14 D_t}{2p} = \frac{3,14 \cdot 9,4 \text{ cm}}{2} = 14,8 \text{ cm}$$

3 Ước tính công suất của động cơ ứng với từng cấp tốc độ :

Đối với $2p = 4$: Chọn $C = 1 \cdot 10^{-6}$; $n = 1500$ vòng/ph

$$\begin{aligned} P &= C D_t^2 \cdot L \cdot n \\ &= 1 \cdot 10^{-6} \cdot 9,4^2 \cdot 7 \cdot 1500 = 0,928 \text{ Kw} \approx 1,26 \text{ HP} \end{aligned}$$

Đối với $2p = 2$: Chọn $C = 1 \cdot 10^{-6}$; $n = 3000$ vòng/ph

$$\begin{aligned} P &= C D_t^2 \cdot L \cdot n \\ &= 1 \cdot 10^{-6} \cdot 9,4^2 \cdot 7 \cdot 3000 = 1,855 \text{ Kw} \approx 2,52 \text{ HP} \end{aligned}$$

4 Tính chọn mật độ từ Bđ :

Với $2p = 4$: Từ thông ở mỗi từ cực :

$$\Phi = 0,64 \times 7,4 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \cdot 10^{-4} \text{ Bđ} = 33,152 \cdot 10^{-4} \text{ Bđ}$$

Mật độ từ trong gông từ :

$$B_g = \frac{\Phi \cdot 10^4}{2 \cdot h_g \cdot L \cdot 0,95} = \frac{33,152 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 1,4 \cdot 7 \cdot 0,95} B\delta = 1,780 B\delta$$

Mật độ từ qua răng :

$$B_r = \frac{1,57 \cdot \Phi \cdot 10^4}{Z \cdot b_r \cdot L \cdot 0,95} = \frac{1,57 \times 33,152 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{\frac{36}{4} \cdot 0,45 \cdot 7 \cdot 0,95} B\delta = 1,932 B\delta$$

Trường hợp $2p = 4$, với $B_g < 1,50$ và $B_r < 1,70$, chọn $B\delta$:

$$B\delta = \frac{1,50}{1,780} = 0,842 \text{ wb/m}^2 \quad (1)$$

$$B\delta = \frac{1,70}{1,932} = 0,880 \text{ wb/m}^2 \quad (2)$$

Với $2p = 2$: Từ thông ở mỗi từ cực được xác định :

$$\Phi = 0,64 \times 14,8 \text{ cm} \times 7 \cdot 10^{-4} B\delta = 66,304 \cdot 10^{-4} B\delta$$

Mật độ từ trong gông từ :

$$B_g = \frac{\Phi \cdot 10^4}{2 \cdot h_g \cdot L \cdot 0,95} = \frac{66,304 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{2 \cdot 1,4 \cdot 7 \cdot 0,95} B\delta = 3,561 B\delta$$

Mật độ từ qua răng :

$$B_r = \frac{1,57 \cdot \Phi \cdot 10^4}{Z \cdot b_r \cdot L \cdot 0,95} = \frac{1,57 \times 66,304 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4}{\frac{36}{2} \cdot 0,45 \cdot 7 \cdot 0,95} B\delta = 1,932 B\delta$$

Trường hợp $2p = 2$ với $B_g < 1,70$ và $B_r < 1,70$, chọn $B\delta$:

$$B\delta = \frac{1,70}{3,561} = 0,477 \text{ wb/m}^2 \quad (3)$$

$$B\delta = \frac{1,70}{1,932} = 0,880 \text{ wb/m}^2 \quad (4)$$

KL : Tra bảng 7-2 so sánh (1) (2) (3) và (4), ta tạm chọn $B\delta = 0,60 \text{ wb/m}^2$ vậy khi động cơ vận hành với $2p = 2$, mạch từ trong gông hơi nóng một chút (vì $B\delta = 0,477 \text{ wb/m}^2$). Thông số thực tế :

- Trường hợp $2p = 4$.

$$B_g = 1,780 \text{ Bđ} = 1,780 \times 0,60 \text{ wb/m}^2 = 1,068 \text{ wb/m}^2$$

$$B_r = 1,932 \text{ Bđ} = 1,932 \times 0,60 \text{ wb/m}^2 = 1,159 \text{ wb/m}^2$$

Kết luận : Thỏa điều kiện cho phép.

- Trường hợp $2p = 2$: $B_g = 3,561 \text{ Bđ}$ (sẽ xét sau)

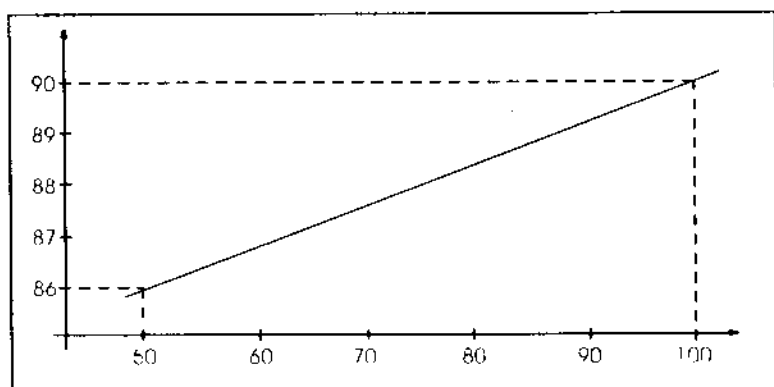
$$B_r = 1,932 \text{ Bđ} \text{ (sẽ xét sau)}$$

5 Tính số vòng dây cho mỗi pha :

+ Với chế độ vận hành $2p = 4$, bộ dây quấn đầu Δ số vòng cho mỗi pha được xác định :

Chọn hệ số K_E :

Ta có diện tích từ cực $S_{tc} = 7,4 \text{ cm} \times 7 = 51,8 \text{ cm}^2$ chọn $K_E = 0,86$



Tính hệ số dây quấn :

Với $q = 2p = 6$ cạnh dây, được rải đối xứng tại trục từ cực, với $\alpha_1 = 20^\circ$ (xem hình) ta tính :

$$\begin{aligned}
 K_{dq} &= \frac{2(\cos 10^\circ + \cos 30^\circ + \cos 50^\circ)}{6} \\
 &= \frac{2(0,985 + 0,866 + 0,643)}{6} = 0,831
 \end{aligned}$$

Vậy số vòng cho mỗi pha được xác định ứng với điện áp $U = 380\text{V}$:

$$W_f = \frac{K_E \times U_{dn}}{4A \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{dq}}$$

$$= \frac{0,86 \times 380\text{V} \cdot 10^4}{4,4 \cdot 50 \cdot (33,152 \times 0,60) \cdot 0,831} = 898 \text{ vòng}$$

Số vòng của mỗi cuộn là :

$$W_c = \frac{W_f}{12 \text{ cuộn}} = \frac{898 \text{ vòng}}{12 \text{ cuộn}} = 75 \text{ vòng}$$

Số vòng của mỗi pha thực tế :

$$75 \text{ vòng} \times 12 \text{ cuộn} = 900 \text{ vòng}$$

+ Khi động cơ vận hành với chế độ $2p = 2$, lúc đó bộ dây quấn được chuyển đổi cách đấu dây là YY. Mỗi pha được đấu các nhóm cuộn/pha song hàng, nên có số vòng dây $W'_f = 900 : 2 = 450$ vòng.

Trong trường hợp $2p = 2$, từ thông ở mỗi cực được xác định :

$$\Phi = \frac{K_E \cdot U_{dn}}{4 \cdot 4 \cdot f \cdot W'_f \cdot K_{dq}}$$

Trong đó :

$$K_E = 0,90 \text{ vì tiết diện từ cực } S_{lc} = 14,8 \text{ cm} \times 7 = 103,6 \text{ cm}^2$$

$$U_{dm} = 220\text{V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$W'_f = 450 \text{ vòng}$$

$K_{dq} = 0,675$ tra bảng (6) hệ số dây quấn K_{dq} , dây quấn 2 lớp bước ngắn có :

$$B = \frac{Y}{\tau} = \frac{9}{18} = \frac{1}{2} ; q = 6 ; \text{ có } K_{dq} = 0,675$$

$$\text{Vậy : } \Phi = \frac{0,90 \times 220\text{V}}{4,4 \times 50 \times 450 \times 0,675} = 29,63 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

Suy ra mật độ từ Bδ thực tế khi động cơ vận hành với tốc độ cao $2p=2$ Ta có : $\Phi = 66,304 \cdot 10^{-4} \text{ B}\delta$.

$$\text{Vậy: } B \cdot \delta = \frac{\Phi}{66,304 \cdot 10^{-4}} = \frac{29,63 \cdot 10^{-4} \text{ wb}}{66,304 \cdot 10^{-4}} = 0,447 \text{ wb/m}^2$$

Các thông số thực tế của B_g và B_r với tốc độ cao, $2p = 2$.

$$B_g = 3,561 \cdot B \cdot \delta = 3,561 \times 0,447 = 1,591 \text{ wb/m}^2$$

$$B_r = 1,922 \cdot B \cdot \delta = 1,932 \times 0,447 = 0,864 \text{ wb/m}^2$$

So với bảng 7-2 các thông số B_g và B_r thỏa điều kiện (Ta có thể chọn lại $B \cdot \delta = 0,65 \text{ wb/m}^2$ để giảm số vòng trong mỗi cuộn dây).

6 Tính đường kính dây :

– Diện tích rãnh hình thang là :

$$S_r = \frac{1}{2} h (a + b) = \frac{1}{2} 18 (5 + 6) = 99 \text{ mm}^2$$

– Chọn hệ số $f_r = 0,35$, vì dây quấn 2 lớp nên $N_r = 75 \times 2 = 150$ sợi

$$S_d = \frac{f_r \cdot S_r}{N_r} = \frac{0,36 \times 99}{150} = 0,231 \text{ mm}^2$$

Tra bảng 7-6 chọn cỡ dây $d = \varnothing 0,55$ có $s = 0,238 \text{ mm}^2$. Vậy đường kính dây kể cả lớp ê-may là $d_{cd} = \varnothing 0,60 \text{ mm}$.

7 Kiểm tra lại hệ số lấp đầy K_{ld} :

– Diện tích rãnh còn trống sau khi đã lót giấy cách điện :

$$S_t = 0,8 S_r = 0,8 \times 99 \text{ mm}^2 = 79,2 \text{ mm}^2$$

– Vậy hệ số lấp đầy K_{ld} :

$$K_{ld} = \frac{2 \times 75 \text{ sợi} \times (0,60)^2}{79,2} = 0,68$$

Kết luận : $K_{ld} = 0,68 < 0,75$ nên thỏa điều kiện cho phép thực hiện quấn dây.

8 Xác định dòng điện định mức I_{dm} :

Chọn mật độ dòng điện $J = 6 \text{ A/mm}^2$, dòng điện định mức khi động cơ vận hành ở cấp tốc độ thấp $2p = 4$ là :

$$I_{2p=4} = J \cdot s = 6 \text{ A/mm}^2 \cdot 0,238 = 1,43 \text{ A}$$

Khi động cơ vận hành ở cấp tốc độ cao $2p = 2$, do các nhóm cuộn/pha đấu song hàng, nên dòng điện định mức lúc này là :

$$I_{2p=2} = J \times (2 \text{ s}) = 6 \text{ A/mm}^2 \times (2 \cdot 0,238) = 2,86 \text{ A}$$

9 Công suất định mức của động cơ vận hành với 2 cấp tốc độ :

+ Trong trường hợp động cơ vận hành với cấp tốc độ thấp $2p = 4$ ($n = 1430$ vòng/ph), đấu Δ , nguồn điện $U = 380^{\text{V}}/3$ PH thì công suất của động cơ được xác định "

$$\begin{aligned} P_{2p=4} &= 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi \cdot \eta \cdot 10^{-3} \text{ (Kw)} \\ &= 3 \cdot 380^{\text{V}} \cdot 1,43 \text{ A} \cdot 0,8 \cdot 0,81 \cdot 10^{-3} = 1,056 \text{ Kw} \\ &\approx 1 \frac{1}{2} \text{ HP} \end{aligned}$$

Trong đó chọn :

– Hệ số công suất $\cos \varphi = 0,8$

– Hiệu suất $\eta = 0,81$

+ Trong trường hợp động cơ vận hành với cấp tốc độ cao $2p = 2$ ($n = 2850$ vòng/ph), đấu YY, nguồn điện $U = 380^{\text{V}}/3$ PH (Điện áp pha $U_f = 220^{\text{V}}$), Hệ số công suất $\cos \varphi = 0,87$. Hiệu suất $\eta = 0,81$ thì công suất của động cơ được xác định :

$$\begin{aligned} P_{2p=2} &= 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi \cdot \eta \cdot 10^{-3} \text{ (Kw)} \\ &= 3 \cdot 220^{\text{V}} \cdot 2,86 \text{ A} \cdot 0,87 \cdot 0,81 \cdot 10^{-3} = 1,330 \text{ Kw} \\ &\approx 1 \frac{4}{5} \text{ HP} \end{aligned}$$

V. TÍNH SỐ LIỆU DÂY QUẮN CỦA ĐỘNG CƠ 1 PHA

• Khi tính số liệu dây quấn của động cơ 1 pha cần lưu ý rằng :

- Động cơ 1 pha khởi động với tự hóa, với pha phụ khi vận hành bình thường chỉ có có pha chạy hoạt động. Nên từ trường sinh ra bởi pha này là từ trường đập mạch, nên động cơ có hiệu suất kém hơn so với loại động cơ 3 pha. Vì thế động cơ 1 pha có cùng công suất, cùng tốc độ so với động cơ 3 pha, thì có mạch từ lớn hơn khoảng 1.5 lần mạch từ của động cơ 3 pha.

Hay nói cách khác, nếu lấy mạch từ của động cơ 3 pha chuyển đổi bộ dây quấn thành động cơ 1 pha thì công suất giảm đi chỉ bằng :

$$P_{1 \text{ pha}} = \frac{2}{3} P_{3 \text{ pha}}$$

- Do cuộn chạy và cuộn đề phải phân bố dây để tạo từ trường dạng sin và pha chạy thường chiếm 2/3 tổng số rãnh trên stator. Vì thế khi chọn hệ số dây quấn K_{dq} phải tùy thuộc vào cách phân bố dây (xem lại phần hệ số dây quấn).
- Việc tính số liệu dây quấn của pha chạy cũng tiến hành theo các bước tương tự như tính số liệu của dây quấn động cơ 3 pha .
- Việc tính số liệu dây quấn cho pha đề rất phức tạp. Nhưng có thể chọn các thông số kỹ thuật thông thường theo kinh nghiệm như sau :

1 Đối với động cơ khởi động với pha phụ (không có tụ)

$$W_B = (0,42 - 0,53) W_A$$

W_B : số vòng dây của pha đề

W_A : số vòng dây của pha chạy

Đường kính dây của pha đề :

$$d_B = (0,50 - 0,59) d_A$$

d_B = đường kính của pha đề

d_A = đường kính của pha chạy

2 Đối với động cơ khởi động với tụ hóa :

Số vòng dây của pha đề được xác định :

$$W_B = (0,62 - 0,80) W_A$$

Đường kính dây của pha đề :

$$d_B = (0,65 - 0,75) d_A$$

3 Đối với động cơ vận hành với tụ dầu thường trực :

Số vòng dây của pha đề được xác định :

$$W_B = (1,2 - 2,0) W_A$$

Đường kính dây của pha đề :

$$d_B = (0,65 - 0,69) d_A$$

- Các thông số kỹ thuật hệ số công suất $\cos \varphi$, hiệu suất η nên tham khảo bảng tương ứng với công suất, tốc độ, cách khởi động cho động cơ. Thông thường có thể chọn :

– Động cơ khởi động với tụ hóa, pha phụ chọn :

$$\cos \varphi : 0,68 - 0,75$$

$$\eta : 0,60 - 0,70$$

Ví dụ 1 : Tính số liệu dây quấn của động cơ 1 pha khởi động với tụ hóa vận hành với điện áp nguồn 110/220v, tốc độ quay $n = 1430$ vòng/phút. Biết kích thước mạch từ có : $D_n = 175$, $D_t = 110$, $L = 80$, $h_g = 12$, $b_r = 3,5$ (xem hình vẽ). Tổng số rãnh $Z = 36$. Dây quấn sin đồng tâm. Thẻ máy có ghi :

SUPER LINE

SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR – TAIPEI TAIWAN

HP	: 1	TYPE : SP – P – FORM C
VOLTS	: 110.220P	RISE TEMP : 50°C
AMPS	: 14/7	CAPACITOR : 400 μ F
CYCLES	: 50	

GIẢI

1/ Xác định tốc độ của động cơ 1 pha :

$$\text{Lập tỉ số : } \frac{D_n}{D_t} = \frac{175}{110} = 1,59$$

Tra theo bảng (1), tỉ số $\frac{D_n}{D_t} = 1,59$ ứng với tốc độ $n = 1500$ vòng/ph có số từ cực $2p = 4$.

2/ Với $2p = 4$ thì bước từ cực được xác định :

$$\tau = \frac{3,14 \times D_t}{2p} = \frac{3,14 \cdot 11}{4} = 8,63$$

3/ Ước tính công suất của động cơ 1 pha :

$$\text{Với } \tau = 8,63 \text{ cm ta chọn hệ số } C = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 11^2 \cdot 8 \cdot 1500 = 1,452 \text{ Kw}$$

Vì là động cơ 1 pha nên ứng với kích thước mạch từ này, công suất của động cơ giảm đi còn bằng :

$$P_{1\sim} = \frac{2}{3} P_{3\sim} = \frac{2}{3} 1,452 \text{ Kw} = 0,968 \text{ Kw}$$

$$\approx 1.3 \text{ HP}$$

4/ Từ thông ở mỗi từ cực :

Để chọn mật độ từ B δ cho thỏa điều kiện tính như sau, ta có :

$$\Phi = 0,64 \cdot \tau \cdot L \cdot B\delta \cdot 10^{-4}$$

$$= 0,64 \cdot 8,63 \cdot 8 \cdot B\delta \cdot 10^{-4} = 44,185 \cdot 10^{-4} B\delta$$

Mật độ từ trong gông từ :

$$B_g = \frac{\Phi \cdot 10^{-4}}{2h \cdot L \cdot 0,95} = \frac{44,185 \cdot 10 \cdot 10^4 B\delta}{2 \cdot 1,2 \cdot 8 \cdot 0,95} = 2,422 B\delta$$

Mật độ từ đi qua răng :

$$B_r = \frac{\frac{1,57 \cdot \Phi 10^4}{\frac{Z}{2p} \cdot b \cdot L \cdot 0,95}}{1} = \frac{1,57 \times 44,85 10^{-4} \cdot 10^4 B\delta}{2 \cdot 1,2 \cdot 8 \cdot 0,95} = 2,422 B\delta$$

Mật độ từ đi qua răng :

$$B_r = \frac{\frac{1,57 \cdot \Phi 10^4}{\frac{Z}{2p} \cdot b \cdot L \cdot 0,95}}{\frac{36}{4} \cdot 0,35 \cdot 8 \cdot 0,95} = \frac{1,57 \times 44,85 10^{-4} \cdot 10^4 B\delta}{\frac{36}{4} \cdot 0,35 \cdot 8 \cdot 0,95} = 2,897 B\delta$$

Tra bảng (3) cho phép $B_g \leq 1,50$ và $B_r \geq 1,70$. Vậy ta có :

$$B\delta = \frac{B_g}{2,422} = \frac{1,50}{2,422} = 0,62 \text{ Wb/m}^2$$

$$B\delta = \frac{B_r}{2,897} = \frac{1,70}{2,897} = 0,59 \text{ Wb/m}^2$$

Vậy ta chọn $B\delta = 0,59 \text{ Wb/m}^2$ thì từ thông ở mỗi từ cực được xác định:

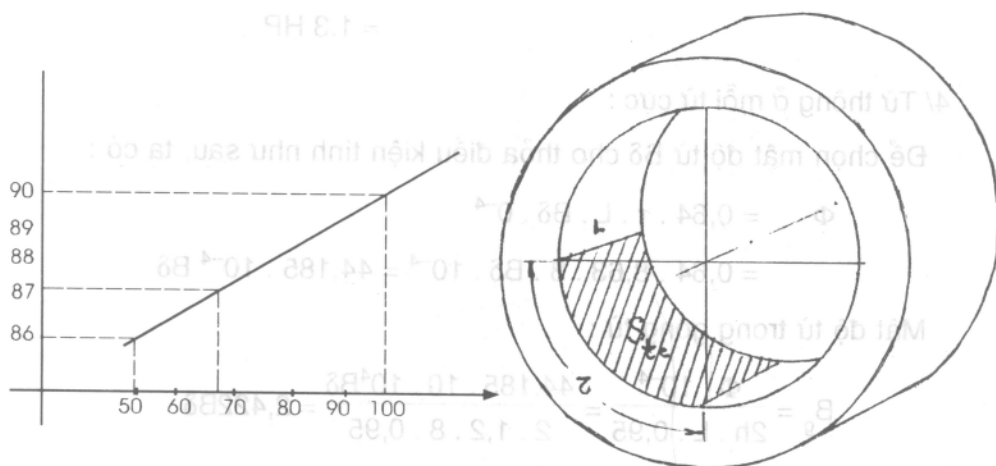
$$\Phi = 44,185 \cdot 10^{-4} B\delta = 44,18$$

$$= 44,185 \cdot 10^{-4} \cdot 0,59 = 26,07 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

5/ Số vòng dây của pha chạy :

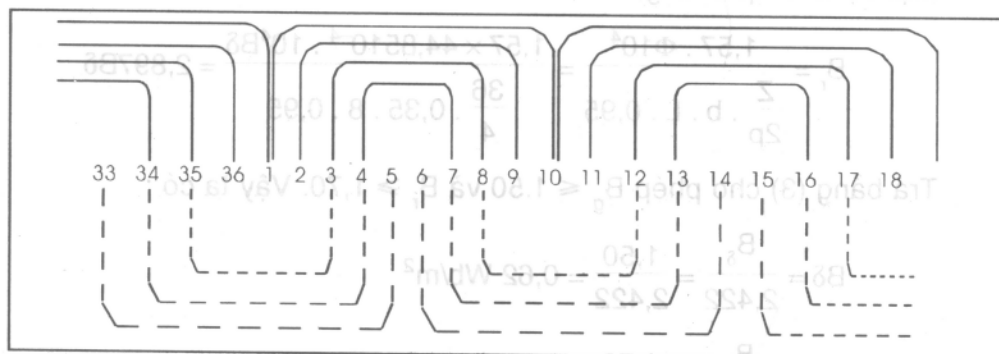
– Chọn hệ số K_E :

Với tiết diện từ cực $S_{tc} = 8,63 \times 8 = 69 \text{ cm}^2$ ta chọn $K_E = 0,87$



– Chọn hệ số dây quấn K_{dq} :

Với $Z = 36$, $2p = 4$, dự tính phân bố dây quấn theo hình vẽ, nên có hệ số dây quấn $K_{dq} = 0,820$.



Pha chạy

$$Y_4 = 0,185 W_{nh/A}$$

$$Y_7 = 0,347 W_{nh/A}$$

$$Y_5 = 0,283 W_{nh/A}$$

$$Y_4 = 0,185 W_{nh/A}$$

Pha đề

$$Y_2 = 0,345 W_{nh/B}$$

$$Y_6 = 0,347 W_{nh/B}$$

$$Y_4 = 0,258 W_{nh/B}$$

182

– Điện áp sử dụng của động cơ : 110/220v – 50Hz. Vậy số vòng dây của pha chạy được xác định bằng công thức :

$$W_f = \frac{K_E \times U_{dn}}{4,4 \times f \times \Phi \cdot K_{dq}}$$

$$= \frac{0,87 \cdot 220 \cdot 10^4}{4,4 \cdot 50 \cdot 26,07 \cdot 0,820} = 407 \text{ vòng}$$

Số vòng dây cho 1 nhóm cuộn/cực/pha chạy :

$$W_{nh/A} = \frac{W_f}{\text{Số nhóm}} = \frac{407}{2} = 102 \text{ vòng}$$

6/ Số vòng dây của pha đề :

Theo bảng hướng dẫn chọn số vòng dây cho pha đề khởi động với tụ hóa, ta có :

$$W_B = 0,65 \cdot W_A = 0,65 \times 407 \text{ vòng} = 264 \text{ vòng}$$

$$W_{nh/B} = \frac{264}{4} = 66 \text{ vòng}$$

Phân bố bộ dây quấn như sau :

<i>Pha chạy</i>	<i>Pha đề</i>
$Y_9 = 0,185 \times 102 \text{ vòng} = 19 \text{ vòng}$	$Y_8 = 0,395 \times 66 \text{ vòng} = 26 \text{ vòng}$
$Y_7 = 0,347 \times 102 \text{ vòng} = 35 \text{ vòng}$	$Y_6 = 0,347 \times 66 \text{ vòng} = 23 \text{ vòng}$
$Y_5 = 0,283 \times 102 \text{ vòng} = 29 \text{ vòng}$	$Y_4 = 0,258 \times 66 \text{ vòng} = 17 \text{ vòng}$
$Y_3 = 0,185 \times 102 \text{ vòng} = 19 \text{ vòng}$	

7/ Xác định đường kính dây của pha chạy :

Rãnh có dạng hình quả lê, diện tích rãnh được xác định :

$$S_r = \frac{h}{2} (a + b) + \frac{\pi D^2}{8}$$

$$= \frac{17}{2} (6 + 8) + \frac{3,148^2}{8} = 144 \text{ mm}^2$$

Tiết diện dây của pha chạy được xác định :

Chọn hệ số $f_r = 0,35$, ta có :

$$S_A = \frac{f_r S_r}{N_r} = \frac{0,35 \times 144}{35} = 1,44 \text{ mm}^2$$

Tra bảng (8) chọn cỡ dây $d_A = \varnothing 1,35 \text{ mm}$, có tiết diện $s = 1,431 \text{ mm}^2$.

Hoặc tính bằng công thức :

$$d = 1,13 \sqrt{s} = 1,13 \sqrt{1,44 \text{ mm}^2} = \varnothing 1,35 \text{ mm}$$

Với lớp ê-may cách điện khoảng 0,025 mm, thì đường kính dây kể cả lớp cách điện là :

$$d_{cd A} = \varnothing (1,35 + 2 \times 0,025) = \varnothing 1,4 \text{ mm}$$

8/ Kiểm tra lại hệ số lấp đầy K_{ld} :

Khi kết quả $K_{ld} < 0,75$ thì thể hiện việc lấp dây vào rãnh sẽ dễ dàng.

Ta có :

$$K_{ld} = \frac{N_r (d_{cd})^2}{S_t} = \frac{35 \times (1,4)^2}{115} \approx 0,60$$

Trong đó diện tích rãnh trống (sau khi đã lót giấy cách điện) được xác định :

$$S_t = 0,8 S_r = 0,8 \times 144 \text{ mm}^2 = 115,2 \text{ mm}^2.$$

Vậy $K_{ld} = 0,60 < 0,75$ thỏa điều kiện cho phép tiến hành quấn dây.

9/ Xác định đường kính dây cho pha đề :

Theo bảng hướng dẫn ta chọn đường kính dây của pha đề. Ta có :

$$d_B = 0,70 \cdot d_A = 0,70 \times \varnothing 1,35 \text{ mm} = \varnothing 0,95 \text{ mm}$$

Đường kính dây kể cả lớp cách điện ê-may là : $d_B = \varnothing 1,0 \text{ mm}$

10/ Tính cường độ dòng điện định mức của động cơ 1 pha :

Ta biết khi động cơ đã khởi động, thì chỉ còn pha chạy hoạt động nên dòng điện định mức của động cơ, chính là dòng điện định mức trong pha chạy. Chọn mật độ dòng điện $J = 5 \text{ A/mm}^2$, ta có :

$$I_{dm} = J \times S = 5 \text{ A/mm}^2 \times 1,44 \text{ mm}^2 = 7,2 \text{ A}$$

11/ Công suất thực tế của động cơ 1 pha :

Với động cơ 1 pha khởi động với tụ hóa các thông số kỹ thuật được chọn:

– Hệ số công suất $\cos \varphi$: 0,68 – 0,75

– Hiệu suất η : 0,60 – 0,70

Vậy công suất của động cơ là :

$$\begin{aligned}P_{dm} &= U_{dm} \cdot I_{dm} \cdot \eta \cdot \cos \varphi \text{ (watt)} \\&= 220\text{v} \cdot 7,2 \text{ A} \cdot 0,70 \cdot 0,70 = 776 \text{ watt} \\&= 1 \text{ HP}\end{aligned}$$

12/ Chọn tụ khởi động :

Theo bảng hướng dẫn thông thường động cơ có công suất $P = 1 \text{ HP}$ chọn tụ khởi động có trị số là :

$$C_{kd} = 400 - 350 \mu F$$

Số liệu thực tế :

PHA CHẠY	PHA ĐỂ
$Y_9 = 18$ cỡ dây $\varnothing 13/10$	$Y_8 = 35$ cỡ dây $\varnothing 10/10$
$Y_7 = 35$	$Y_6 = 26$
$Y_5 = 28$	$Y_4 = 13$
$Y_3 = 18$	

Tổng khối lượng dây đồng : $P = 2,6 \text{ Kg}$

Ví dụ 2 : Một động cơ mất lý lịch (không có thẻ máy), có tổng số rãnh $Z = 24$ rãnh quả lê, có kích thước mạch từ như sau :

$$D_n = 160, D_t = 78, L = 110, h_g = 21, b_r = 4, 5.$$

Hãy thiết kế động cơ này thành động cơ quạt thổi lò, vận hành với điện áp định mức $U = 220\text{v}$, 50 Hz , tốc độ quay $n = 2800$ vòng/ph. Khởi động với tụ hóa. Và cho biết động cơ 1 pha này đạt công suất là bao nhiêu HP ?

Giải

1/ Xác định tốc độ của động cơ :

Lập tỉ số :

$$\frac{D_n}{D_t} = \frac{160}{78} = 2,05$$

Tra theo bảng 7-1 tỉ số $\frac{D_n}{D_t} = 2,05$ ứng với tốc độ $n = 3000$ vòng/phút có số từ cực $2p = 2$.

2/ Bước từ cực :

$$\tau = \frac{3,14 \times 7,8}{2} = 12,25 \text{ cm}$$

3/ Ước tính công suất của động cơ 1 pha :

Với $\tau = 12,25$ cm, tra bảng chọn hệ số $C = 1 \cdot 10^{-6}$, chiều dài stator $L = 11$ cm, đường kính trong $D_t = 7,8$ cm, tốc độ quay $n = 3000$ vòng/phút. Ta được :

$$P_{3-\text{dt}} = 10^{-6} \cdot 7,8^2 \cdot 11 \cdot 3000 = 2 \text{ Kw}$$

Vì quấn lại thành động cơ 1 pha nên công suất của động cơ chỉ còn:

$$P_{1\sim} = \frac{2}{3} P_{3\sim} = \frac{2}{3} \times 2 \text{ Kw} = 1,333 \text{ Kw}$$

4/ Từ thông ở mỗi từ cực :

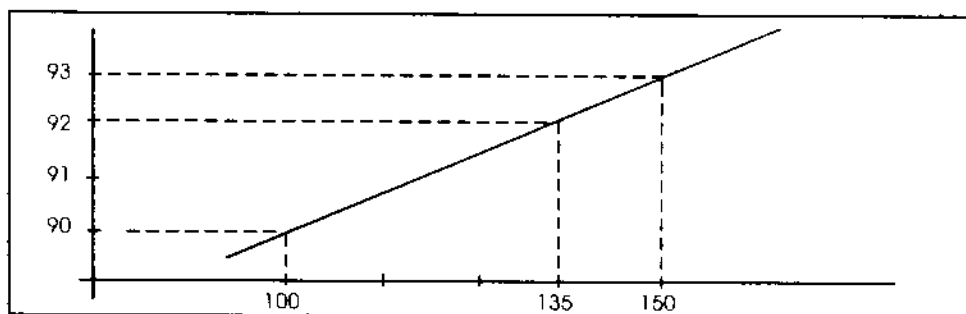
Do động cơ làm việc ở môi trường nhiệt độ cao, ta chọn $B\delta = 0,55$ wb/m². Ta có :

$$\Phi = 0,64 \cdot 12,25 \cdot 11 \cdot 0,55 \cdot 10^{-4} = 47,43 \text{ (wb)}$$

5/ Số vòng dây của pha chạy :

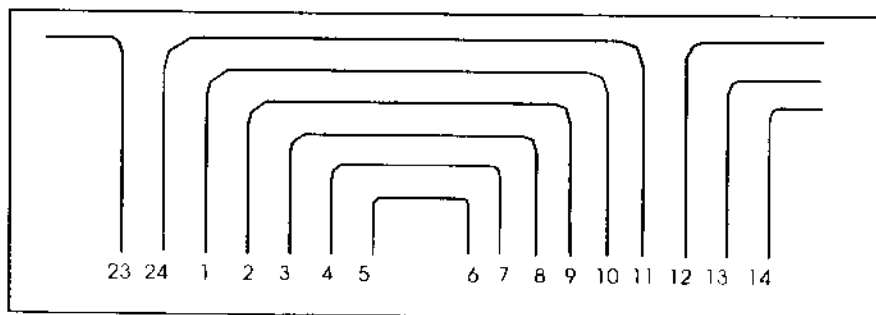
– Chọn hệ số K_E :

Với tiết diện từ cực $S_{tc} = 12,25 \times 11 = 135 \text{ cm}^2$, chọn $K_E = 0,91$



- Chọn hệ số dây quấn K_{dq} :

Với $Z = 24$, $2p = 2$, thiết kế dây quấn theo hình vẽ, có hệ số dây quấn $K_{dq} = 0,809$.



Pha chạy

$$Y_{11} = 0,277$$

$$Y_9 = 0,263$$

$$Y_7 = 0,204$$

$$Y_5 = 0,146$$

$$Y_3 = 0,109$$

Pha để

$$Y_{11} = 0,323$$

$$Y_9 = 0,323$$

$$Y_7 = 0,229$$

$$Y_5 = 0,124$$

Vậy số vòng dây của pha chạy ứng với điện áp định mức $U = 220V$ với tần số 50 Hz, được xác định bằng công thức :

$$W_f = \frac{K_E \times U_{dn}}{4,4 \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{dq}}$$

$$= \frac{0,91 \times 220^V \times 10^4}{4,4 \times 50 \times 47,43 \cdot 0,809} = 237 \text{ vòng}$$

Số vòng của mỗi nhóm cuộn/cực/pha, với 2 nhóm cuộn/cực/pha :

$$W_{nh/A} = \frac{237}{2} = 119 \text{ vòng}$$

6/ Số vòng dây của pha để :

Theo bảng hướng dẫn chọn số vòng dây cho pha để khởi động với tụ hóa theo tỉ số sau :

$$W_B = 0,65 W_A = 0,65 \times 237 \text{ vòng} = 154 \text{ vòng}$$

$$\text{Vậy : } W_{nh/B} = \frac{154}{2} = 77 \text{ vòng}$$

Phân bố bộ dây quấn pha chạy và pha đề như sau :

Pha chạy	Pha đề
$Y_{11} = 0,277 \times 119 \text{ vòng} = 33 \text{ vòng}$	$Y_{11} = 0,323 \times 77 \text{ vòng} = 25 \text{ vòng}$
$Y_9 = 0,263 \times 119 \text{ vòng} = 32 \text{ vòng}$	$Y_9 = 0,323 \times 77 \text{ vòng} = 25 \text{ vòng}$
$Y_7 = 0,204 \times 119 \text{ vòng} = 25 \text{ vòng}$	$Y_7 = 0,229 \times 77 \text{ vòng} = 18 \text{ vòng}$
$Y_5 = 0,146 \times 119 \text{ vòng} = 17 \text{ vòng}$	$Y_5 = 0,124 \times 77 \text{ vòng} = 9 \text{ vòng}$
$Y_3 = 0,109 \times 119 \text{ vòng} = 13 \text{ vòng}$	

7/ Xác định đường kính dây của pha chạy :

Rãnh có dạng hình quả lê, diện tích rãnh được xác định :

$$\begin{aligned}
 S_r &= \frac{h}{2} (a + b) + \frac{\pi D^2}{8} \\
 &= \frac{14,5}{2} (7 + 9) + \frac{3,14 \cdot 9^2}{8} = 147 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tiết diện dây của pha chạy với hệ số $f_r = 0,37$, được xác định :

$$S_A = \frac{f_r S_r}{N_r} = \frac{0,37 \times 147}{33} = 1,648 \text{ mm}^2$$

Tra bảng (8) chọn cỡ dây $d_A = \varnothing 1,45$ ứng với $S_A = 1,651 \text{ mm}^2$ hoặc chập 2 dây $d_A = \varnothing 1,04$. Đường kính dây kể cả cacsh điện $d_{cdA} = \varnothing 1,50$.

8/ Kiểm tra lại hệ số lấp đầy K_{ld} :

Áp dụng công thức :

$$\begin{aligned}
 K_{ld} &= \frac{N r (d_{cd})^2}{S_t} \\
 &= \frac{33 \times (1,50)^2}{117,6} = 0,63
 \end{aligned}$$

Trong đó : $S_t = 0,8 \cdot S_r = 0,8 \times 147 \text{ mm}^2 = 117,6 \text{ mm}^2$

N_r = số sợi dây trong rãnh là 33 sợi

$d_{cdA} = \varnothing 1,50 \text{ mm}$

Vậy hệ số lấp đầy $K_{ld} = 0,63 < 0,75$ nên thỏa điều kiện cho phép thực hiện được quấn dây.

9/ Xác định đường kính dây cho pha đề :

Theo bảng hướng dẫn ta chọn đường kính dây của pha đề như sau :

$$d_B = 0,7 d_A = 0,7 \times \varnothing 1,50 \text{ mm} = \varnothing 1,0 \text{ mm}$$

Đường kính dây kể cả lớp cách điện là $d = \varnothing 1,05 \text{ mm}$

10/ Cường độ dòng điện định mức của pha chạy :

Do điều kiện làm việc có thông gió tốt có thể chọn mật độ dòng điện $J = 6 \text{ A/mm}^2$. Vậy cường độ định mức của động cơ là :

$$I_{dm} = J \times S_A = 6 \text{ A/mm}^2 \times 1,648 \text{ mm}^2 \approx 10 \text{ A}$$

11/ Công suất thực tế của động cơ 1 pha :

Với động cơ 1 pha khởi động với tụ hóa các thông số kỹ thuật được chọn :

– Hệ số công suất $\cos \varphi = 0,68 - 0,75$

– Hệ suất $\eta = 0,60 - 0,70$

Vậy công suất của động cơ được xác định :

$$\begin{aligned} P_{dm} &= U_{dm} \cdot I_{dm} \cdot \eta \cdot \cos \varphi \\ &= 220 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,70 \cdot 0,70 = 1.078 \text{ watt} \\ &\approx 1,5 \text{ HP} \end{aligned}$$

12/ Chọn tụ khởi động :

Theo bảng hướng dẫn, động cơ có công suất $P = 1,5 \text{ HP}$ cần phải có tụ khởi động có trị số là :

$$C_{kd} = 600 \mu \text{ F}$$

CHƯƠNG 8

KỸ THUẬT QUẤN DÂY STATOR ĐỘNG CƠ 3 PHA, 1 PHA

I/ VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN DÙNG TRONG CHẾ TẠO VÀ SỬA CHỮA MÁY ĐIỆN

Vật liệu cách điện thường dùng trong việc chế tạo và sửa chữa phục hồi máy điện thường là loại vật liệu rắn, được phân loại như sau :

- Vật liệu giấy, gỗ
- Carton, cotton
- Vật liệu vô cơ : amiante, phíp (Fibre), mica
- Verni cách điện (dạng lỏng được sấy rắn)
- Êmay (lớp men cách điện)

1) Giấy PRESSPAHN :

Giấy các tông cách điện màu xám, có bề mặt láng bóng, cách điện tốt, chịu nhiệt khá, được dùng làm chất cách điện trong các máy điện công suất nhỏ. Chất lượng của giấy được xác định theo tính dai về cơ và chịu được sự gấp bẻ nhiều lần. Được sản xuất có độ dày 0,1 – 0,5 mm.

2) Giấy LAETHROID :

Giấy các tông cách điện có gốc chất cellulô, màu xám, cứng hơn giấy presspahn, chịu bẻ gấp. Thường dùng cách điện rãnh, trong bộ dây quấn. Đặc biệt chịu nhiệt độ cao.

3) AMIANTE :

Hợp chất gốc magnésie, chịu được nhiệt độ cao, khó cháy. Được sản xuất dưới dạng vải, sợi, tấm phẳng, ruban...

4) MICANIT :

Cấu tạo gồm mica hỗn hợp với gôm-lắc, verni dưới áp suất cao. Độ cách điện khoảng 20KV/mm, chịu nhiệt độ cao. Được sản xuất ở dạng băng giấy mica... dùng trong động cơ ở cấp cách điện B trở lên.

5) Tre và gỗ :

Đã được xử lý chống hút ẩm, một mối, bằng cách sấy khô và tẩm dầu cách điện, paraffin, nhựa... chủ yếu dùng làm nêm miệng rãnh máy điện. Ở điều kiện nước ta dùng nêm bằng tre, gỗ rất kinh tế.

6) Verni cách điện :

Có nhiều loại verni cách điện, verni phenolic béo có thành phần phenon -- formon với dầu cách điện. Verni chủ yếu dùng tẩm cách điện bộ dây quấn, làm lớp men cách điện cho dây quấn máy điện gọi là êmay, với lớp men cách điện fibre thủy tinh tăng cường sự chịu nhiệt độ cao của dây quấn.

7) Silicon :

Chất cách điện chịu nhiệt độ cao, có các thành phần organo--silicic, không có các thành phần cacbon, hydro, oxy. Vì thế chất cách điện silicon chịu nhiệt độ cao, có thể đến 400°C. Được sản xuất dưới dạng chất lỏng, làm êmay cho dây quấn máy điện có thể chịu nhiệt đến 250°C tẩm phủ cách điện như verni silicon, băng vải cách điện...

II. PHÂN LOẠI CẤP CÁCH ĐIỆN :

Tùy theo yêu cầu công việc, môi trường làm việc của động cơ mà người ta sản xuất động cơ theo các cấp cách điện sau :

Cấp cách điện	Y	A	E	B	F	H	C
Nhiệt độ max (°C)	90°C	105°C	120°C	130°C	155°C	180°C	180°C

Theo bảng nêu trên, khi sản xuất động cơ từ cấp cách điện B trở đi, các vật liệu cách điện dùng trong động cơ phải chịu nhiệt độ cao, chỉ được cho phép dùng cách điện amiante, fibre thủy tinh, mica, verni silicon...

Các cấp cách điện trên bị suy giảm đi khi máy điện làm việc ở vùng nhiệt đới có nhiệt độ cao và độ ẩm cao như ở VN. Ở mùa mưa ẩm thấp làm giảm điện trở cách điện của máy. Ở mùa khô, nhiệt độ cao, làm tăng sự lão hóa vật liệu cách điện. Vậy đối với máy có cấp cách điện A có thể giảm đi 15% và đối với cấp cách điện B giảm khoảng 25%.

Vì vậy theo dự thảo tiêu chuẩn VN yêu cầu :

- Nhiệt độ của môi trường chung quanh không quá 40°C
- Khoảng biến thiên nhiệt độ trong 8 giờ là 10°C
- Độ ẩm tương đối của môi trường chung quanh 98% ở 25°C

III. KỸ THUẬT QUẤN DÂY :

1/ CÁCH LẤY MẪU KHUÔN CUỘN DÂY :

Tùy theo dạng dây quấn mà thực hiện khuôn cuộn dây cho phù hợp, sao cho cuộn dây dễ lắp đặt vào rãnh và đầu cuộn dây không bị chạm vào các nắp dây ở 2 đầu của động cơ.

Ta có thể tiến hành lấy mẫu kích thước khuôn như sau :

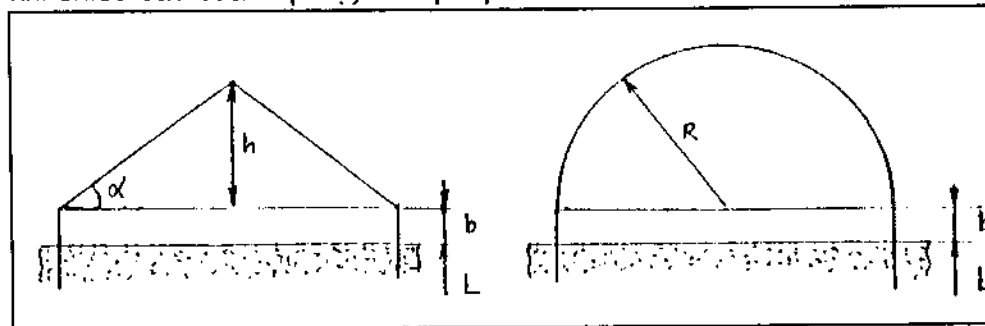
a) Các dạng đầu cuộn dây : (xem hình 8-1)

b) Trường hợp áp dụng :

- Dạng đầu cuộn tam giác, đầu cuộn tròn sử dụng thông thường đối với các cuộn dây bước ngắn, cho các dây quấn có nhiều từ cực ($2p > 6$). Cho cả dạng dây quấn 1 lớp và 2 lớp.

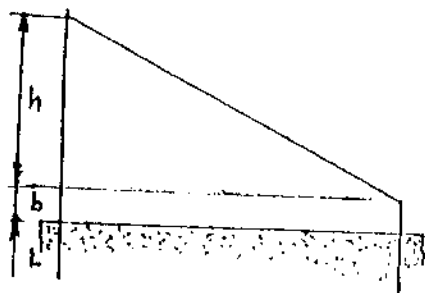
- Dạng đầu cuộn nửa tròn, áp dụng phổ biến trong dạng dây quấn đồng tâm, đồng khuôn khi bước cuộn dây là bước dài. Với dạng đầu cuộn này, bề cao của đầu cuộn ngắn bớt, giảm khối lượng dây, đồng thời tránh chạm vào nắp dây của động cơ.

- Dạng đầu cuộn hình thang được áp dụng cho dạng dây quấn đồng khuôn móc xích 1 lớp hoặc 2 lớp, để dễ dàng vô dây các cạnh ngắn chéo giữa 2 cạnh dài. Dạng này có bất lợi là đầu cuộn quá cao, nên chỉ áp dụng khi chiều cao của nắp dây cho phép.

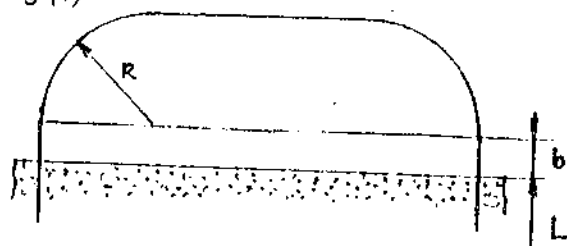


H1a. DẠNG ĐẦU CUỘN TAM GIÁC

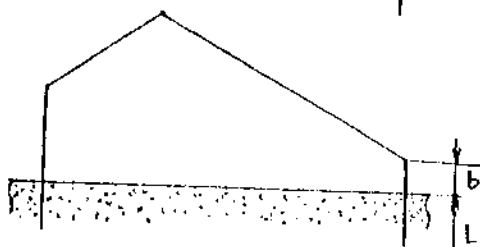
H1b. DẠNG ĐẦU CUỘN TRÒN



H1d. Dạng đầu cuộn hình thang (1)

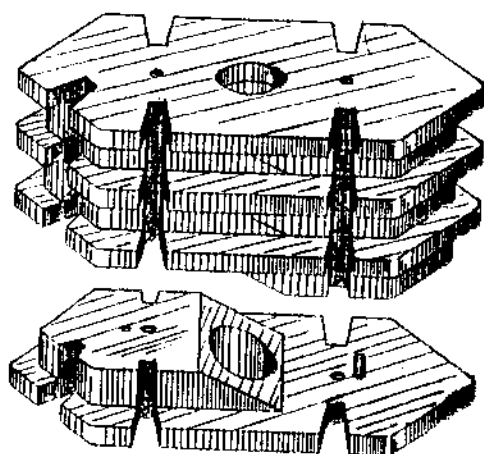


H1c. Dạng đầu cuộn bán tròn



H1e. Dạng đầu cuộn hình thang (2)

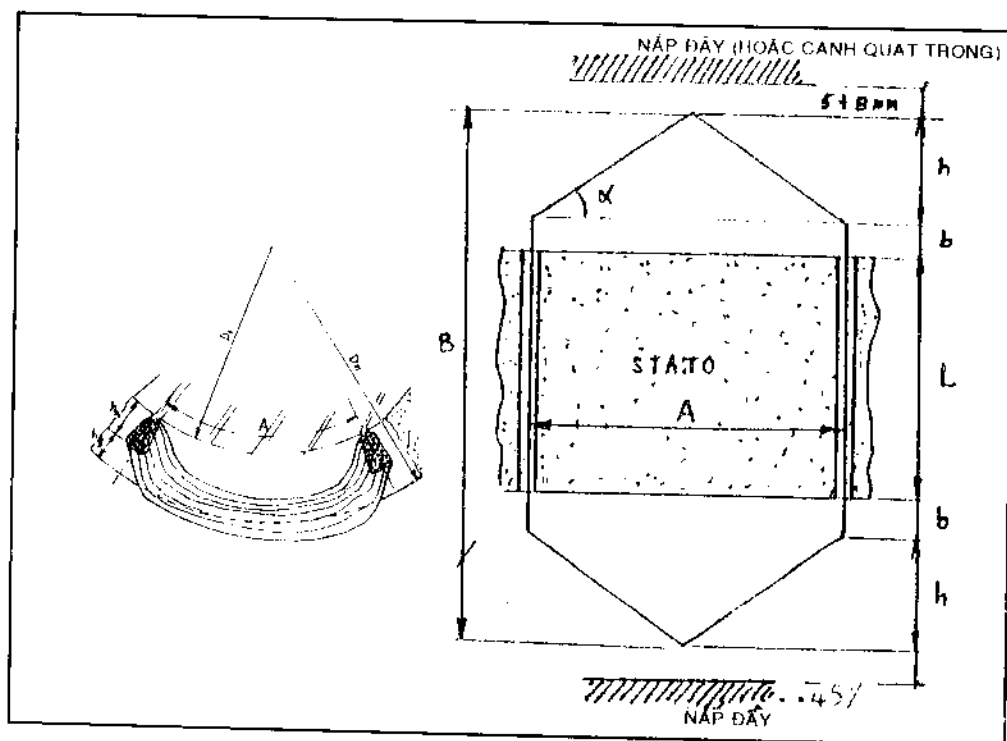
Hình 8-1 : CÁC DẠNG ĐẦU CUỘN DÂY



Hình 8-2 : BỘ KHUÔN CUỘN DÂY ĐỒNG KHUÔN

c) Cách tính kích thước khuôn :

– Dạng đầu cuộn tam giác :



Hình 8-3 : XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC KHUÔN CUỘN DÂY ĐẦU TAM GIÁC CÂN

Bề rộng khuôn :

$$A = \frac{3,14(D_t - h_r)}{2p} \times \frac{Y}{\tau}$$

Bề cao toàn bộ khuôn :

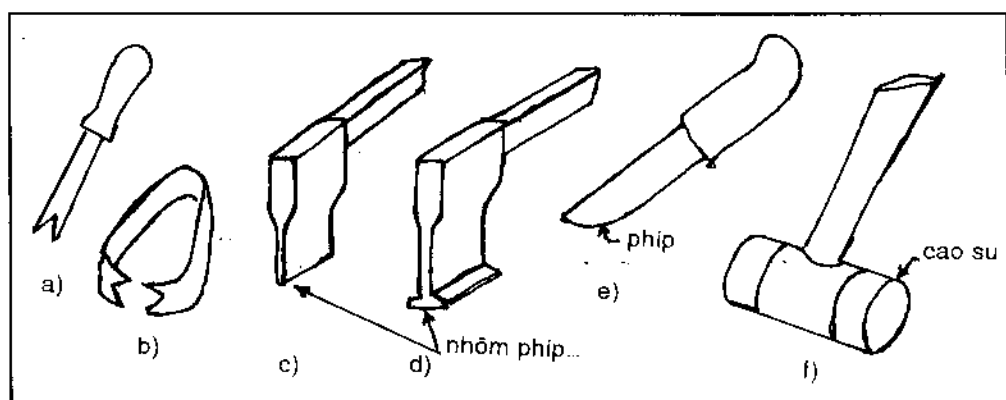
$$B = L - 2(b - h)$$

Với : $b : 5 - 10 \text{ mm}$

$$h = \frac{A}{2} \quad \text{tg } \alpha \quad \text{mà} \quad \alpha : 30^\circ - 40^\circ$$

Bề dày khuôn :

$$C = \frac{2}{3} h_r \text{ (khi dây quấn 1 lớp)}$$



Hình 8-5 : CÁC DỤNG CỤ DÙNG LẮP ĐẶT DÂY

3/ KỸ THUẬT CÁCH ĐIỆN RÃNH :

Cách điện rãnh nhằm mục đích cách điện giữa cuộn dây với stato để tránh chạm masse, mà còn phải có dạng của rãnh để ôm sát vào rãnh, tăng hệ số lấp đầy dây (K_{ld}).

Khi lót cách điện rãnh cho các động cơ có công suất nhỏ dưới 1HP, có thể chọn giấy dày 0,2 mm. Nếu động cơ lớn hơn, cấp cách điện A, thì chọn bề dày giấy từ 0,35 – 0,40 mm. Đối với động cơ có công suất lớn, nên tăng cường thêm 1 lớp giấy phim, hoặc mica... tùy theo cấp cách điện (H8-6a).

Để tăng cường độ bền về cơ, nên gấp mí ở đầu miệng rãnh, tránh giấy cách điện bị rách trong lúc uốn nắn dây.

4/ CÁCH LẮP DÂY VÀO RÃNH :

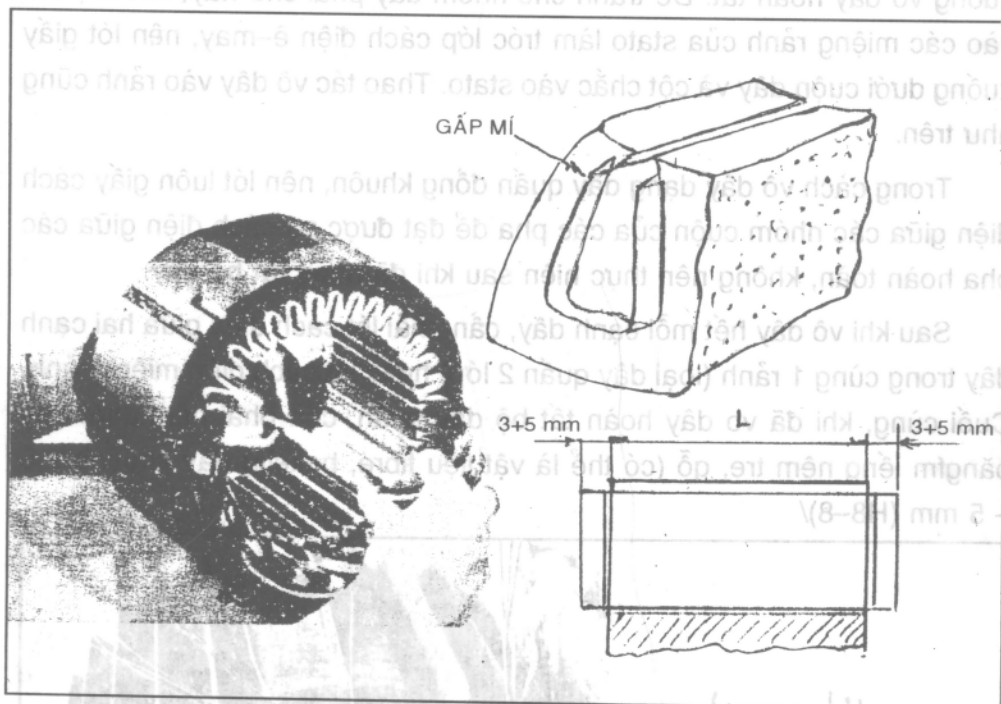
a/ Lắp dây nhóm cuộn đồng tâm :

Trước khi lắp dây vào rãnh, nên chọn vị trí bố trí các nhóm cuộn sao cho thuận lợi và có mỹ thuật. Cần chú ý tránh phần đầu cuộn che lấp các lỗ xả bu-lông, để khỏi bị trở ngại sau này khi ráp động cơ.

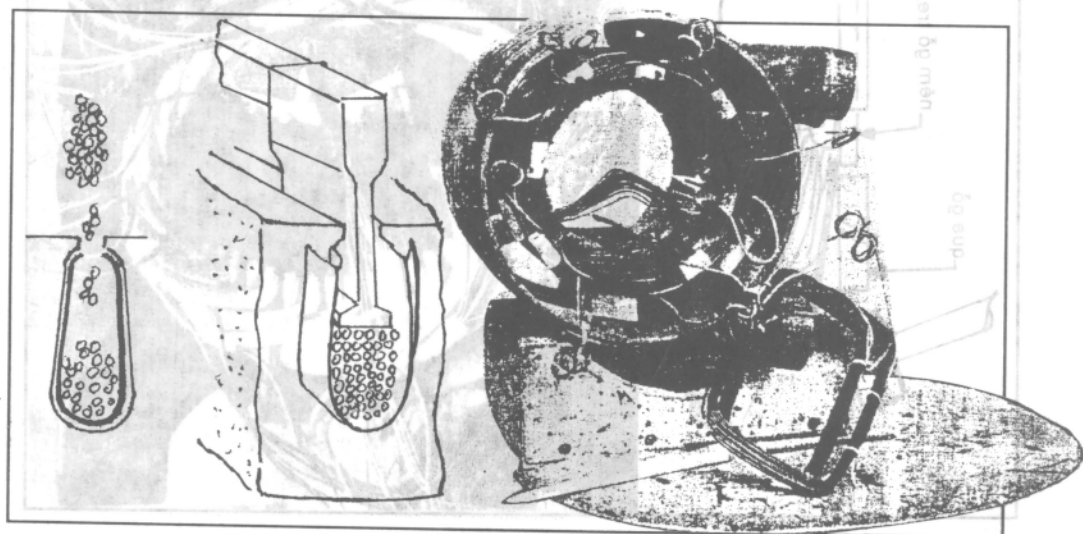
Chọn vị trí đầu tiên sẽ lắp dây vào, nắn cuộn dây cho thu gọn vừa lọt lòng stato. Sau khi đặt cuộn dây bé nhất của nhóm cuộn đồng tâm vào stato, tháo dây cột 1 cạnh cuộn dây sẽ vô dây trước. Kế đó cần thận đưa từng lượng nhỏ dây dẫn nằm gần miệng rãnh cho vào rãnh. Nếu thấy lượng dây đã cho vào rãnh hơi choán chỗ, dùng dao vô dây gạt dây cho song hàng, rồi dùng nệm dây ép chặt dây xuống. Khi dây đã cho vào hết, lót cách điện miệng rãnh bằng giấy cách điện khá dày (0,35 – 0,40 mm). Kế

tiếp vô cạnh dây thứ hai còn lại theo thao tác đã trình bày ở trên. Cân đối hai đầu cuộn dây, rồi uốn dây khéo léo, nhẹ nhàng các đầu cuộn cho cong vòng xuống để rộng chỗ cho nhóm cuộn dây khác lắp sau này.

Tương tự, vô dây cuộn thứ hai kế tiếp trong nhóm, rồi dần đến cuộn lớn nhất vô sau cùng.



Hình 8-6 : CÁCH ĐIỆN RÃNH MẠCH TỪ STATO



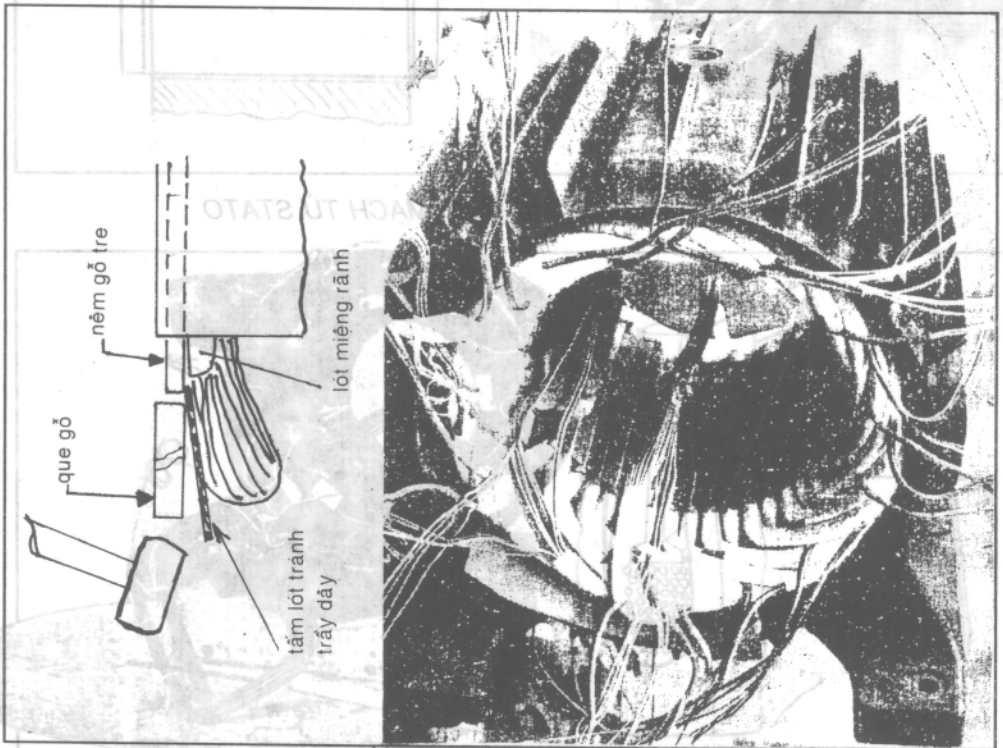
Hình 8-7 : KỸ THUẬT LẮP DÂY VÀO RÃNH STATO.

b/ Lắp nhóm cuộn dây đồng khuôn :

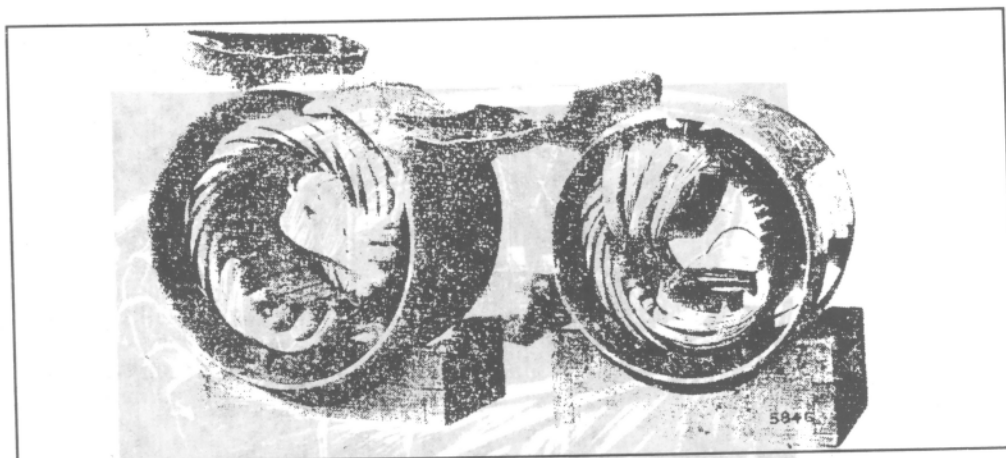
Đối với dạng dây quấn đồng khuôn 1 lớp và 2 lớp thì chỉ vô một số cạnh dây của nhóm cuộn, còn phân nửa số cạnh dây còn lại của nhóm thì phải chờ cho đến khi vô hết các nhóm cuộn của bộ dây quấn mới được hạ xuống vô dây hoàn tất. Để tránh cho nhóm dây phải chờ này, khỏi cọ sát vào các miệng rãnh của stato làm tróc lớp cách điện ê-may, nên lót giấy xuống dưới cuộn dây và cột chắc vào stato. Thao tác vô dây vào rãnh cũng như trên.

Trong cách vô dây dạng dây quấn đồng khuôn, nên lót luôn giấy cách điện giữa các nhóm cuộn của các pha để đạt được sự cách điện giữa các pha hoàn toàn, không nên thực hiện sau khi đã hoàn tất bộ dây.

Sau khi vô dây hết mỗi cạnh dây, cần phải lót cách điện giữa hai cạnh dây trong cùng 1 rãnh (loại dây quấn 2 lớp) hoặc lót cách điện miệng rãnh. Cuối cùng, khi đã vô dây hoàn tất bộ dây quấn, cần phải nêm chặt dây bằng mìn iếng nêm tre, gỗ (có thể là vật liệu fibre, bakêlit) dày khoảng 2,5 – 5 mm (H8-8)/



Hình 8-8 : CÁCH ĐÓNG NÊM TRE Ở MIỆNG RÃNH

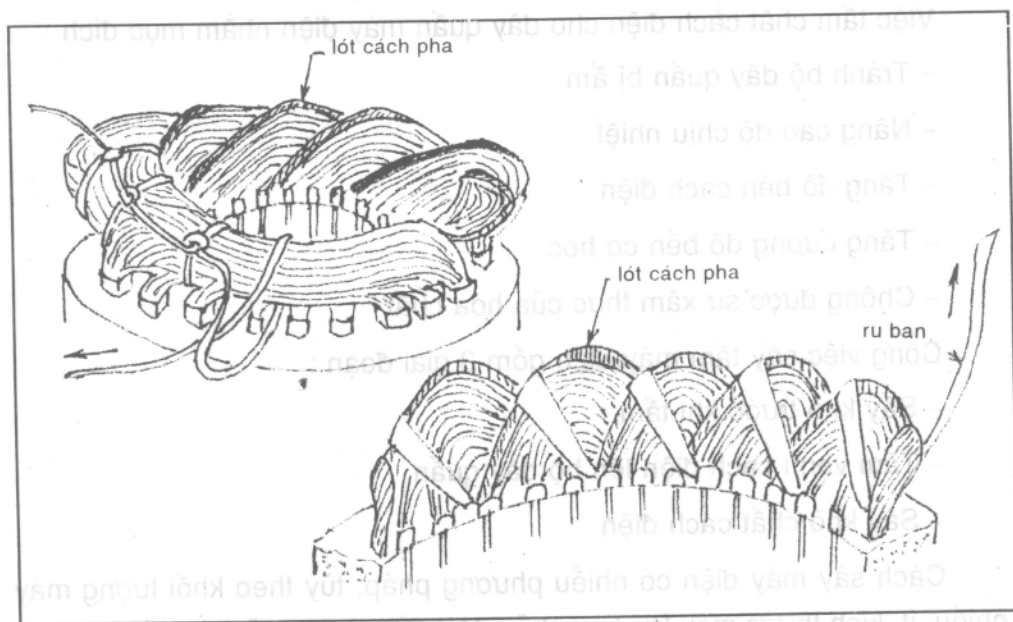


Hình 8-9 : Các cuộn dây đã được lắp vào rãnh stato.

5/ ĐAI BỘ DÂY QUẤN :

Sau khi đã uốn nắn định hình bộ dây quấn theo dự tính. Hàn đầu dây giữa các nhóm cuộn, hàn nối các đầu dây ra với dây dẫn mềm bọc cách điện PVC hoặc cao su. Rồi định vị nơi tập trung đưa dây ra hộp nối. Cuối cùng tiến hành đai bộ dây quấn và nắn định hình lần cuối để việc đai dây làm cho bộ dây quấn vững chắc.

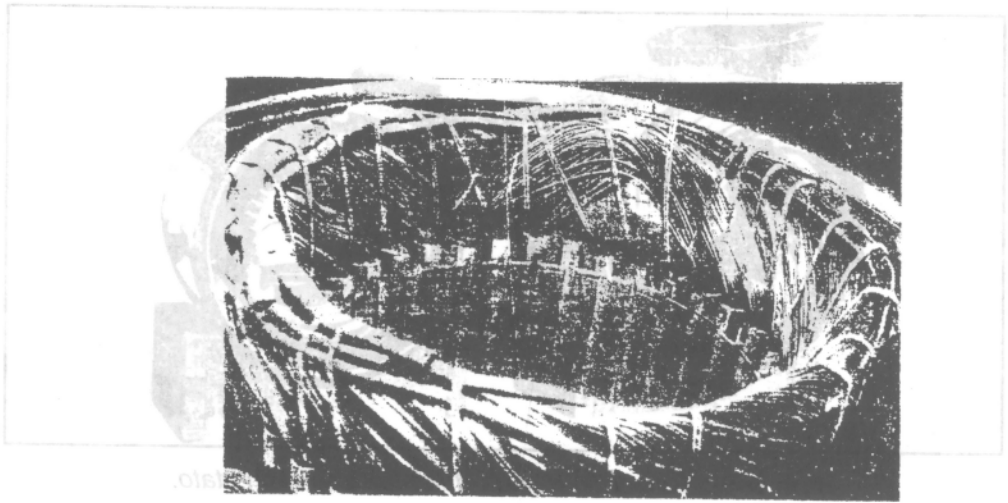
Hình 8-10 : Trình bày các kiểu đai dây.



Cách đai thứ 1

Cách đai thứ 2

Hình 8-10 : CÁC KIỂU ĐAI DÂY



Hình 8-11 : ĐAI DÂY HOÀN TẤT

IV. CÁCH TẮM SẤY DÂY QUẤN :

Trong công nghiệp sản xuất máy điện, việc sấy và tẩm chất cách điện cho động cơ rất quan trọng. Còn trong trường hợp sửa chữa nhỏ, đơn chiếc, điều kiện sấy tẩm còn hạn chế. Nhưng nếu biết kỹ thuật sấy tẩm và làm đúng phương pháp thì vẫn đảm bảo chất lượng và tuổi thọ của máy.

Việc tẩm chất cách điện cho dây quấn máy điện nhằm mục đích :

- Tránh bộ dây quấn bị ẩm
- Nâng cao độ chịu nhiệt
- Tăng độ bền cách điện
- Tăng cường độ bền cơ học
- Chống được sự xâm thực của hóa chất

Công việc sấy tẩm máy điện gồm 3 giai đoạn :

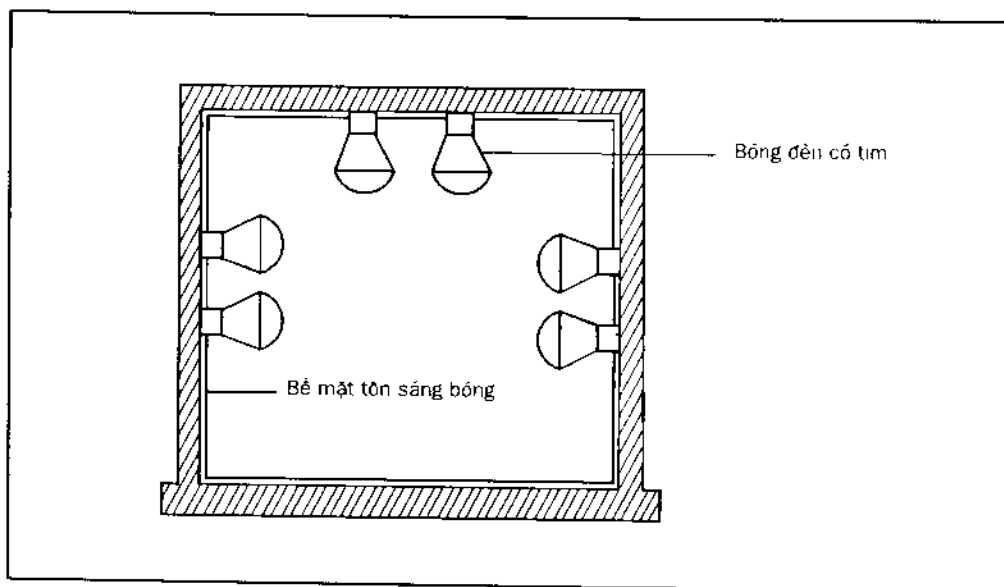
- Sấy khô trước khi tẩm
- Tẩm verni cách điện lên bộ dây quấn
- Sấy khô chất cách điện

Cách sấy máy điện có nhiều phương pháp, tùy theo khối lượng máy nhiều, ít, kích thước máy lớn hay nhỏ... Với sửa chữa nhỏ, có thể dùng các phương pháp :

1. Phương pháp sấy tẩm bằng tia hồng ngoại :

Cách sấy này khác với cách sấy nhiệt bằng điện trở. Chủ yếu nhờ vào khả năng hấp thụ năng lượng bức xạ do tia hồng ngoại để biến thành nhiệt năng và bề mặt của vật được sấy. Như thế chất cách điện được làm khô dần từ lớp bên trong ra phía ngoài.

Tia hồng ngoại được sản xuất ra bởi bóng đèn có tim, khi được cho thấp sáng đỏ. Vì vậy nguồn điện cung cấp cho đèn sấy nên giảm thấp 20 -- 30% điện áp định mức của đèn. Để tăng cường sự phản xạ nhiệt và phân phối đều nhiệt lượng nên lót kim loại sáng bóng bên trong tủ sấy. Thông thường cứ 1m³ cần từ 2 -- 3 kw.



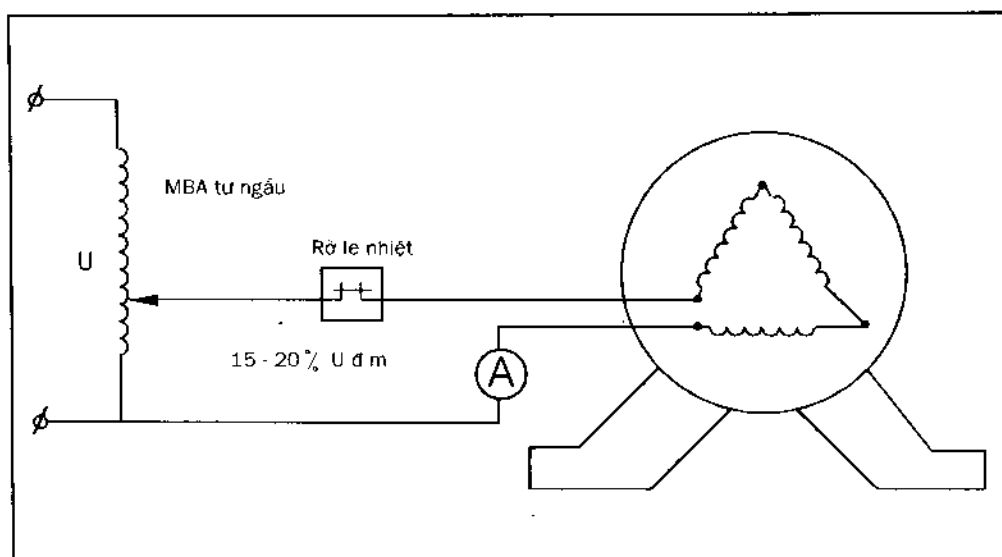
Hình 8-12 : CẤU TẠO TỦ SẤY ĐƠN GIẢN

2. Phương pháp sấy bằng dòng điện :

Phương pháp này cho dòng điện vào bộ dây quấn và dùng dây quấn tỏa nhiệt để tự sấy khô chất cách điện đã tẩm. Như thế, nhiệt tỏa ra từ bên trong làm bay hơi dung môi, khô nhanh chất cách điện.

Khi sấy động cơ, điện áp đưa vào bộ dây quấn khoảng 15 – 20% điện áp định mức của bộ dây quấn, các cuộn pha được mắc nối tiếp với nhau thành tam giác hở. Dòng điện qua bộ dây quấn có thể bằng dòng điện định mức. Cần trang bị 1 rơ le bảo vệ để tránh dòng điện sấy vượt quá định mức. Thời gian sấy ít nhất 10 giờ.

Sau khi sấy xong phải kiểm tra điện trở cách điện bằng Mê-gôm-kế (500V). Ở nhiệt độ còn nóng 95–100°C điện trở cách điện của stato ít nhất phải lớn hơn 1M Ω .



Hình 8-13 : CÁCH MẮC MẠCH SẤY BẰNG DÒNG ĐIỆN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ĐẶNG DŨNG – ĐỖ GIA PHAN -- NGUYỄN SỸ TUYÊN -- Sổ tay sửa chữa máy điện quay -- NXB LAO ĐỘNG
2. A.S.KOKREP -- Sổ tay thợ quấn dây máy điện -- NXB CÔNG NHÂN KỸ THUẬT.
3. D.H BRAYMER -- A.C. RCE. Rebobinages des petits moteurs -- J.BERNOT et M. JOLY (Biên dịch tiếng Pháp) -- NXB DUNOD.
4. R. MERLET -- Technologie d' électricité -- tome 3 -- NXB DUNOD.
5. V. POPOV -- S. NIKOLAEV . Electrotechnique générale et notions d' électronique -- NXB Mir MOSCOU.
6. A. E FITZGERALD -- CHARLES KINGSLEY, Jr. ELECTRIC MACHINERY -- NXB International student edition.
7. TRẦN KHÁNH HÀ -- Tính toán động cơ điện không đồng bộ 3 pha và 1 pha công suất nhỏ -- NXB KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
-------------------	---

CHƯƠNG 1 : MÁY BIẾN ÁP

I. Cấu tạo	5
II. Nguyên lý làm việc.....	7
III. Các công thức cơ bản về máy biến áp.....	7
IV. Phân loại máy biến áp.....	10
V. Một số máy biến áp thông dụng.....	11

CHƯƠNG 2 : TÍNH SỐ LIỆU DÂY QUẮN MÁY BIẾN ÁP 1 PHA

I. Các bước tính số liệu dây quấn máy biến áp 1 pha	27
II. Bài tập mẫu	32
III. Tính số liệu của máy biến áp tại ngẫu	34
IV. Tính máy biến áp có phần chỉnh lưu	38

CHƯƠNG 3 : KỸ THUẬT QUẮN DÂY MÁY BIẾN ÁP

I. Khuôn cách điện	41
II. Kỹ thuật quấn dây	42
III. Cách ráp lại lá sắt của mạch từ.....	43
IV. Các pan thông thường trong máy biến áp	44

CHƯƠNG 4 : CÁC LOẠI QUẠT ĐIỆN

I. Quạt trần.....	49
II. Quạt bàn loại có tụ.....	56
III. Quạt có vòng ngắn mạch	57
IV. Kỹ thuật quấn dây quạt điện	60

V. Một số pan trong quạt điện	71
VI. Tính số liệu dây quấn của quạt điện.....	72

CHƯƠNG 5 : ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

I. Cấu tạo	79
II. Nguyên lý làm việc.....	80
III. Đặc tính và công dụng.....	80
IV. Kỹ thuật quấn dây phần ứng.....	82
V. Các pan về động cơ vạn năng	85
VI. Tính toán số liệu dây quấn của động cơ vạn năng.....	86

CHƯƠNG 6 : CƠ SỞ THIẾT KẾ BỘ DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

I. Các khái niệm cơ bản	97
II. Phân loại dây quấn động cơ.....	105
III. Cách vẽ lại sơ đồ dây quấn động cơ 3 pha và 1 pha.....	111
IV. Cách dựng sơ đồ dây quấn động cơ 3 pha và 1 pha.....	126
V. Cách tính hệ số dây quấn	134

CHƯƠNG 7 : TÍNH TOÁN SỐ LIỆU DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA VÀ 1 PHA

I. Xác định tốc độ quay	149
II. Ước tính công suất của động cơ.....	150
III. Các bước tiến hành tính số liệu dây quấn của động cơ 3 pha.....	151
IV. Một số ví dụ mẫu	163
V. Tính số liệu dây quấn của động cơ 1 pha	178

CHƯƠNG 8 : KỸ THUẬT QUẤN DÂY STATOR ĐỘNG CƠ 3 PHA VÀ 1 PHA

I. Vật liệu cách điện dùng trong chế tạo và sửa chữa máy điện	190
II. Phân loại cấp cách điện.....	191
III. Kỹ thuật quấn dây	192
IV. Cách tẩm sấy dây quấn.....	200
Tài liệu tham khảo.....	203

KỸ THUẬT QUẢN DÂY

**MÁY BIẾN ÁP, ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG,
ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 PHA, 3 PHA**

Biên soạn : TRẦN DUY PHỤNG

Chịu trách nhiệm xuất bản

HOÀNG HƯƠNG VIỆT

Chịu trách nhiệm bản thảo :

NGUYỄN ĐỨC HÙNG

Biên tập : **TRẦN MY**

Bìa : **NHẤT ĐỨC**

Sửa bản in : **TÁC GIẢ**

In 500 cuốn khổ (16x24)cm tại Xưởng In Trung Tâm Hội Chợ Triển Lãm Việt Nam. GPXB số 12-1386/XB-QLXB do Cục Xuất Bản cấp ngày 19/08/2005. In xong & nộp lưu chiểu quý 01 năm 2006.

Kỹ Thuật Quấn Dây

MÁY BIẾN ÁP
ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG
ĐỘNG CƠ 1 PHA - 3 PHA



Nơi Phát Hành
HIỆU SÁCH NGUYỄN TRÃI
4A - Ng Trãi - Q5 - Tp. HCM
ĐT: 8383669

Kit quấn dây máy biến áp

