ThS. Nguyễn Trọng Thắng

LÍ THUYẾT VÀ BÀI TẬP TÍNH TOÁN SỬA CHỮA MÁY ĐIỆN

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
TP. HỒ CHÍ MINH – 2008

TRƯỜNG ĐHDL - KT CN
THƯ VIỆN
SỐ 200007575

LÍ THUYẾT VÀ BÀI TẬP TÍNH TOÁN SỬA CHỮA MÁY ĐIỆN

ThS. Nguyễn Trọng Thắng

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH
Khu phố 6, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, TP HCM
ĐT: 7 242 181, 7 242 160 + (1421, 1422, 1423, 1425, 1426)
Fax: 7 242 194 - **Email:** vnuhp@vnuhcm.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản:
TS HUỲNH BÁ LÂN
Biên tập:
NGUYỄN ĐỨC MAI LÂM
Sửa bản in:
THÂN THỊ HỒNG
Trình bày bìa:
VŨ TRỌNG LUẬT
Đơn vị liên kết
VÕ XUÂN TRƯỜNG

TK .01. KT(V) 486-2007/CXB/29-34/ĐHQGTPHCM
ĐHQG.HCM-08 KT.TK.372–08(T)

In 1000 cuốn khổ 16 x 24cm, tại Công ty in Hưng Phú. Số đăng ký KHXB: 486 - 2007/CXB/29-34/ĐHQGTPHCM. Quyết định xuất bản số: 283/QĐ-ĐHQGTPHCM cấp ngày 15/5/2008 của NXB ĐHQGTPHCM. In xong và nộp lưu chiểu qúi III/2008.

LỜI NÓI ĐẦU

Tính toán sửa chữa máy điện là một trong những môn học chuyên ngành quan trọng đối với sinh viên ngành Điện Công nghiệp, nói cách khác để có thể nghiên cứu chuyên sâu về lĩnh vực máy điện thì sinh viên phải nắm vững những kiến thức của môn học này.

LÍ THUYẾT VÀ BÀI TẬP TÍNH TOÁN SỬA CHỮA MÁY ĐIỆN là tài liệu giúp cho sinh viên chuyên ngành củng cố lí thuyết và rèn luyện kỹ năng giải quyết các bài toán có liên quan đến kiến thức của môn học ***Tính toán sửa chữa máy điện*** trong chương trình đào tạo của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM.

Ngoài ra môn học này còn giúp cho các cán bộ kỹ thuật trong các nhà máy chế tạo và sửa chữa máy điện nắm vững các kiến thức cơ bản về máy điện quay và máy biến áp, cấu trúc của dây quấn, nguyên lí tính toán và ứng dụng trong việc giải quyết các bài toán thực tế về lĩnh vực này trong công nghiệp và dân dụng.

Giáo trình được biên soạn trên cơ sở người đọc đã học môn ***Lí thuyết Máy điện*** ở bậc đại học hoặc cao đẳng nên tài liệu không đi sâu vào mặt lí luận các hiện tượng vật lí mà chủ yếu trình bày các phương pháp tính toán các loại máy điện thông dụng trong thực tế.

Giáo trình ***Lí thuyết và bài tập tính toán sửa chữa máy điện*** gồm 6 chương:

Chương 1. Tính toán dây quấn máy điện không đồng bộ 3 pha

Chương 2. Tính toán dây quấn máy điện không đồng bộ 3 pha hai cấp tốc độ (tỉ số biến đổi tốc độ:2/1)

Chương 3. Tính toán dây quấn máy điện không đồng bộ 1 pha

Chương 4. Tính toán thay đổi tham số dây quấn máy điện không đồng bộ 3 pha và 1 pha

Chương 5. Tính toán dây quấn máy điện xoay chiều có vành góp(động cơ vạn năng)

Chương 6. Tính toán máy biến áp

Trong mỗi chương có trình bày phần tóm tắt lí thuyết, các bài ví dụ minh họa và các bài tập tự giải, mong rằng tài liệu này sẽ đáp ứng được nhu cầu của bạn đọc.

Tác giả

Chương 1

TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA MẤT SỐ LIỆU

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

§ 1. ĐẠI CƯƠNG

Khi phân loại các dạng dây quấn cho máy điện xoay chiều ta có thể dựa vào các yếu tố sau:

- Căn cứ theo số cạnh tác dụng bố trí trong mỗi rãnh ta có dây quấn một lớp hay dây quấn hai lớp.
- Căn cứ theo hình dạng của một bối dây ta có dây quấn đồng khuôn hay dây quấn đồng tâm.

Ngoài ra còn có thể căn cứ theo đầu nối của nhóm bối dây ta chia dây quấn tập trung hay dây quấn phân tán. Nếu căn cứ số rãnh phân bố cho mỗi pha trên mỗi khoảng bước cực ta có các dạng dây quấn q nguyên hay q phân số.

§ 2. DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA CÓ q LÀ SỐ NGUYÊN

I. DÂY QUẤN 1 LỚP

Ta qui ước các kí hiệu và thuật ngữ như sau:

- 2p: số đôi cực của máy
- τ:bước cực từ, khoảng cách giữa hai cực từ kế cận nhau.
- z: tổng số rãnh của stator
- q: số rãnh phân bối cho mỗi pha trên mỗi bước cực
- α_d:góc lệch giữa hai rãnh liên tiếp.

Các công thức liên hệ: $\tau = \frac{z}{2p}$; $q = \frac{\tau}{3}$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau}$

Trình tự xây dựng sơ đồ dây quấn một lớp:

B1: Xác định các tham số: τ, q, α_d.

B2: Phân bố rãnh stator cho từng pha dây quấn.

B3: Xây dựng sơ đồ triển khai cho mỗi pha dây quấn.

II. DÂY QUẤN 2 LỚP

Ta thực hiện theo các bước sau:

B1: Xác định tham số cần dùng cho việc xây dựng sơ đồ: τ, q, α_d. Xác định bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le (\tau - 1)$

B2: Phân bố rãnh cho 3 pha

B3: Vẽ lần lượt dây quấn cho từng pha, sau đó suy ra sơ đồ dây quấn 3 pha.

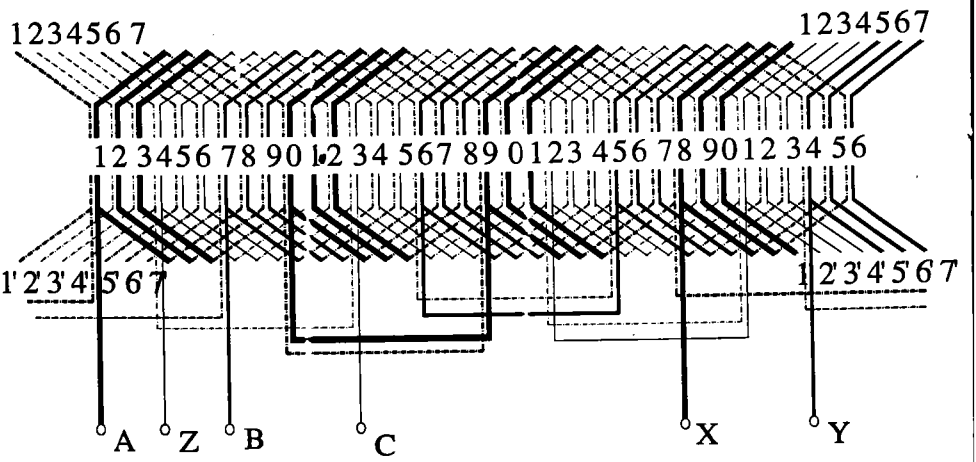
1. Dây quấn xếp: thực hiện các bước như phương pháp trên

VD: Xây dựng sơ đồ triển khai dây quấn xếp hai lớp có Z = 36, 2p = 4

Giải: Ta có: $\tau = 9$, q = 3, $\alpha_d = 20^o$ điện.

Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le (\tau - 1)$; $6 \le y \le 8$ chọn y = 7

Sơ đồ dây quấn:



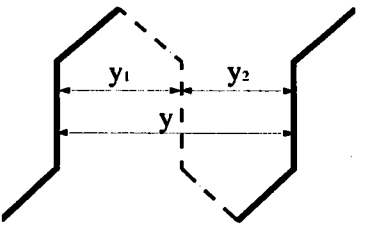
Hình 1A: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp Z = 36, 2p = 4

2. Dây quấn sóng

Bước quấn dây:

$y = \frac{Z \pm \varepsilon}{P}$ khi Z = kp, k: số nguyên thì ε = 0

$\frac{2}{3}\tau \le y_1 \le (\tau - 1)$; y_1 bước bối dây, $y_2 = y - y_1$



N: tổng số cạnh tác dụng của bộ dây.

N/6: số chẵn: 1 nhánh có N/6 cạnh tác dụng

N/6: số lẻ: 1 nhánh có N/6 + 1 cạnh tác dụng

1 nhánh có N/6 – 1 cạnh tác dụng.

Lập bảng gồm 2p cột, τ, u_r hàng với u_r là số lớp dây. Ghi số cạnh tác dụng trong mỗi ô của bảng theo nguyên tắc.

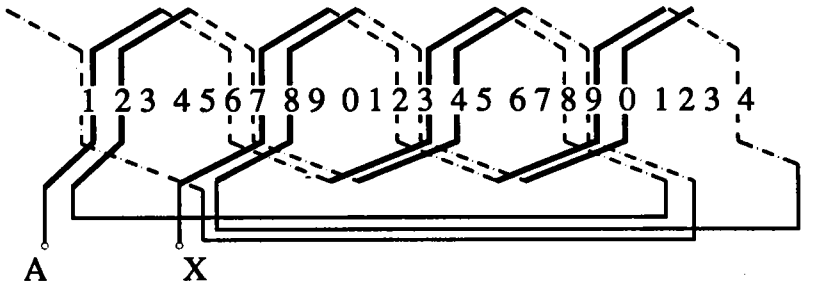
VD: Vẽ sơ đồ triển khai dây quấn sóng 3 pha 2 lớp Z = 24, 2p = 4.

Giải: ta có y = 12; $y_1 = 5$; $y_2 = 7$; N = 48.

Lập bảng:

Lớp trên	Lớp dưới	Lớp trên	Lớp dưới	
1	6'	13	18'	+(y2 + 1)
2	7'	14	19'	Nhánh 1 pha A
3	8'	15	20'	Nhánh 2 pha C
4	9'	16	21'	Nhánh 3 pha B
5	10'	17	22'	Nhánh 4 pha A
6	11'	18	23'	Nhánh 5 pha C
7	12'	19	24'	Nhánh 6 pha B
8	13'	20	1'	
9	14'	21	2'	
10	15'	22	3'	
11	16'	23	4'	
12	17'	24	5'	

Sơ đồ khai triển dây 1 pha tiêu biểu quấn sóng:



Hình 1B: Sơ đồ khai triển 1 pha dây quấn sóng 2 lớp Z = 24, 2p = 4

§ 3. DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA CÓ q PHÂN SỐ

Khi q là phân số có hai phương pháp bố trí dây quấn: theo Clément và theo Pyδo. Đối với phương pháp của Clément có thể bố trí cho dây quấn một hay hai lớp. Còn phương pháp của Pyδo thích hợp cho dây quấn hai lớp.

I. PHƯƠNG PHÁP CLEMENT

1. Dây quấn 1 lớp:

B1: Xác định tham số cần dùng cho việc xây dựng sơ đồ: τ, q, α_d.

Viết q dưới dạng: $q = b + \frac{c}{d}$

Trong đó: b, c, d. là các số nguyên và phân số; $\frac{c}{d}$ là phân số tối giản.

B2: Lập bảng số xác định số rãnh cho 3 pha gồm 3 cột 2p hàng.

- Nếu (c/d) < 0,5: ghi giá trị b cho mỗi ô trong bảng.
- Nếu (c/d) > 0,5: ghi giá trị b +1 cho mỗi ô trong bảng.
- Nếu (c/d) = 0,5: ghi giá trị b hay b +1 cho mỗi ô trong bảng.

B3: Điều chỉnh các giá trị ghi theo bảng để có phân bố rãnh bằng z.

- Từ ô đầu tiên ta đánh dấu *, sau đó bắt đầu đếm từ trái sang phải, từ trên xuống dưới một khoảng cách đúng bằng số cực 2p, dừng lại ô nào đánh * tại ô đó. Tiếp tục thực hiện cho đến khi về đúng ô mở đầu.
- Trên cùng một cột ngày hàng bên dưới của các ô vừa đánh dấu *, ta đánh * tiếp.
- Tại các ô đã đánh * ta điều chỉnh giá trị ghi trong mỗi ô theo quy tắc sau:
  - Nếu trị số ghi trong ô có dấu * là b ta chỉnh thành b +1
  - Nếu trị số ghi trong ô có dấu * là b +1 ta chỉnh thành b.

B4: Căn cứ theo giá trị trong bảng phân bố vừa chỉnh ta xác định phân bố rãnh cho mỗi pha trên mỗi bước cực.

2. Dây quấn 2 lớp

Áp dụng qui trình như trên từ B1 đến hết B3 và xem đây là phân bố các cạnh lớp trên bộ dây sau đó ta chọn bước bối dây: $\frac{2}{3}\tau < y < \tau$ để xác định vị trí các cạnh tác dụng dưới của bộ dây.

B4: Căn cứ theo giá trị vừa chọn ta định ra vị trí rãnh chứa cạnh tác dụng nằm dưới tương ứng cho bối dây. Lần lượt vẽ từng nhóm bối dây cho một pha rồi hoàn chỉnh dần từng pha dây quấn.

II. PHƯƠNG PHÁP PYδO

B1: Xác định tham số cần dùng cho việc xây dựng sơ đồ: τ, q, α_d.

Viết q dưới dạng: $q = b + \frac{c}{d}$

Trong đó: b, c, d. là các số nguyên và phân số; $\frac{c}{d}$ là phân số tối giản.

B2: Căn cứ vào các giá trị: b, c, d ta lập nhóm số thứ tự theo qui tắc sau:

- Viết số (b +1) thành c lần
- Viết số b thành (d-c) lần
- Xác định số lần lặp của nhóm: $M = \frac{2mp}{d} = \frac{6p}{d}$; m là số pha

- Căn cứ số nhóm được thành lập, ta phân bố số rãnh của mỗi pha dưới mỗi bước cực.

B3: Chọn y từ điều kiện: $\frac{2}{3}\tau < y < \tau$ và phân bố rãnh định ở B2 ta vẽ sơ đồ dây quấn hai lớp.

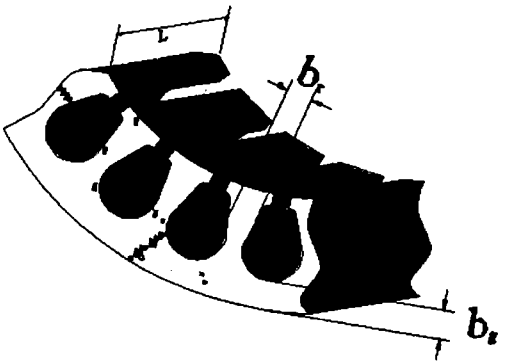
§ 4. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA MẤT SỐ LIỆU

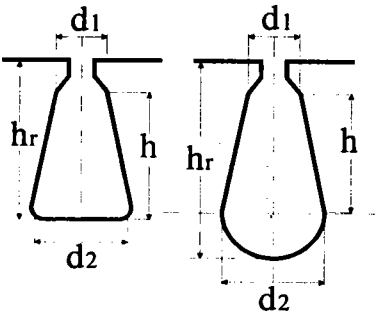
B1: Xác định các tham số cần thiết cho việc tính toán.

Có ba loại tham số cần xác định:

➢ Kích thước lõi thép: đường kính trong của lõi thép stator D_t; chiều dài lõi thép stator L; bề dầy gông lõi thép stator b_g; bề dầy răng stator b_r; tổng số rãnh stator Z.

Hình dạng và kích thước rãnh:





➢ Các tham số về điều kiện thông gió và cấp cách điện. Các tham số về sơ đồ ra dây và đấu dây cho động cơ thuộc một trong các dạng sau:

- Dạng ra 6 đầu: đấu Y hay Δ
- Dạng ra 9 đầu: đấu Y nối tiếp hay Y song song
- Dạng ra 9 đầu: đấu Δ nối tiếp hay Δ song song
- Dạng ra 12 đầu: đấu theo 1 trong 4 cách sau Y nối tiếp, Δ nối tiếp, Y song song, Δ song song.

➢ Các tham số về điện:

- Công suất: $P_{đm}$
- Điện áp: $U_{đm}$

B2: Phỏng định số cực 2p thích ứng với lõi thép động cơ.

Gọi $2p_{min}$ là số cực nhỏ nhất ta có: $2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g}$

B3: Lập biểu thức quan hệ từ thông giữa một cực từ Φ và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$\Phi = \alpha_\delta (\tau.L).B_\delta$; với α_δ =0,70 ÷ 0,715 là hệ số cung cực từ; $\tau = \frac{\pi D_t}{2p}$ là bước cực từ; (τ.L) là diện tích mặt cực từ.

B4: Lập biểu thức quan hệ giữa mật độ từ thông qua gông lõi thép stator B_g và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$B_g = \left(\frac{\alpha_\delta \pi D_t}{2p.2b_g.k_c}\right)B_\delta$ với K_c = 0,93 ÷ 0,95 là hệ số ép chặt lõi thép.

B5: Lập biểu thức quan hệ giữa mật độ từ thông qua răng lõi thép stator B_r và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_r: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta$.

B6: Lập bảng quan hệ giữa B_δ, B_g, B_r

Tuỳ ý chọn giá trị của B_δ ta có giá trị của B_g, B_r tương ứng. Căn cứ theo giới hạn tối đa cho phép của B_g, B_r để tìm giá trị của B_δ sao cho các giá trị B_g, B_r không vượt các giá trị tối đa: B_{gmax} =1,4 (T), B_{rmax} = 1,5(T).

B7: Chọn kết cấu cho dây quấn và tính hệ số dây quấn

$$k_{dq} = k_r.k_n = \left(\frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right)\left(\sin\left(\frac{y}{\tau}.90^0\right)\right)$$

B8: Xác định tổng số vòng dây cho mỗi pha dây quấn:

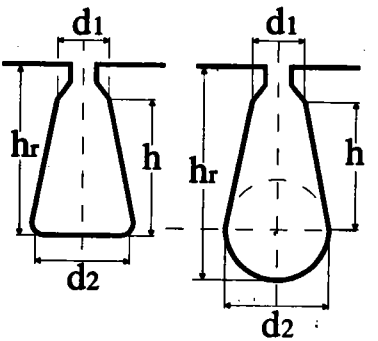
$N_{pha} = \dfrac{K_E.U_{dmpha}}{4{,}44.f.\Phi.k_{dq}}$ với K_E là tỉ số giữa điện áp nhập vào mỗi pha dây quấn so với sức điện động cảm ứng trên bộ dây của mỗi pha. K_E phụ thuộc vào cấp công suất của động cơ và thường được cho theo quan hệ của diện tích mặt cực từ:

$\tau.L(cm^2)$	15÷ 50	50 ÷ 100	100 ÷ 150	150 ÷ 400	>400
K_E	0,75÷ 0,86	0,86÷ 0,9	0,9÷ 0,93	0,93÷ 0,95	0,96÷ 0,97

B9: Xác định tiết diện rãnh stator, chọn hệ số lấp đầy, đường kính dây quấn không kể cách điện.

Với rãnh hình thang:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)h \text{ (mm}^2\text{)}.$$



Với rãnh quả lê:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)\left(h - \frac{d_2}{2}\right) + \left(\frac{\pi d^2}{8}\right) \text{ (mm}^2\text{)}$$

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \dfrac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r}$

Trong đó: n là số sợi chập; u_r là số cạnh tác dụng chứa trong một rãnh; S_{cd} là tiết diện một sợi dây kể cả cách điện.

Một số tiêu chuẩn hệ số lấp đầy:

Hình dạng rãnh	Loại dây quấn	K_{ld}
Hình thang hay chữ nhật	2 lớp	0,33 ÷ 0,4
	1 lớp	0,36 ÷ 0,43
Hình quả lê	2 lớp	0,36 ÷ 0,43
	1 lớp	0,33 ÷ 0,48

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \dfrac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b}$ (mm^2)

Đường kính dây: $d_{cd} = 1{,}128\sqrt{S_{cd}}$ (mm)

B10: Chọn mật độ dòng điện J và dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn

J = 5,5÷ 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A).

J = 6,5÷ 7,5 A/mm^2 (cách điện cấp B).

$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a$ (A) (2a là số mạch nhánh song song).

B11: Xác định công suất định mức cho động cơ.

$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi$

η và cosφ (tra bảng)

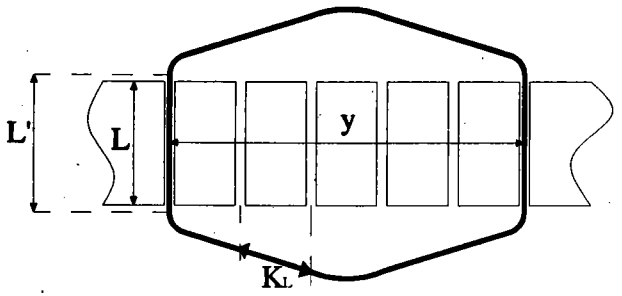
B12: Xác định chu vi khuôn và khối lượng dây quấn

Xác định hệ số K_L chiều dài phần đầu nối bối dây, tính giữa hai rãnh liên tiếp.

$$K_L = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z}$$

Trong đó đơn vị của $D_t = h_r = K_L$ = (mm); γ là hệ số dãn dài đầu nối, phụ thuộc số cực 2p.

Số cực 2p	2	4	6	8 và lớn hơn 8
γ	1,27 ÷ 1,3	1,33 ÷ 1,35	1,5	1,7



Chu vi khuôn được tính theo hệ thức: $CV = 2(K_L.y + L')$

Với y là bước bối dây; L'= L + (5÷ 10mm) chiều dài cạnh tác dụng lồng vào rãnh

Tổng chiều dài cho mỗi pha dây quấn: $L_{pha} = CV.N_b$.(tổng số bối/1 pha).

Khối lượng dây quấn: $W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3).3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$

Trong đó $[W_{dây}]$= [kg], $[L_{pha}]$= [dm], [d]= [mm].

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

§ 1.2 DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA CÓ q LÀ SỐ NGUYÊN

I. DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM TẬP TRUNG 1 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng tâm tập trung 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 24, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải

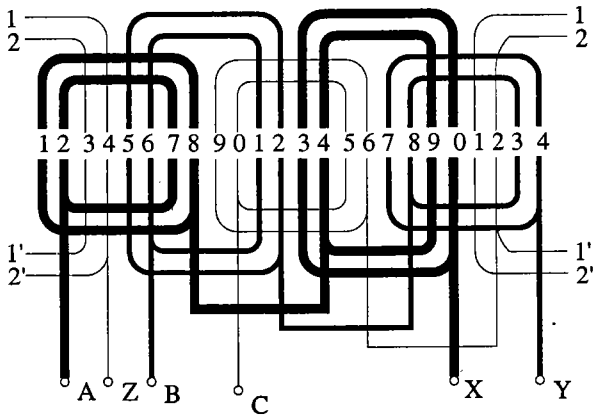
Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$ (rãnh/1 cực).

$q = \frac{\tau}{3} = \frac{6}{3} = 2$ (rãnh/1cực/1pha). $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện.

Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.6}{3} = 4$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = p nên đấu cực từ giả (đấu: đầu – cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.1: Sơ đồ khai triển dây quấn kiểu đồng tâm tập trung 2 mặt phẳng, 1 lớp Z = 24, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng tâm tập trung 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 240^0 điện.

Bài giải

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực).

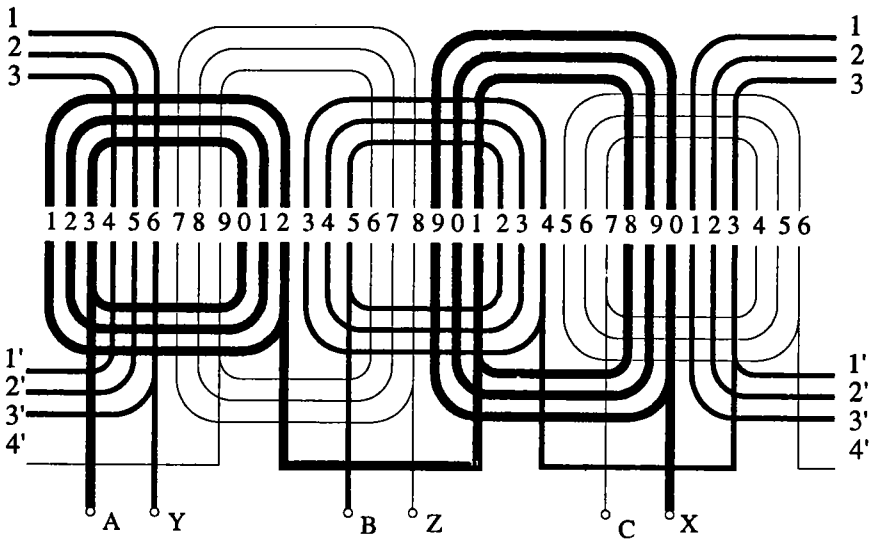
$q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$ (rãnh/1cực/1pha).

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

Rãnh đầu pha: $\frac{4}{3}\tau = \frac{4.9}{3} = 12$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = p nên đấu cực từ giả(đấu: đầu – cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.2: Sơ đồ khai triển dây quấn kiểu đồng tâm tập trung 2 mặt phẳng, 1 lớp Z = 36, 2p = 4

II. DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN TẬP TRUNG 1 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 24, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

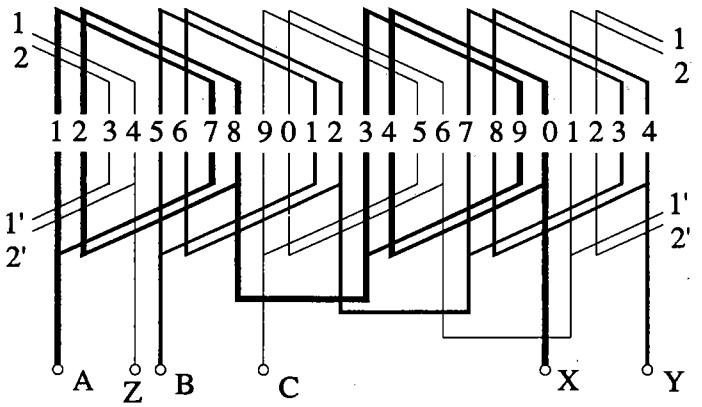
Bài giải

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$(rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{6}{3} = 2$(rãnh/1cực/1pha).

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện. Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.6}{3} = 4$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = p nên đấu cực từ giả(đấu: đầu – cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.3: Sơ đồ khai triển dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung, 1 lớp Z = 24, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 240^0 điện.

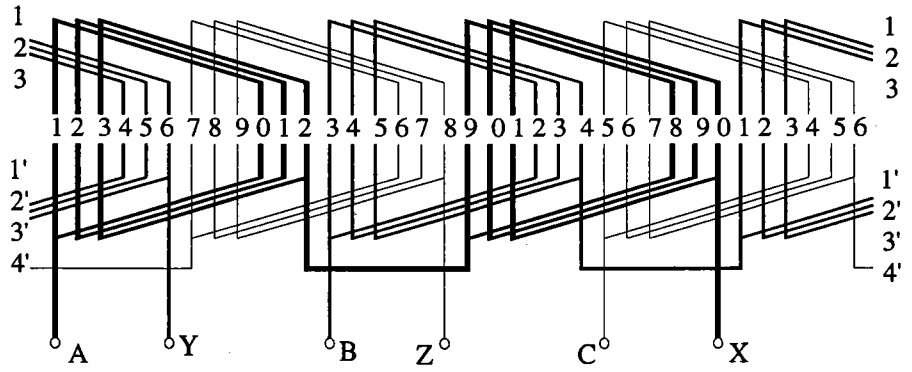
Bài giải:

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$(rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$(rãnh/1cực/1pha).

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện. Rãnh đầu pha: $\frac{4}{3}\tau = \frac{4.9}{3} = 12$(rãnh).

Số nhóm bối dây = p nên đấu cực từ giả(đấu: đầu – cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.4: Sơ đồ khai triển dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung, 1 lớp Z = 36, 2p = 4

III. DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM PHÂN TÁN 1 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng tâm phân tán đơn giản 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 24, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải:

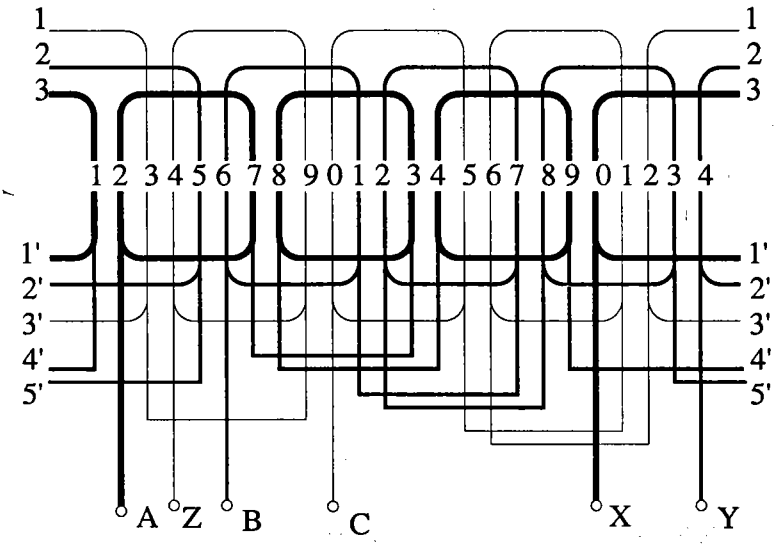
Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$ (rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{6}{3} = 2$ (rãnh/1cực/1pha).

Tách q thành q_1. q_2 với: $q_1 = q_2 = \frac{q}{2} = 1; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện.

Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.6}{3} = 4$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = 2p nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.5: Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm phân tán đơn giản, Z = 24, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng tâm phân tán đơn giản 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải:

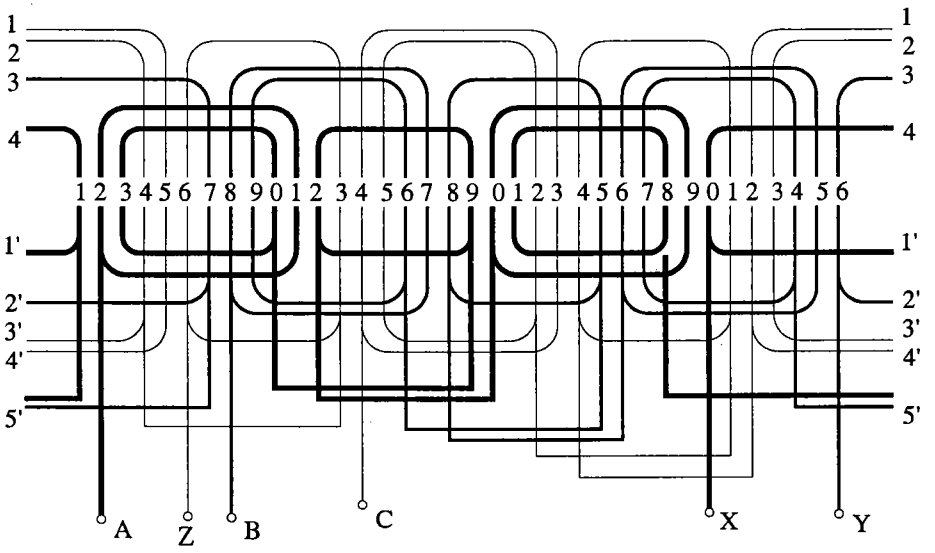
Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$ (rãnh/1cực/1pha).

Tách q thành q_1, q_2 với: $q_1 = 2$, $q_2 = 1$.

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện. Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.9}{3} = 6$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = 2p nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.6: Sơ đồ khai triển dây quấn kiểu đồng tâm phân tán đơn giản, Z = 36, 2p = 4

IV. DÂY QUẤN ĐỒNG KHUÔN PHÂN TÁN 1 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn phân tán đơn giản 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 24, 2p = 2, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải:

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{2} = 12$ (rãnh/1 cực), $q = \frac{\tau}{3} = \frac{12}{3} = 4$ (rãnh/1cực/1pha).

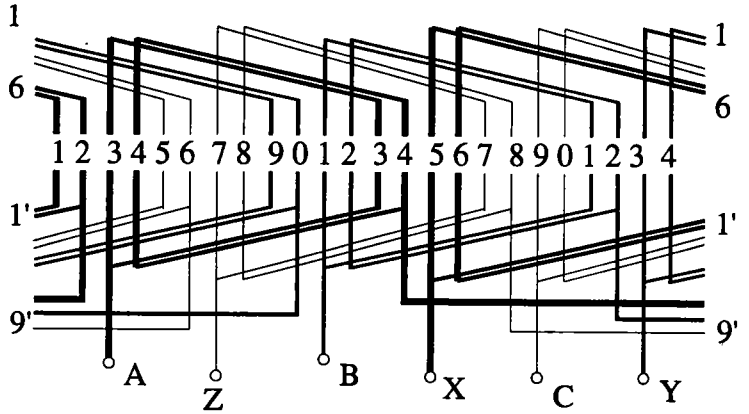
Tách q thành q_1, q_2 với: $q_1 = q_2 = \frac{q}{2} = 2$;

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{12} = 15^0 \text{ điện.}$$

Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.12}{3} = 8$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = 2p nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

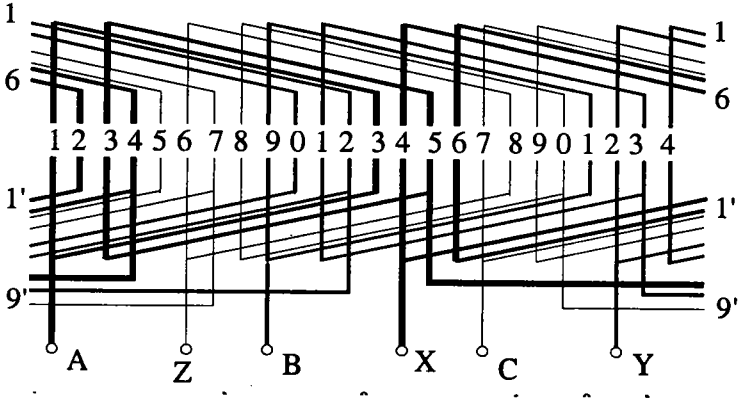
Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.7: Sơ đồ khai triển dây quấn đồng khuôn phân tán đơn giản, Z = 24, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn phân tán móc xích 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 24, 2p = 2, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải: Như trên. Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.8: Sơ đồ khai triển dây quấn đồng khuôn phân tán móc xích, Z = 24, 2p = 4

Bài 3: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn phân tán đơn giản 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 240^0 điện.

Bài giải:

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$ (rãnh/1cực/1pha).

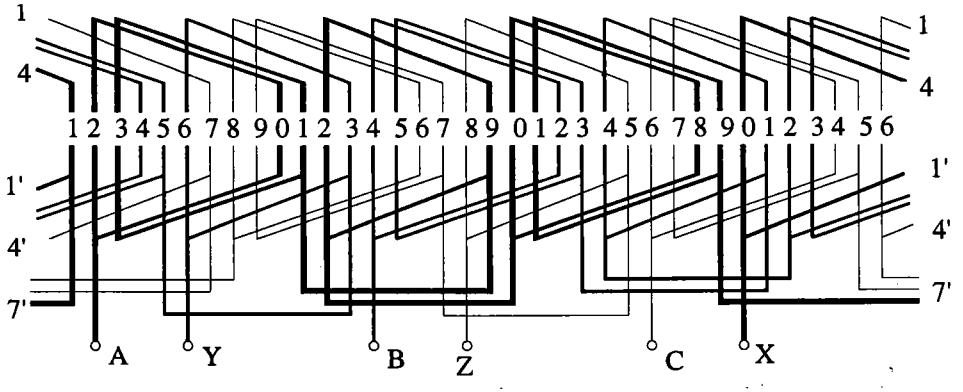
Tách q thành q_1, q_2 với: $q_1 = 2$, $q_2 = 1$.

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

Rãnh đầu pha: $\frac{4}{3}\tau = \frac{4.9}{3} = 12$ (rãnh).

Số nhóm bối dây = 2p nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



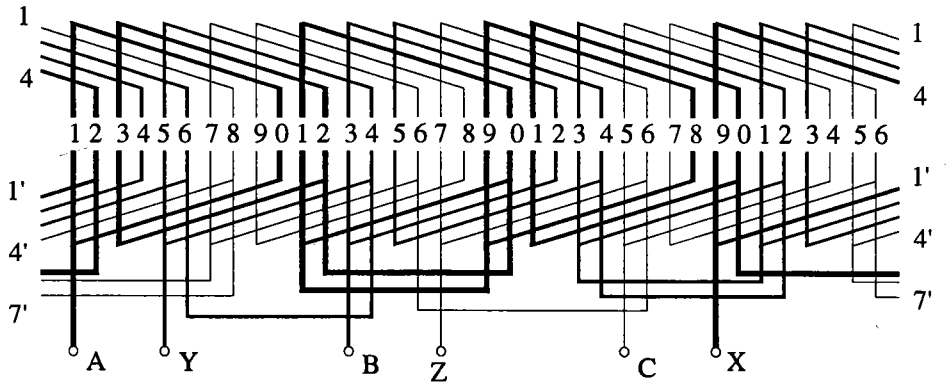
Hình 1.9: Sơ đồ khai triển pha dây quấn kiểu đồng khuôn phân tán đơn giản, Z = 36, 2p = 4

Bài 4: Xây dựng sơ đồ dây quấn đồng khuôn phân tán móc xích 1 lớp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 240^0 điện.

Bài giải: Như trên.

Sơ đồ dây quấn:

TRƯỜNG ĐHDL - KTCN
THƯ VIỆN
SỐ 2-7575



Hình 1.10: Sơ đồ khai triển pha dây quấn kiểu đồng khuôn phân tán móc xích, Z = 36, 2p = 4

V. DÂY QUẤN XẾP 2 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn xếp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 18, 2p = 2, góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải:

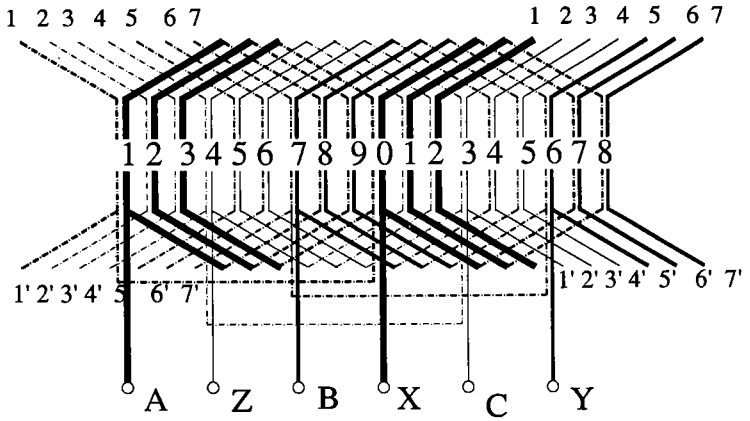
Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{18}{2} = 9$ (rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$ (rãnh/1cực/1pha).

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện. Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.9}{3} = 6$ (rãnh).

Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le (\tau - 1)$. $6 \le y \le 8$ chọn y = 7.

Số nhóm bối dây = 2p nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.11: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp, Z = 18, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn xếp. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4 góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải:

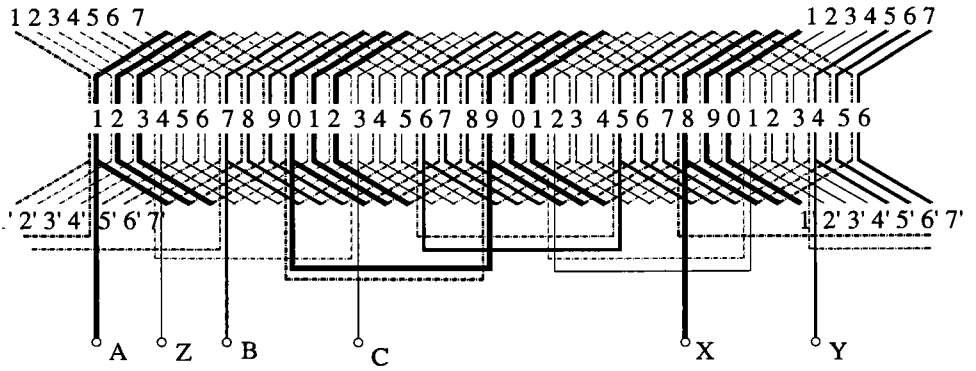
Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực). $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$ (rãnh/1cực/1pha).

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện. Rãnh đầu pha: $\frac{2}{3}\tau = \frac{2.9}{3} = 6$ (rãnh).

Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le (\tau - 1)$. $6 \le y \le 8$ chọn y = 7.

Số nhóm bối dây = 2p nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.12: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp, Z = 36, 2p = 4

VI. DÂY QUẤN SÓNG 2 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn sóng. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 4 góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

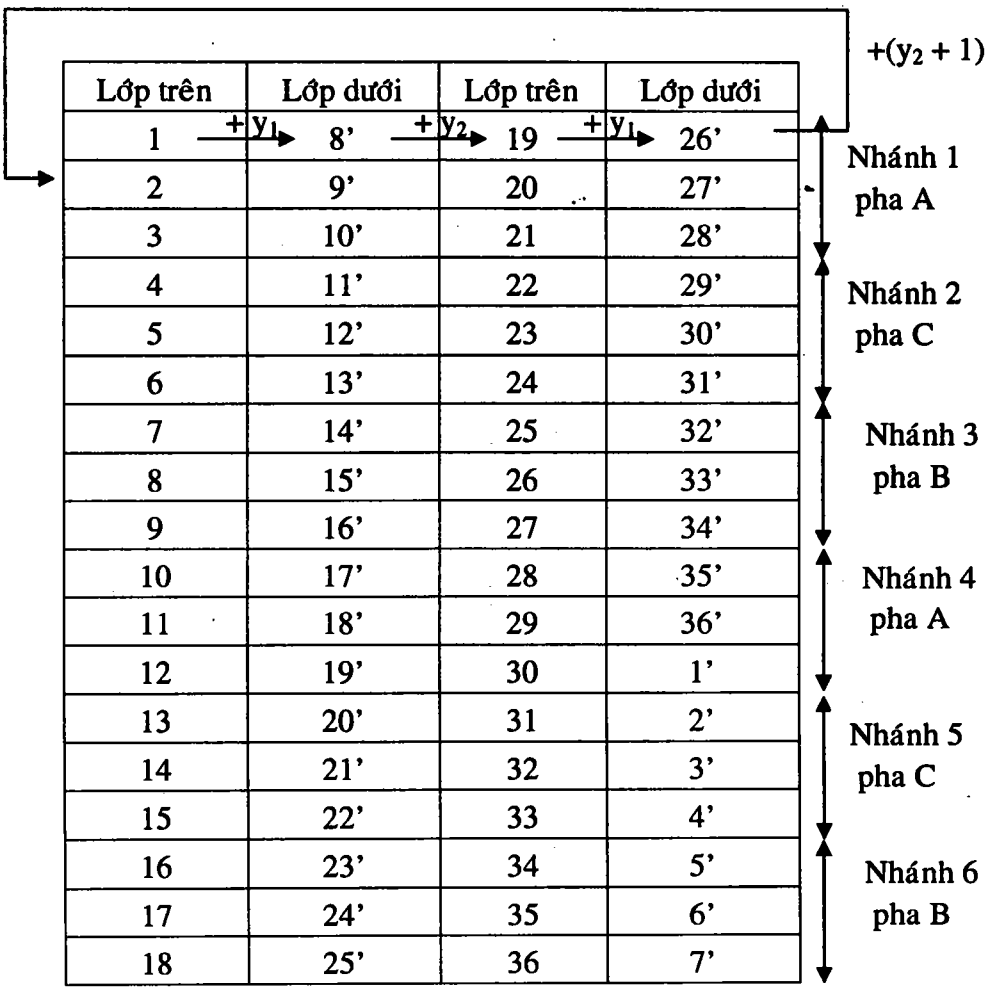
Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$$

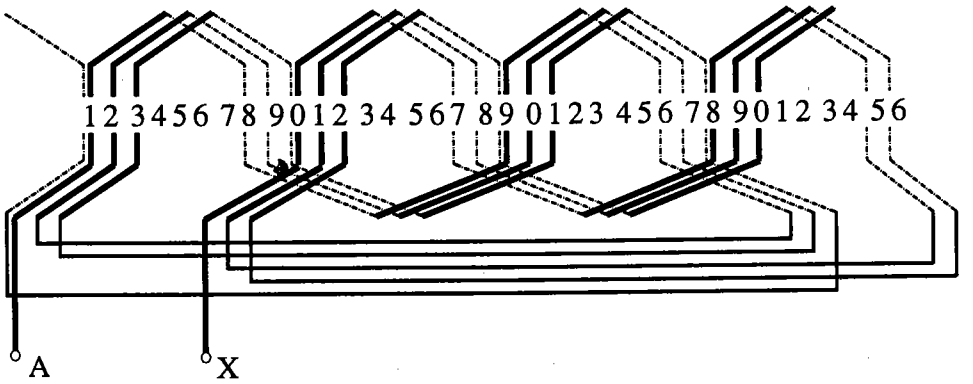
Bước quấn dây: $y = \frac{Z}{P} = \frac{36}{2} = 18 \quad \frac{2}{3}\tau \le y_1 \le (\tau - 1); 6 \le y_1 \le 8$

Chọn $y_1 = 7$, $y_2 = y - y_1 = 18 - 7 = 11$

Lập bảng:

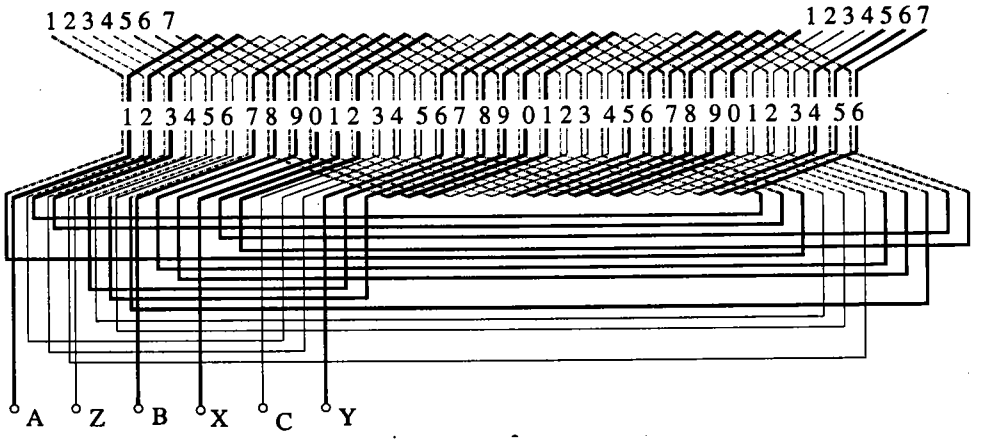


Sơ đồ 1 pha dây quấn sóng:



Hình 1.13: Sơ đồ khai triển dây quấn sóng 2 lớp, Z = 36, 2p = 4

Sơ đồ dây quấn sóng 3 pha:



Hình 1.14: Sơ đồ khai triển dây quấn sóng 2 lớp 3 pha, Z = 36, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn sóng. ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 36, 2p = 6 góc lệch pha giữa 2 rãnh đầu pha là 120^0 điện.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{6} = 6\text{; Bước quấn dây: } y = \frac{Z}{P} = \frac{36}{3} = 12$$

$$\frac{2}{3}\tau \le y_1 \le (\tau - 1);\ 4 \le y_1 \le 5 \text{ chọn } y_1 = 5, y_2 = y - y_1 = 12 - 5 = 7$$

Lập bảng:

Lớp trên	Lớp dưới	Lớp trên	Lớp dưới	Lớp trên	Lớp dưới
1	6'	13	18'	25	30'
2	7'	14	19'.	26	31'
3	8'	15	20'	27	32'
4	9'	16	21'	28	33'
5	10'	17	22'	29	34'
6	11'	18	23'	30	35'
7	12'	19	24'	31	36'
8	13'	20	25'	32	1'
9	14'	21	26'	33	2'
10	15'	22	27'	34	3'
11	16'	23	28'	35	4'
12	17'	24	29'	36	5'

$+(y_2 + 1)$

Nhánh 1 Pha A

Nhánh 2 Pha C

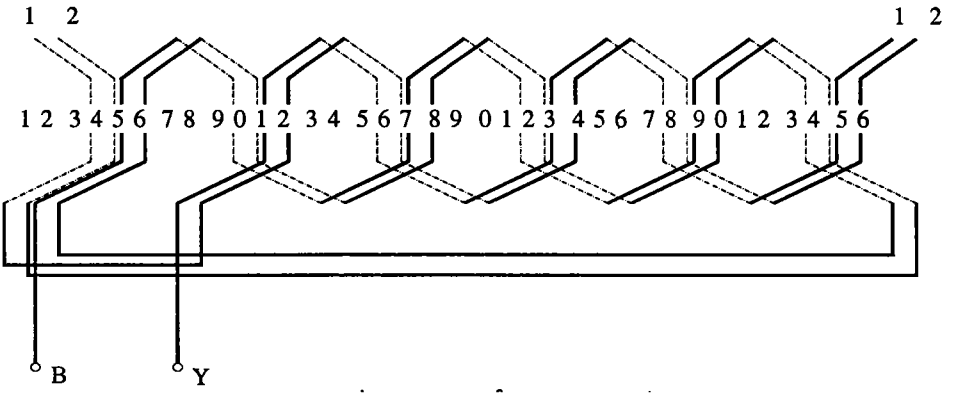
Nhánh 3 Pha B

Nhánh 4 Pha A

Nhánh 5 Pha C

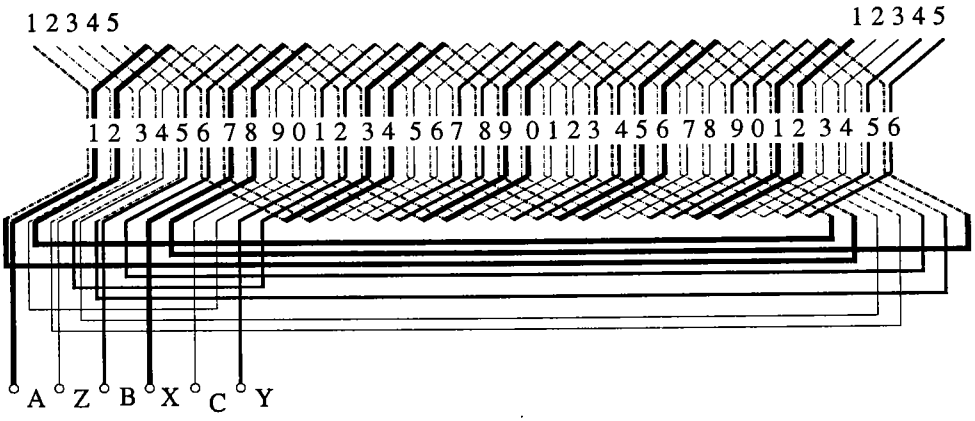
Nhánh 6 Pha B

Sơ đồ 1 pha dây quấn:



Hình 1.15: Sơ đồ khai triển dây quấn sóng 2 lớp pha B, Z = 36, 2p = 6

Sơ đồ dây quấn 3 pha:



Hình 1.16: Sơ đồ khai triển dây quấn sóng 2 lớp 3 pha, Z = 36, 2p = 6

§ 1.3 DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA CÓ q LÀ PHÂN SỐ

I. DÂY QUẤN 1 LỚP THEO PHƯƠNG PHÁP CLEMENT

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn 1 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT của ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 30, 2p = 4, 2 rãnh đầu pha lệch nhau 120^0 điện.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{30}{4} = 7{,}5 \text{ (rãnh/1 cực).}$$

$$q = \frac{\tau}{3} = \frac{7{,}5}{3} = 2{,}5 = 2 + \frac{1}{2} \text{ (rãnh/1cực/1pha). b = 2, c = 1. d = 2.}$$

Lập bảng:

A	C	B
2	2	2
2	2	2
2	2	2
2	2	2

→

A	C	B
2^*	2	2
2^*	2^*	2
2	2^*	2^*
2	2	2^*

→

A	C	B
3	2	2
3	3	2
2	3	3
2	2	3

Phân bố rãnh stator cho 3 pha:

Rãnh	1	2	3	4	5	6	7
Pha	A			C		B	

→ Bước cực 1

Rãnh	8	9	10	11	12	13	14	15
Pha	A		C			B		

→ Bước cực 2

Rãnh	16	17	18	19	20	21	22	23
Pha	A		C			B		

→ Bước cực 3

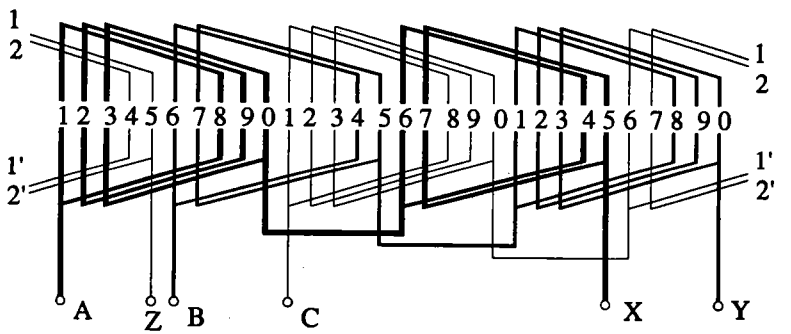
Rãnh	24	25	26	27	28	29	30
Pha	A			C		B	

→ Bước cực 4

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{12} = 15^0.$$

Số nhóm bối = p. Nên đấu cực từ giả (đấu: đầu – cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.17: Sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT, Z = 30, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn 1 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT của ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 42, 2p = 4, 2 rãnh đầu pha lệch nhau 120^0 điện.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{42}{4} = 10,5 \text{ (rãnh/1 cực).}$$

$$q = \frac{\tau}{3} = \frac{10,5}{3} = 3,5 = 3 + \frac{1}{2} \text{(rãnh/1cực/1pha). b = 3, c = 1. d = 2.}$$

Lập bảng:

A	C	B
3	3	3
3	3	3
3	3	3
3	3	3

→

A	C	B
3*	3	3
3*	3*	3
3	3*	3*
3	3	3*

→

A	C	B
4	3	3
4	4	3
3	4	4
3	3	4

Phân bố rãnh stator cho 3 pha:

Rãnh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pha	A				C			B		

→ Bước cực 1

Rãnh	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Pha	A				C				B		

→ Bước cực 2

Rãnh	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Pha	A			C				B			

→ Bước cực 3

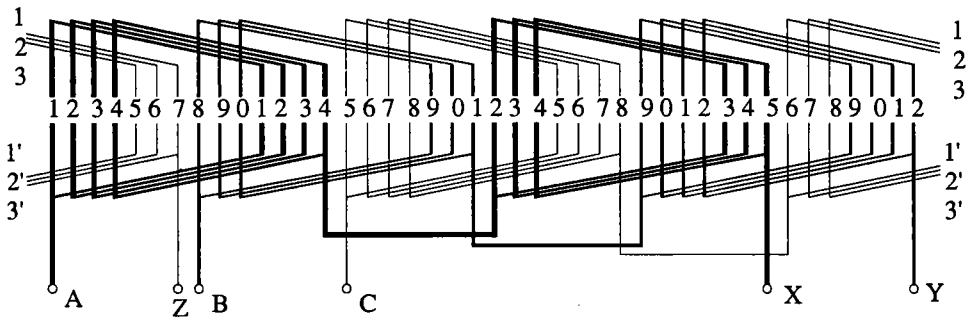
Rãnh	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Pha	A			C			B			

→ Bước cực 4

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{10,5} = 17^0 \text{ điện. Số nhóm bối = p. nên đấu cực từ giả}$$

(đấu: đầu – cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.18: Sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT, Z = 42, 2p = 4

II. DÂY QUẤN XẾP 2 LỚP THEO PHƯƠNG PHÁP CLEMENT

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT của ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 30, 2p = 4, 2 rãnh đầu pha lệch nhau 120^0 điện.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{30}{4} = 7{,}5 \text{ (rãnh/1 cực).}$$

$$q = \frac{\tau}{3} = \frac{7{,}5}{3} = 2{,}5 = 2 + \frac{1}{2} \text{ (rãnh/1cực/1pha). b = 2, c = 1. d = 2.}$$

Lập bảng:

A	C	B
2	2	2
2	2	2
2	2	2
2	2	2

→

A	C	B
2^*	2	2
2^*	2^*	2
2	2^*	2^*
2	2	2^*

→

A	C	B
3	2	2
3	3	2
2	3	3
2	2	3

Phân bố rãnh stator cho 3 pha:

Rãnh	1	2	3	4	5	6	7
Pha	A			C		B	

→ Bước cực 1

Rãnh	8	9	10	11	12	13	14	15
Pha	A			C			B	

→ Bước cực 2

Rãnh	16	17	18	19	20	21	22	23
Pha	A		C			B		

→ Bước cực 3

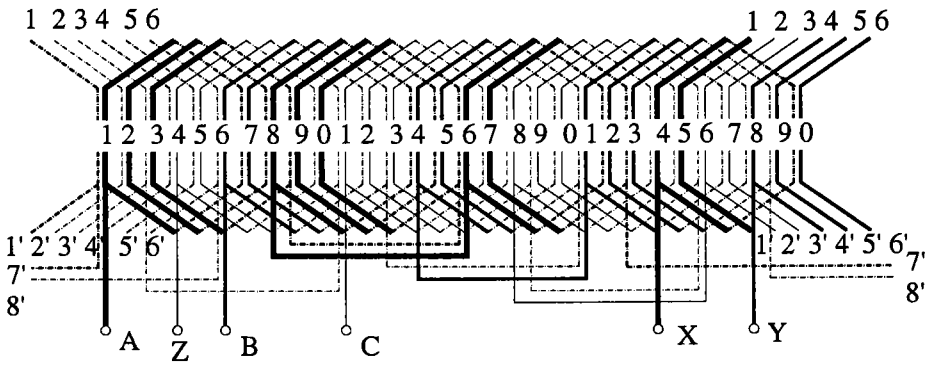
Rãnh	24	25	26	27	28	29	30
Pha	A		C		B		

→ Bước cực 4

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{12} = 15^0$ điện. Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le \tau$.

$5 \le y \le 7{,}5$. Chọn y = 6. Số nhóm bối = 2p. Nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.19: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT, Z = 30, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT của ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 42, 2p = 4, 2 rãnh đầu pha lệch nhau 120^0 điện.

Bài giải:

$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{42}{4} = 10{,}5 . q = \frac{\tau}{3} = \frac{10{,}5}{3} = 3{,}5 = 3 + \frac{1}{2}$. Vậy b = 3, c = 1. d = 2.

Lập bảng:

A	C	B
3	3	3
3	3	3
3	3	3
3	3	3

→

A	C	B
3^*	3	3
3^*	3*	3
3	3^*	3^*
3	3	3^*

→

A	C	B
4	3	3
4	4	3
3	4	4
3	3	4

Phân bố rãnh stator cho 3 pha:

Rãnh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pha	A				C			B		

→ Bước cực 1

Rãnh	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Pha	A				C				B		

→ Bước cực 2

Rãnh	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Pha	A			C				B			

→ Bước cực 3

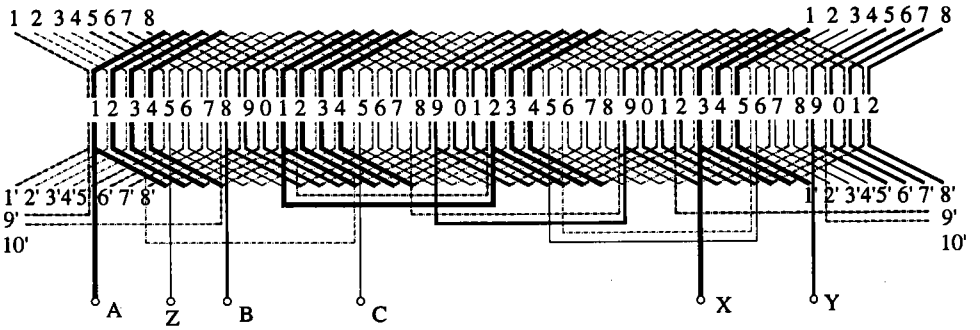
Rãnh	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Pha	A			C			B			

→ Bước cực 4

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{10{,}5} = 17^0$ điện. Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le \tau$.

$5 \le y \le 7{,}5$. Chọn y = 6. Số nhóm bối = 2p. Nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.20: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp CLEMENT, Z = 42, 2p = 4

III DÂY QUẤN XẾP 2 LỚP THEO PHƯƠNG PHÁP PYδO

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn xếp q phân số theo phương pháp Pyδo của ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 27, 2p = 4, 2 rãnh đầu pha lệch nhau 120^0 điện.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{27}{4} = 6{,}75. q = \frac{\tau}{3} = \frac{6{,}75}{3} = 2{,}25 = 2 + \frac{1}{4}.$$ Vậy b = 2, c = 1. d = 4.

Lập nhóm: 3 2 2 2. Số lần lặp: $M = \frac{3.2p}{d} = \frac{3.4}{4} = 3$.

Chuỗi số tuần hoàn xác định phân bố rãnh cho 3 pha.

3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2
A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B

Phân bố rãnh cho 3 pha:

Rãnh	1	2	3	4	5	6	7
Pha	A			C		B	

→ Bước cực 1

Rãnh	8	9	10	11	12	13	14
Pha	A		C			B	

→ Bước cực 2

Rãnh	15	16	17	18	19	20	21
Pha	A		C		B		

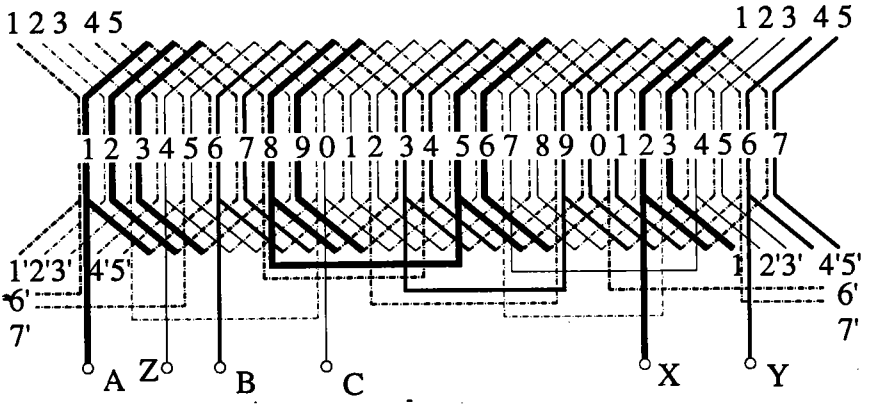
→ Bước cực 3

Rãnh	22	23	24	25	26	27
Pha	A		C		B	

→ Bước cực 4

Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le \tau$. 4,5 ≤ y ≤ 6,75. Chọn y = 5

Số nhóm bối = 2p. Nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).



Hình 1.21: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp PYδO, Z = 27, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp Pyδo của ĐCKĐB 3 pha có số liệu sau: Z = 45, 2p = 6, 2 rãnh đầu pha lệch nhau 120^0 điện.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{45}{6} = 7{,}5\,; q = \frac{\tau}{3} = \frac{7{,}5}{3} = 2{,}5 = 2 + \frac{1}{2}\,;\ b = 2,\ c = 1.\ d = 2.$$

Lập nhóm: 3 2. Số lần lặp: $M = \frac{3.2p}{d} = \frac{3.6}{2} = 9$.

Chuỗi số tuần hoàn xác định phân bố rãnh cho 3 pha.

3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B

Phân bố rãnh cho 3 pha:

Rãnh	1	2	3	4	5	6	7	8
Pha	A			C		B		

→ Bước cực số 1

Rãnh	9	10	11	12	13	14	15
Pha	A		C			B	

→ Bước cực số 2

Rãnh	16	17	18	19	20	21	22	23
Pha	A			C		B		

→ Bước cực số 3

Rãnh	24	25	26	27	28	29	30
Pha	A		C			B	

→ Bước cực số 4

Rãnh	31	32	33	34	35	36	37	38
Pha	A			C		B		

→ Bước cực số 5

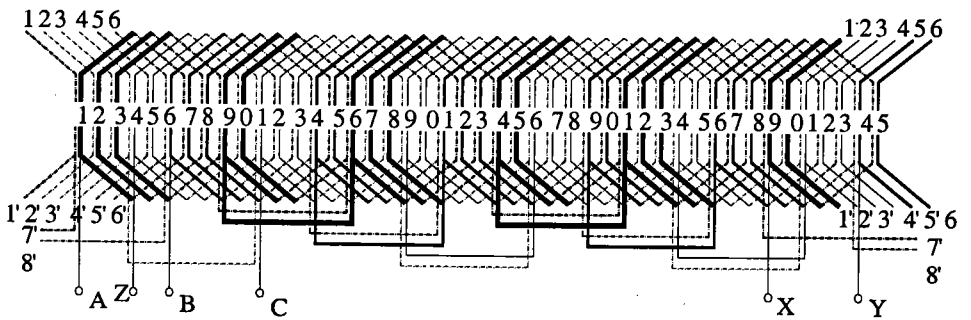
Rãnh	39	40	41	42	43	44	45
Pha	A		C			B	

→ Bước cực số 6

Bước bối dây cho phép: $\frac{2}{3}\tau \le y \le \tau$. 4,5 ≤ y ≤ 6,75. Chọn y = 6

Số nhóm bối = 2p. Nên đấu cực từ thật (đấu: đầu đầu – cuối cuối).

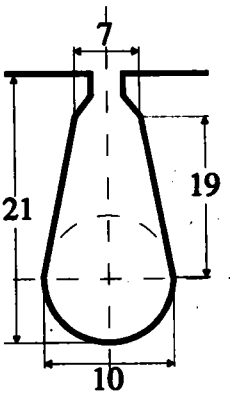
Sơ đồ dây quấn:



Hình 1.22: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp q phân số theo phương pháp PYδO, Z = 45, 2p = 6

§ 1.4 TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA MẤT SỐ LIỆU

Bài 1: Cho lõi thép KĐB 3 pha, do WESTINGHOUSE. CORP sản xuất có kích thước lõi thép như sau:



Đường kính trong của lõi thép stator D_t = 150mm.

Chiều dài lõi thép stator L = 88mm.

Bề dầy gông lõi thép stator bg = 18,5mm.

Bề dầy răng stator b_r = 6mm.

Tổng số rãnh stator Z = 36.

Trên lí lịch máy có ghi cấp công suất động cơ là $P_{đm}$ = 5HP; Δ/Y: 220/380. Tần số 60Hz; 2p = 4.

a. Tính lại số liệu dây quấn theo bảng lí lịch máy nhưng tại tần số f = 50 Hz.

b. Tính lại số liệu dây quấn nhưng 2p = 2.

Bài giải:

a.Tính lại số liệu dây quấn theo bảng lí lịch máy tại tần số f = 50 Hz.

B1: Xác định các tham số cần thiết cho việc tình toán. Cho ở đầu bài

B2: Phỏng định số cực 2p thích ứng với lõi thép động cơ.

Gọi $2p_{min}$ là số cực nhỏ nhất ta có:

$$2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{150}{18,5} = 3,24 \div 4,05 \text{ . Chọn } 2p = 4.$$

B3: Lập biểu thức quan hệ từ thông giữa một cực từ Φ và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$$\tau = \frac{\pi D_t}{2p} = \frac{\pi.150}{4} \text{ (là bước cực từ).}$$

$$\tau.L = \frac{\pi D_t}{2p}.L = \frac{\pi.150}{4}.88 = 10362mm^2 \text{ (diện tích mặt cực từ).}$$

$\Phi = \alpha_\delta (\tau.L).B_\delta = 0,7.10362.10^{-6}B_\delta = 7,2534.10^{-3}B_\delta$

Với $\alpha_\delta = 0,7 \div 0,715$ hệ số cung cực từ. Chọn $\alpha_\delta = 0,7$

B4: Lập biểu thức quan hệ giữa mật độ từ thông qua gông lõi thép stator B_g và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$$B_g = \frac{\Phi}{2(b_g.L)k_c} = \frac{7,2534.10^{-3}.B_\delta}{2.18,5.10^{-3}.88.10^{-3}} = 2,23.B_\delta \quad (1)$$

Với $K_c \approx 1$ hệ số ép chặt

B5: Lập biểu thức quan hệ giữa mật độ từ thông qua răng lõi thép stator B_r và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_r:

$$B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.150}{36.6}B_\delta = 2,18B_\delta. \qquad (2)$$

B6: Chọn B_{gmax} =1,4 (T), B_{rmax} = 1,5(T). Thay vào (1)và(2)

Ta có $B_\delta = 0,62$(T). Nên $\Phi = \alpha_\delta (\tau.L).B_\delta = 0,7.10362.10^{-6}B_\delta$

$= 7,2534.10^{-3}.0,62 = 4,49.10^{-3}$ (Wb)

B7: Chọn kết cấu cho dây quấn và tính hệ số dây quấn:

Chọn dây quấn 1 lớp, dạng đồng khuôn đơn giản. $k_n = 1$

$$k_{dq} = k_r. = \left(\frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right) = \frac{\sin\left(3.\frac{20}{2}\right)}{3.\sin\left(\frac{20}{2}\right)} = 0,9615.$$

Với $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$; $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

B8: Xác định tổng số vòng dây cho mỗi pha dây quấn:

Tính $K_E = \left(\frac{0,93-0,9}{150-100}\right)(103,62-100)+0.9 = 0,902$

(tra bảng 9 tr103 - CNTT và SCMĐ tập 1)

$$N_{pha} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dq}} = \frac{0,902.220}{4,44.50.4,49.10^{-3}.0,9615} = 207 \text{ (vòng)}$$

Một pha có 6 bối vậy số vòng mỗi bối: $N_b = \frac{207}{6} = 34$ (vòng)

B9: Xác định tiết diện rãnh stator, chọn hệ số lấp đầy, đường kính dây quấn không lớp tráng men.

Với rãnh quả lê:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)\left(h - \frac{d_2}{2}\right) + \left(\frac{\pi d^2}{8}\right) = \left(\frac{7+10}{2}\right)\left(19 - \frac{10}{2}\right) + \frac{\pi.10^2}{8} = 158{,}25 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn $k_{ld} = 0{,}46$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b} = \frac{0{,}46.158{,}25}{1.1.34} = 2{,}14 \text{ mm}^2$

Đường kính dây $d_{cd} = 1{,}128\sqrt{S_{cd}} = 1{,}128\sqrt{2{,}14} = 1{,}65$ mm. Đường kính dây đồng trần $d = d_{cđ} - 0{,}05 = 1{,}65 - 0{,}05 = 1{,}6$ mm

Chọn 2 sợi chập vì đường kính dây $d_{cđ} = 1{,}6 \geq 1{,}4$ mm. Đường kính dây thay thế $d_{tt} = \frac{d}{\sqrt{2}} = \frac{1{,}6}{\sqrt{2}} = 1{,}13$ mm. Chọn $d_{ttcđ} = 1{,}15$ mm (tính luôn cách điện).

Kiểm tra lại hệ số lấp đầy: $S_{ttcd} = \left(\frac{\pi.1{,}15^2}{4}\right) = 1{,}038 \text{ mm}^2$

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r} = \frac{2.1.34.1{,}038}{158{,}25} = 0{,}446 \leq 0{,}46$ (thoả)

Vậy chọn dây quấn 2 sợi chập đường kính $d_{cđ} = 1{,}15$ mm 1 pha chứa 6 bối mỗi bối 30 vòng.

B10: Chọn mật độ dòng điện J và dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn:

$J = 6{,}5 \text{ A/mm}^2$ (cách điện cấp A)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = 2.\frac{\pi.1{,}1^2}{4}.6{,}5.1 = 12{,}35 \text{ (A)}$$

Trong đó 2a là số mạch nhánh song song.

B11: Xác định công suất định mức cho động cơ.

Chọn $\eta = 85,5\%, \cos\varphi = 0,81$

(tra bảng 9 tr113 - CNTT và SCMĐ tập 1)

$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{đmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.12,35.0,855.0,81 = 6$ (kw)

B12: Xác định chu vi khuôn và khối lượng dây quấn

Xác định hệ số K_L chiều dài phần đầu nối bối dây, tính giữa hai rãnh liên tiếp.

$$K_L = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1,35(150+21)}{36} = 20 \text{ mm:}$$

trong đó $\gamma = 1,35$ hệ số dãn dài đầu nối

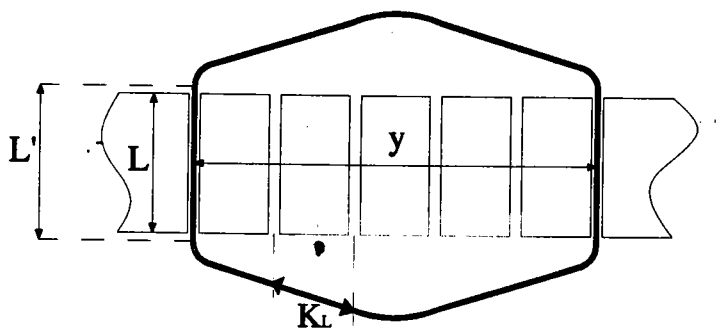
Chu vi khuôn được tính theo hệ thức:

$CV = 2(K_L.y + L') = 2(20.9+96) = 552mm = 55$ cm

Với y là bước bối dây: $y = \tau = 9$, $L' = L + (5 \div 10mm) = 88 + 8 = 96$ mm chiều dài cạnh tác dụng lồng vào rãnh

Tổng chiều dài cho mỗi pha dây quấn:

$L_{pha} = CV.N_b = 55.214 = 1177$ dm.



Khối lượng dây quấn:

$$W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3).3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4} = 1,1.8,9.3.1177.2\frac{\pi.1,1^2}{4}.10^{-4} = 6,5 \text{ (kg)}$$

Bảng tóm tắt kết quả:

Số cực (2p)	Công suất $P_{đm}$(kw)	Tốc độ n (vòng/phút)	Dây quấn		
			Đường kính dây d_{cd}(mm) (2 sợi chập)	Khối lượng W_{dq} (kg)	Sơ đồ
4	6	1500	1,15	6,5	Dây quấn đồng khuôn, 1 lớp:τ = 9, q = 3, rãnh đầu pha = 6. Cách đấu: cực giả

b.Tính lại số liệu dây quấn theo bảng lí lịch máy nhưng chọn 2p = 2

B1: Cho ở đầu bài

B2: Chọn 2p = 2.

B3: $\tau = \frac{\pi D_t}{2p} = \frac{\pi.150}{2}$ $\tau.L = \frac{\pi D_t}{2p}.L = \frac{\pi.150}{2}.88 = 20724mm^2$

$\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.20724.10^{-6}B_\delta = 14,5.10^{-3}B_\delta$

B4: $B_g = \frac{\Phi}{2(b_g.L)k_c} = \frac{14,5.10^{-3}.B_\delta}{2.18,5.10^{-3}.88.10^{-3}} = 4,45.B_\delta$ (3)

với $K_c \approx 1$ hệ số ép chặt

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.150}{36.6}B_\delta = 2,1805B_\delta$. (4)

B6: Chọn B_{gmax} = 1,4 (T); B_{rmax} = 1,5(T). Thay vào (3) và (4)

Ta có B_δ = 0,3(T). Nên $\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.20724.10^{-6}B_\delta$

$= 14,5.10^{-3}.0,3 = 4,35.10^{-3}$ (wb)

B7: Chọn dây quấn 1 lớp, dạng đồng khuôn đơn giản. k_n = 1

$$k_{dq} = k_r. = \left(\frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right) = \frac{\sin\left(6.\frac{10}{2}\right)}{6.\sin\left(\frac{10}{2}\right)} = 0,956.$$

Với $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{2} = 18$; $q = \frac{\tau}{3} = \frac{18}{3} = 6$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{18} = 10^0$ điện.

B8: Tính $K_E = \left(\frac{0,93-0,9}{150-100}\right)(103,62-100)+0.9 = 0,902$

$$N_{pha} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dq}} = \frac{0,902.220}{4,44.60.4,35.10^{-3}.0,956} = 179 \text{ (vòng).}$$

1 pha có 6 bối vậy số vòng mỗi bối: $N_b = \frac{179}{6} = 30$ (vòng).

B9: Với rãnh quả lê:

$$S_r = \left(\frac{d_1+d_2}{2}\right)\left(h-\frac{d_2}{2}\right)+\left(\frac{\pi d^2}{8}\right) = \left(\frac{7+10}{2}\right)\left(19-\frac{10}{2}\right)+\frac{\pi.10^2}{8} = 158,25 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn $k_{ld} = 0,46$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b} = \frac{0,46.158}{1.1.30} = 2,42$ mm^2

Đường kính dây $d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{2,42} = 1,75$ mm. Đường kính dây đồng trần $d = d_{cđ} - 0,05 = 1,75 - 0,05 = 1,7$ mm

Chọn 3 sợi chập vì đường kính dây $d_{cđ} = 1,7 \geq 1,4$ mm. Đường kính dây thay thế $d_{tt} = \frac{d}{\sqrt{3}} = \frac{1,7}{\sqrt{3}} = 0,98$ mm. Chọn $d_{ttcđ} = 1$ mm (tính luôn cách điện).

Kiểm tra lại hệ số lấp đầy: $S_{ttcd} = \left(\frac{\pi.1^2}{4}\right) = 0,783$ mm^2

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r} = \frac{3.1.30.0,783}{158,25} = 0,445 \leq 0,46$ (thoả)

Vậy chọn dây quấn 3 sợi chập đường kính $d_{cđ} = 1$ mm 1 pha chứa 6 bối mỗi bối 30 vòng.

B10: Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = 3.\frac{\pi.0,95^2}{4}.6,5 = 13,81 \text{ (A).}$$

B11: Chọn η = 88% và cosφ = 0,91

$$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.13,81.0,88.0,91 = 7,3 \text{ (kw)}$$

B12: $K_L = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1,35(150+21)}{36} = 20$ mm:

Trong đo γ = 1,35hệ số dãn dài đầu nối

Chu vi khuôn được tính theo hệ thức:

CV = 2(K_L.y +L') = 2(20.18+96) = 912mm = 9,1 dm

Với y = τ = 18, L'= L + (5÷ 10mm) = 88 + 8 = 96 mm

L_{pha} = CV.N_b = 9,1.180 = 1638 dm.

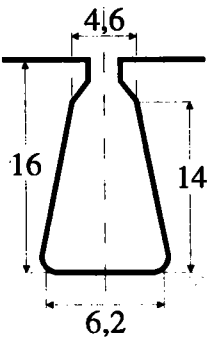
Khối lượng dây quấn:

$$W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3)3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4} = 1,1.8,9.3.1638.3.\frac{\pi.0,95^2}{4}.10^{-4} = 10(kg)$$

Bảng tóm tắt kết quả:

Số cực (2p)	Công suất $P_{đm}$(kw)	Tốc độ n (vòng/phút)	Dây quấn		
			Đường kính dây d_{cd}(mm) (3 sợi chập)	Khối lượng W_{dq} (kg)	Sơ đồ
2	7,3	3000	1	10	Dây quấn đồng khuôn, 1 lớp: τ = 18, q = 6, rãnh đầu pha = 6

Bài 2: Cho lõi thép ĐCKĐB 3 pha, do Tiệp Khắc sản xuất có kích thước lõi thép như sau: D_t = 90 mm; L =110 mm; b_g = 10 mm; b_r = 3,6mm; Z = 36. Xác định số liệu cho bộ dây quấn stator, nếu muốn động cơ vận hành với cấp điện áp 220/440.



a. Đấu Δ nối tiếp – Δ song song.

b. Đấu Y nối tiếp – Y song song.

Bài giải:

a. Đấu Δ nối tiếp – Δ song song. $U_{đm\ pha} = 220$ V

B1: Cho ở đầu bài

B2: $2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{90}{10} = 3,6 \div 4,5$ Chọn 2p = 4.

B3: $\tau = \frac{\pi D_t}{2p} = \frac{\pi.90}{4}; \tau.L = \frac{\pi D_t}{2p}.L = \frac{\pi.90}{4}.110 = 7771mm^2$.

$\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.7771.10^{-6}B_\delta = 5,439.10^{-3}B_\delta$

Với $\alpha_\delta = 0,7 \div 0,715$ hệ số cung cực từ. Chọn $\alpha_\delta = 0,7$

B4: $B_g = \frac{\Phi}{2(b_g.L)k_c} = \frac{5,439.10^{-3}.B_\delta}{2.10.10^{-3}.110.10^{-3}} = 2,472.B_\delta$ (7)

Với $K_c \approx 1$ hệ số ép chặt

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.90}{36.3,6}B_\delta = 2,1805B_\delta$. (8)

B6: Chọn B_{gmax} =1,4 (T), B_{rmax} = 1,5(T). Thay vào (7) và (8) ta có:

$B_\delta = 0,56$(T). Nên $\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.5439.10^{-6}B_\delta$

$= 2,13.10^{-3}$ (wb)

B7: Chọn kết cấu cho dây quấn và tính hệ số dây quấn:

Chọn dây quấn 1 lớp, dạng đồng khuôn đơn giản. $k_n = 1$

$$k_{dq} = k_r. = \left(\frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right) = \frac{\sin\left(3.\frac{20}{2}\right)}{3.\sin\left(\frac{20}{2}\right)} = 0,9615.$$

Với $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$; $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

B8: Tính $K_E = \left(\frac{0,9-0,86}{100-50}\right)(77,7-50)+0,86 = 0,88$.

$$N_{pha} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4{,}44.f.\Phi.k_{dq}} = \frac{0{,}88.220}{4{,}44.50.2{,}13.10^{-3}.0{,}9615} = 425 \text{ (vòng)}$$

Một pha có 6 bối vậy số vòng mỗi bối: $N_b = \frac{425}{6} = 70$ (vòng)

B9: $S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)h = \left(\frac{4{,}6 + 6{,}2}{2}\right).14 = 399 \text{ (mm}^2\text{)}$

Chọn $k_{ld} = 0{,}46$.

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b} = \frac{0{,}46.399}{1.1.70} = 2{,}622 \text{ mm}^2$

Đường kính dây $d_{cd} = 1{,}128\sqrt{S_{cd}} = 1{,}128\sqrt{2{,}622} = 1{,}826 \text{ mm}$

Đường kính dây đồng trần $d = d_{cđ} - 0{,}05 = 1{,}826 - 0{,}05 = 1{,}776$ mm

Chọn 3 sợi chập vì đường kính dây $d_{cđ} = 1{,}776 \geq 1{,}4$ mm

Đường kính dây thay thế $d_{tt} = \frac{d}{\sqrt{3}} = \frac{1{,}776}{\sqrt{3}} = 1$ mm.

Chọn $d_{ticđ} = 1{,}05$ mm (tính luôn cách điện).

Kiểm tra lại hệ số lấp đầy: $S_{cd} = \left(\frac{\pi.1{,}05^2}{4}\right) = 0{,}865 \text{ mm}^2$

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r} = \frac{3.1.70.0{,}865}{399} = 0{,}455 \leq 0{,}46$ (thoả)

Vậy chọn dây quấn 3 sợi chập đường kính $d_{cđ} = 1{,}05$ mm một pha chứa 6 bối mỗi bối 70 vòng.

B10: Chọn $J = 6{,}5$ A/mm^2 (cách điện cấp A)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = 3.\frac{\pi.1^2}{4}.6{,}5 = 15{,}27 \text{ (A)}$$

B11: Chọn $\eta = 87\%$ và $\cos\varphi = 0{,}82$

$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.15{,}27.0{,}87.0{,}82 = 7{,}2$ (kw)

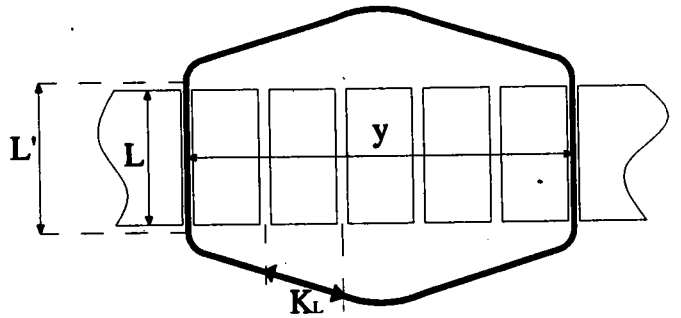
B12: $K_L = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1{,}35(90 + 16)}{36} = 12{,}48$ mm:

Trong đó γ = 1,35 hệ số dãn dài đầu nối

$CV = 2(K_L.y + L') = 2(12,48.9+118) = 460$ mm = 4,6 dm

Với $y = \tau = 9$, $L' = L + (5 \div 10mm) = 110 + 8 = 118$ mm

$L_{pha} = CV.N_b = 4,6.442 = 2033$ dm.



Khối lượng dây quấn:

$$W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3).3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4} = 1,1.8,9.3.2033.3.\frac{\pi.1^2}{4}.10^{-4} = 14 \text{ (kg)}$$

Bảng tóm tắt kết quả:

Số cực (2p)	Công suất $P_{đm}$ (kw)	Tốc độ n (vòng/phút)	Dây quấn		
			Đường kính dây $d_{cđ}$ (mm) (3 sợi chập)	Khối lượng W_{dq} (kg)	Sơ đồ:
4	7,2	1500	1,05	14	Dây quấn đồng khuôn, 1 lớp: τ = 9, q = 3, rãnh đầu pha = 6. Cách đấu: cực giả.

b. Đấu Y nối tiếp – Y song song. $U_{dmpha} = \frac{440}{\sqrt{3}} = 250$ V

B1: Cho ở đầu bài

B2: $2p_{\min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{90}{10} = 3,6 \div 4,5$. Chọn 2p = 4.

B3: $\tau = \frac{\pi D_t}{2p} = \frac{\pi.90}{4}$.

$$\tau.L = \frac{\pi D_t}{2p}.L = \frac{\pi.90}{4}.110 = 7771mm^2.$$

$$\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.7771.10^{-6}B_\delta = 5,439.10^{-3}B_\delta$$

Với $\alpha_\delta = 0,7 \div 0,715$ hệ số cung cực từ. Chọn $\alpha_\delta = 0,7$

B4: $B_g = \frac{\Phi}{2(b_g.L)k_c} = \frac{5,439.10^{-3}.B_\delta}{2.10.10^{-3}.110.10^{-3}} = 2,472.B_\delta$ (9) với $K_c \approx 1$ hệ số ép chặt

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.90}{36.3,6}B_\delta = 2,1805B_\delta$ (10).

B6: Chọn B_{gmax} =1,4 (T), B_{rmax} = 1,5(T). Thay vào (9) và (10) ta có

$B_\delta = 0,56(T)$. Nên $\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.5439.10^{-6}B_\delta$

$= 2,13.10^{-3}$ (wb)

B7: Chọn dây quấn 1 lớp, dạng đồng khuôn đơn giản.

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9;\ q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3;\ \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện.}$$

$$k_{dq} = k_r. = \left(\frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right) = \frac{\sin\left(3.\frac{20}{2}\right)}{3.\sin\left(\frac{20}{2}\right)} = 0,96$$

B8: Tính $K_E = \left(\frac{0,9-0,86}{100-50}\right)(77,7-50)+0,86 = 0,88$.

$$N_{pha} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dq}} = \frac{0,88.250}{4,44.50.2,13.10^{-3}.0,96} = 484 \text{ (vòng)}$$

Một pha có 6 bối vậy số vòng mỗi bối: $N_b = \frac{484}{6} = 80$ (vòng)

B9: Với rãnh hình thang:

$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)h = \left(\frac{4,6 + 6,2}{2}\right).14 = 399$ (mm^2). Chọn $k_{ld} = 0,46$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b} = \frac{0,46.399}{1.80} = 2,29$ mm^2

Đường kính dây $d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{2,29} = 1,7$ mm

Đường kính dây đồng trần $d = d_{cđ} - 0,05 = 1,7 - 0,05 = 1,65$ mm.

Chọn 2 sợi chập vì đường kính dây $d_{cđ} = 1,65 \geq 1,4$ mm.

Đường kính dây thay thế $d_{tt} = \frac{d}{\sqrt{2}} = \frac{1,65}{\sqrt{2}} = 1,16$ mm.

Chọn $d_{ttcđ} = 1,2$ mm(tính luôn cách điện).

Kiểm tra lại hệ số lấp đầy: $S_{cd} = \left(\frac{\pi.1,2^2}{4}\right) = 1,13$ mm^2

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r} = \frac{2.1.80.1,13}{399} = 0,45 \leq 0,46$ (thoả)

Vậy chọn dây quấn 1 lớp đường kính $d_{cđ} = 1,2$ mm; 1 pha chứa 6 bối mỗi bối 80 vòng.

B10: Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = 2.\frac{\pi.1,15^2}{4}.6,5 = 13,49 \text{ (A)}.$$

B11: Chọn $\eta = 88\%$ và $\cos\varphi = 0,91$

$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.250.13,49.0,88.0,91 = 8$ (kw)

B12: $K_L = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1,35(90+16)}{36} = 12,48$ mm:

Trong đó: $\gamma = 1,35$ - hệ số dãn dài đầu nối

$CV = 2(K_L.y + L') = 2(12,48.9+118) = 460$ mm $= 4,6$ dm

Với $y = \tau = 9$, $L' = L + (5 \div 10\text{mm}) = 110 + 8 = 118$ mm

$L_{pha} = CV.N_b = 4,6.502 = 2309$ dm.

Khối lượng dây quấn:

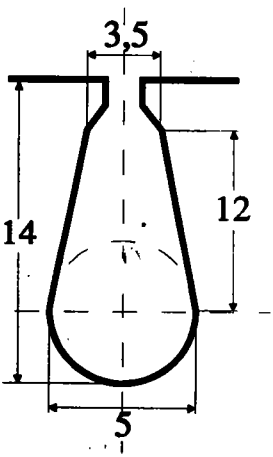
$$W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3).3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4} = 1,1.8,9.3.2309.2.\frac{\pi.1,15^2}{4}.10^{-4} = 14(kg)$$

Bảng tóm tắt kết quả:

Số cực (2p)	Công suất $P_{đm}$(kw)	Tốc độ n (vòng/phút)	Dây quấn		
			Đường kính dây $d_{cđ}$ (mm) (2 sợi chập)	Khối lượng W_{dq} (kg)	Sơ đồ
4	8	1500	1,2	14	Dây quấn đồng khuôn, 1 lớp: τ = 9, q = 3, rãnh đầu pha = 6. Cách đấu: cực giả.

Bài 3: Động cơ KĐB 3 pha rotor lồng sóc mất số liệu. Kích thước lõi thép như sau: D_t = 80mm; L = 65mm; bg = 12mm; b_r = 3,5mm; Z = 36.

Rãnh hình quả lê như hình vẽ:



1. Vẽ sơ đồ triển khai của 1 pha dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung, 1 lớp, mỗi pha có hai mạch song song.

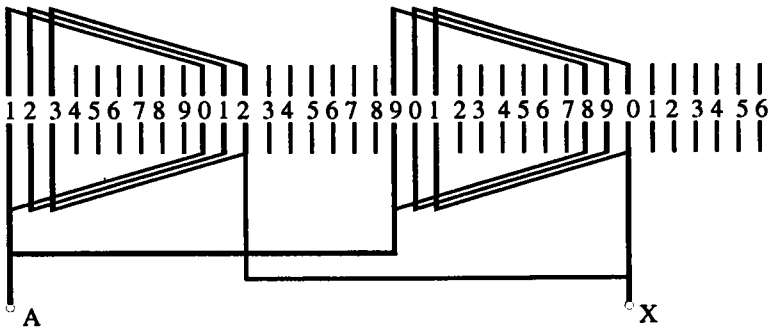
2, Tính số vòng dây mỗi bối, đường kính dây. Dòng điện định mức qua mỗi pha và công suất định mức của động cơ.

Biết mỗi pha có 2 mạch nhánh song song; có 2 sợi chập song song; cách điện cấp A, điện áp 220/380V đấu Δ/Y; η = 0,8; cosφ = 0,8; f = 50Hz.

Bài giải:

1. Vẽ sơ đồ triển khai của 1 pha dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung, 1 lớp, mỗi pha có hai mạch song song.

Ta có: $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$; $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.



Hình 1.23: Sơ đồ khai triển pha A dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung 1 lớp Z = 36, 2p = 4

2. Tính số vòng dây mỗi bối, đường kính dây. Dòng điện định mức qua mỗi pha và công suất định mức của động cơ.

B2: $2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{80}{12} = 2,66 \div 3,33$ Chọn 2p = 4.

B3: $\tau = \frac{\pi D_t}{2p} = \frac{\pi.80}{4}$.

$$\tau.L = \frac{\pi D_t}{2p}.L = \frac{\pi.80}{4}.65 = 4082mm^2.$$

$$\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 0,7.4082.10^{-6}B_\delta = 2,857.10^{-3}B_\delta$$

Với $\alpha_\delta = 0,7 \div 0,715$ hệ số cung cực từ. Chọn $\alpha_\delta = 0,7$

B4: $B_g = \frac{\Phi}{2(b_g.L)k_c} = \frac{2,857.10^{-3}.B_\delta}{2.12.10^{-3}.65.10^{-3}} = 1,83.B_\delta$ (11)

Với $K_c \approx 1$ hệ số ép chặt

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.80}{36.3,5}B_\delta = 1,99B_\delta$ (12)

B6: Chọn $B_{gmax} = 1,4$ (T); $B_{rmax} = 1,5$(T). Thay vào (11)và(12) ta có

$B_\delta = 0,72$(T). Nên $\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta = 2857.10^{-6}B_\delta$

$= 2,857.10^{-3}.0,72 = 2,057.10^{-3}$ (wb)

B7: Chọn dây quấn 1 lớp, dạng đồng khuôn đơn giản. $k_n = 1$

$$k_{dq} = k_r. = \left(\frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right) = \frac{\sin\left(3.\frac{20}{2}\right)}{3.\sin\left(\frac{20}{2}\right)} = 0{,}9615.$$

Với $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$; $q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

B8: Tính $K_E = \left(\frac{0{,}86 - 0{,}75}{50 - 15}\right)(40{,}82 - 15) + 0.75 = 0{,}83$.

$$N_{pha} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4{,}44.f.\Phi.k_{dq}} = \frac{0{,}83.220}{4{,}44.50.2{,}05.10^{-3}.0{,}96} = 418 \text{ (vòng)}$$

Một pha có 6 bối vậy số vòng mỗi bối: $N_b = \frac{418}{6} = 70$ (vòng)

B9: Với rãnh quả lê:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)\left(h - \frac{d_2}{2}\right) + \left(\frac{\pi d^2}{8}\right) = \left(\frac{3{,}5 + 5}{2}\right)\left(12 - \frac{5}{2}\right) + \frac{\pi.5^2}{8} = 50{,}18 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn $k_{ld} = 0{,}46$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b} = \frac{0{,}46.50}{1.1.70} = 0{,}328$ mm^2

Đường kính dây $d_{cd} = 1{,}128\sqrt{S_{cd}} = 1{,}128\sqrt{0{,}328} = 0{,}646$ mm.

Đường kính dây đồng trần $d = d_{cd} - 0{,}05 = 0{,}646 - 0{,}05 = 0{,}596$ mm

Vậy chọn dây quấn đường kính $d_{cd} = 0{,}65$ mm; 1 pha chứa 6 bối mỗi bối 70 vòng.

B10: Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = 1.\frac{\pi.0{,}6^2}{4}.6{,}5 = 1{,}84 \text{ (A)}.$$

B11: Chọn $\eta = 0{,}8$ và $\cos\varphi = 0{,}8$

$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{đmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.1{,}84.0{,}8.0{,}8 = 780$ (w)

B12: $K_L = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1{,}35(80+14)}{36} = 11$ mm:

Trong đó γ = 1,35 hệ số dãn dài đầu nối

CV = 2(K$_L$.y +L') = 2(11.9+73) = 344mm = 3,44 dm

Với y = τ = 9,L'= L + (5÷ 10mm) = 65 + 8 = 73 mm

L_{pha} = CV.N_b = 3,44.432 = 1468 dm.

$$W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3).3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4} = 1{,}1.8{,}9.3.1468 1.\frac{\pi.0{,}6^2}{4}.10^{-4} = 1{,}2 \text{ (kg)}$$

Bảng tóm tắt kết quả:

Số cực (2p)	Công suất $P_{đm}$(w)	Tốc độ n (vòng/phút)	Dây quấn		
			Đường kính dây $d_{cđ}$ (mm)	Khối lượng W_{dq} (kg)	Sơ đồ
4	780	1500	0,65	1,2	Dây quấn đồng khuôn, 1 lớp: τ = 9, q = 3, rãnh đầu pha = 6. Cách đấu: cực giả.

Bài 4: ĐCKĐB 3 pha, có các số liệu như sau: $U_{đm}$ = 220/380V; đấu Δ/Y; Z = 36; 2p = 4; f = 50Hz. Dây quấn xếp 2 lớp; y = 6; mỗi pha có 1 mạch nhánh song song; số vòng dây của mỗi bối N_b = 10; đường kính dây d = 1,2 mm cách điện cấp B

1. Tính công suất của động cơ. Biết η = 0,85; cosφ = 0,82.

2. Khi đổi thành dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp, bước đủ; mỗi pha có 2 mạch nhánh song song. Vẽ sơ đồ triển khai cho 1 pha dây quấn. Tính số liệu dây quấn mới: N_{pha} và N_b.

Bài giải:

1. Tính công suất của động cơ.

Chọn mật độ dòng điện J và dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn

J = 7,5 A/mm^2 (cách điện cấp B)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = \frac{\pi.1,2^2}{4}.6,5.2 = 14,68\,(A)$$

Công suất định mức cho động cơ.

$$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{đmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.14,68.0,85.0,82 = 6,8\ (kw)$$

2, Tính số liệu dây quấn mới: N_{pha} và N_b

Gọi N_{pha1} là số vòng dây của một pha trước khi thay đổi.

Tả có: $N_{pha1} = \dfrac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dq1}}$

Gọi N_{pha2} là số vòng dây của một pha sau khi thay đổi.

Ta có: $N_{pha2} = \dfrac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dq2}}$

Nên: $\dfrac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \dfrac{k_{dq1}}{k_{dq2}}$ vì các giá trị K_E, K_S, f, Φ, $U_{đm}$ không thay đổi.

Hệ số dây quấn trước khi thay đổi $k_{dq1} = k_n.k_r$

Hệ số dây quấn sau khi thay đổi $k_{dq2} = k_r$

Vậy: $\dfrac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \dfrac{k_{dq1}}{k_{dq2}} = k_n$

Với $\tau = \dfrac{Z}{2p} = \dfrac{36}{4} = 9$; $q = \dfrac{\tau}{3} = \dfrac{9}{3} = 3$; $\alpha_d = \dfrac{180^0}{\tau} = \dfrac{180^0}{9} = 20^0$ điện; y = 6

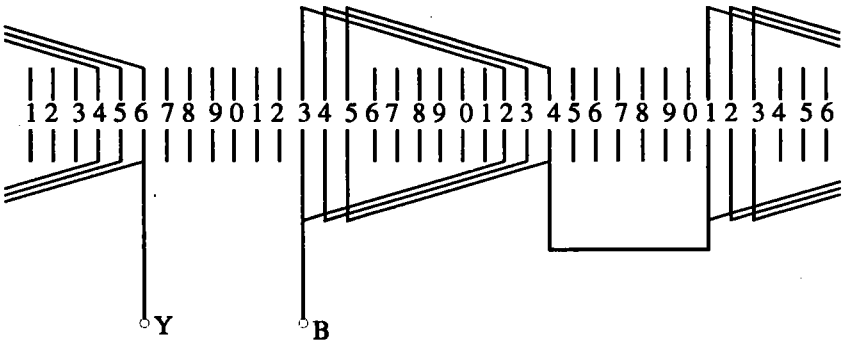
$$k_n = \sin\left(\frac{y}{\tau}.90^0\right) = \sin\left(\frac{6}{9}.90^0\right) = 0,866$$

N_{pha2} =0,866. N_{pha1} = 0,866.120 = 104 (vòng)

$$N_{b2} = \frac{104}{6} = 17\,(\text{vòng}).$$

Sơ đồ triển khai cho một pha dây quấn:

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9;\ q = \frac{\tau}{3} = \frac{9}{3} = 3;\ \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện.}$$



Hình 1.24: Sơ đồ khai triển pha B dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung 1 lớp Z = 36, 2p = 4

Bài 5: ĐCKĐB 3 pha, có các số liệu như sau: $U_{đm}$ = 220/380V; đấu Δ/Y; Z = 48; 2p = 4; f = 50Hz. Dây quấn xếp 2 lớp; y = 9; mỗi pha có 2 mạch nhánh song song; số vòng dây của mỗi bối N_b = 10; đường kính dây d = 1,414 mm cách điện cấp A.

1. Tính công suất của động cơ. Biết η = 0,85; cosφ = 0,80.

2, Khi đổi bước dây quấn y = 10 (số mạch nhánh không đổi). Tính số liệu dây quấn mới: N_{pha}, N_b và d.

Bài giải:

1. Tính công suất của động cơ.

Chọn mật độ dòng điện J và dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn

J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A)

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = \frac{\pi.1,414^2}{4}.6,5.2 = 20,4\,(A)$$

Công suất định mức cho động cơ.

$$P_{đm} = 3U_{đmpha}.I_{đmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.20,4.0,85.0,8 = 9\ (kw)$$

2. Tính số liệu dây quấn mới: N_{pha} và N_b.

Gọi N_{pha1} là số vòng dây của một pha trước khi thay đổi.

Ta có: $N_{pha1} = \dfrac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dq1}}$

Gọi N_{pha2} là số vòng dây của một pha sau khi thay đổi.

Ta có: $N_{pha2} = \dfrac{K_E.U_{dmpha}}{4{,}44.f.\Phi.k_{dq2}}$

Nên: $\dfrac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \dfrac{k_{dq1}}{k_{dq2}}$ vì các giá trị K_E, K_S, f, Φ, U_{dm} không thay đổi.

Hệ số dây quấn trước khi thay đổi $k_{dq1} = k_{n1}.k_r$

Hệ số dây quấn sau khi thay đổi $k_{dq2} = k_{n2}.k_r$

Vậy: $\dfrac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \dfrac{k_{dq1}}{k_{dq2}} = \dfrac{k_{n1}}{k_{n2}}$

Với $\tau = \dfrac{Z}{2p} = \dfrac{48}{4} = 12; q = \dfrac{\tau}{3} = \dfrac{12}{3} = 4; \alpha_d = \dfrac{180^0}{\tau} = \dfrac{180^0}{12} = 15^0;$

$y_1 = 9; y_2 = 10$

$$\frac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \frac{k_{dq1}}{k_{dq2}} = \frac{k_{n1}}{k_{n2}} = \frac{\sin\left(\frac{y_1}{\tau}.90^0\right)}{\sin\left(\frac{y_2}{\tau}.90^0\right)} = \frac{\sin\left(\frac{9}{12}.90^0\right)}{\sin\left(\frac{10}{12}.90^0\right)} = 0{,}955$$

$N_{pha2} = 0{,}955. N_{pha1} = 0{,}955.176 = 168$ (vòng)

$N_{b2} = \dfrac{168}{16} = 10$ (vòng).

Xác định đường kính dây d_2 sau khi thay đổi:

Gọi s_{cd1}. d_1 là tiết diện, đường kính của dây quấn trước khi thay đổi

Ta có: $S_{cd1} = \dfrac{K_{ld}.S_r}{n.u_r N_{b1}}$ và $d_1 = 1{,}128\sqrt{S_{cd1}}$

Gọi s_{cd2}, d_2 là tiết diện, đường kính của dây quấn sau khi thay đổi

Ta có: $S_{cd2} = \dfrac{K_{ld}.S_r}{n.u_r N_{b2}}$ và $d_2 = 1{,}128\sqrt{S_{cd2}}$

Nên: $\dfrac{d_2}{d_1} = \sqrt{\dfrac{S_{cd2}}{S_{cd1}}} = \sqrt{\dfrac{N_{b1}}{N_{b2}}} = \sqrt{\dfrac{11}{10}} = 1{,}05$

$d_2 = 1{,}05.d_1 = 1{,}05.1{,}414 = 1{,}48$ (mm).

C. BÀI TẬP

Bài 1: Hãy xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp cho stator các động cơ không đồng bộ 3 pha có số rãnh và số cực như sau:

a. Z = 18, 2p = 2; Z = 18, 2p = 6.

b. Z = 24, 2p = 2; Z = 24, 2p = 8.

c. Z = 48, 2p = 4; Z = 48, 2p = 8.

d. Z = 60, 2p = 4; Z = 60, 2p = 10.

e. Z = 72, 2p = 6; Z = 72, 2p = 8.

Bài 2: Hãy vẽ lại sơ đồ khai triển dây quấn cho ở bài tập 1.1 ở dạng dây quấn 2 lớp.

Bài 3: Áp dụng phương pháp Clément hay Pyδo để xây dựng dây quấn 1 lớp hay 2 lớp cho các động cơ có số rãnh và số cực như sau:

a. Z = 15, 2p = 2; Z = 15, 2p = 4.

b. Z = 27, 2p = 2; Z = 27, 2p = 6.

c. Z = 39, 2p = 4; Z = 39, 2p = 6.

d. Z = 45, 2p = 8; Z = 45, 2p = 10.

e. Z = 60, 2p = 6; Z = 60, 2p = 8.

Bài 4: Cho lõi thép của động cơ nội địa Nhật Bản, có kích thước lõi thép như sau:

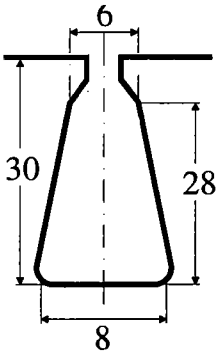
D_t = 228mm;

L = 254mm;

bg = 19 mm;

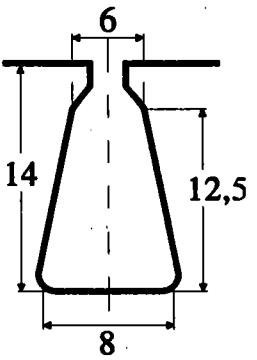
b_r = 4,5mm;

Z = 72.



Tính số liệu dây quấn để động cơ vận hành ở trạng thái Δ/Y: 380/660 V.

Bài 5: Cho động cơ bơm nước 3 pha mang nhãn hiệu BALDOR (Mỹ sản xuất) số liệu kích thước lõi thép stator ghi nhận như sau:



D_t = 83mm;

L = 75mm;

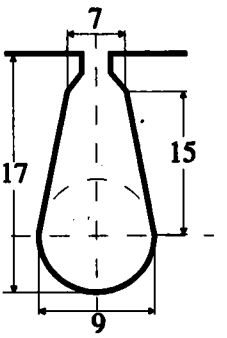
bg = 17 mm;

b_r = 5mm;

Z = 24.

Tính số liệu dây quấn để động cơ vận hành ở trạng thái Δ/Y: 220/380 V.

Bài 6: Cho động cơ 3 pha mang nhãn hiệu EFACEC (Bồ Đào Nha sản xuất) số liệu kích thước lõi thép stator ghi nhận như sau:



D_t = 87mm.

L = 90 mm.

bg = 13 mm.

b_r = 5,5 mm.

Z = 24.

Tính số liệu dây quấn để động cơ vận hành ở trạng thái Δ/Y: 220/380 V.

Chương 2

TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR MÁY ĐIỆN KĐB 3 PHA HAI CẤP TỐC ĐỘ

(tỉ số biến đổi tốc độ: 2/1)

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

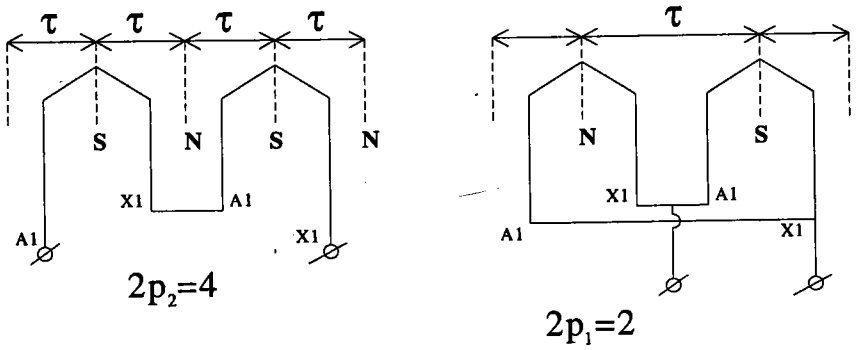
I. SƠ ĐỒ ĐẤU DÂY

$2p_1$: số cực ở tốc độ cao.

$2p_2 = 2(2_1)$: số cực ở tốc độ thấp.

- Số nhóm bối dây trong 1 pha = số cực ở tốc độ cao.

Ví dụ: $2p_1 = 2$, $2p_2 = 4$



Hình 2.1: Sơ đồ đấu dây động cơ 2 cấp tốc độ

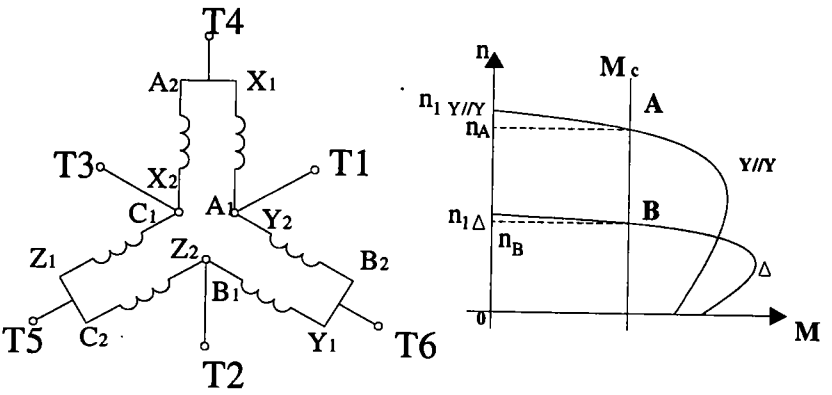
- Các loại động cơ không đồng bộ 3 pha, có tỉ lệ biến tốc 2/1. thường được chia thành ba loại, động cơ dạng này chỉ vận hành được một cấp điện áp và 6 đầu ra dây:

+ n = var; M = const.

+ n = Var; P = const.

+ n = var; M,P = var.

1. n = var ; M = const.



Hình 2.2: Sơ đồ ra dây và đường đặc tính của động cơ 2 cấp tốc độ loại M = const.

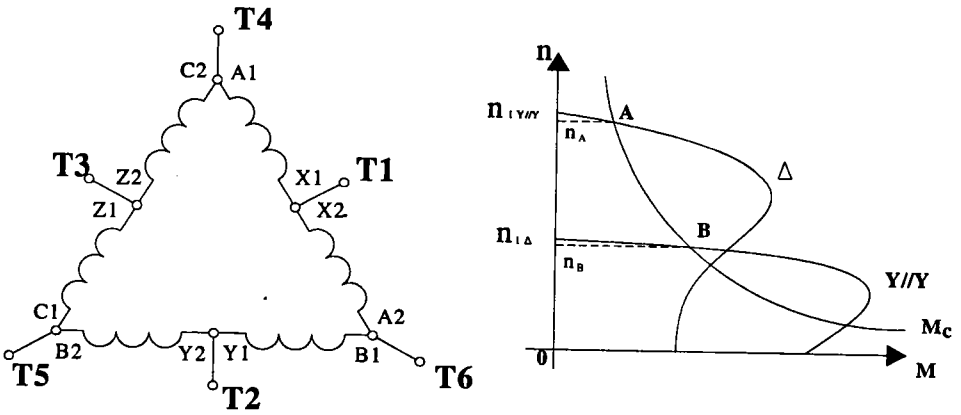
➢ ***Tốc độ thấp đấu Δ***

- Nguồn vào T_1, T_2, T_3

➢ ***Tốc độ cao đấu Y//Y***

- Nguồn vào T_4, T_5, T_6
- Nối các đầu T_1, T_2, T_3

2. n = var; P = const.



Hình 2.3: Sơ đồ ra dây và đường đặc tính của động cơ 2 cấp tốc độ loại P = const.

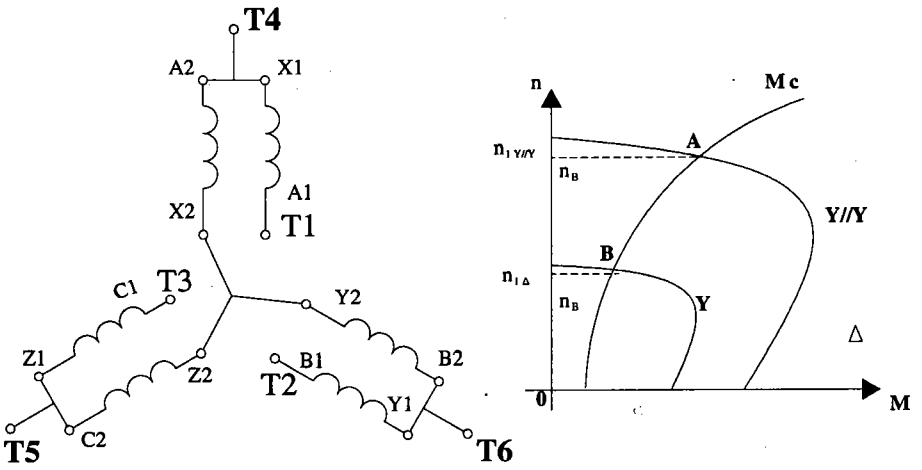
➢ ***Tốc độ cao đấu Δ***

- Nguồn vào T_4, T_5, T_6

➢ ***Tốc độ thấp đấu Y//Y***

- Nguồn vào T_1, T_2, T_3
- Nối các đầu T_4, T_5, T_6

3. M, P = var



Hình 2.4: Sơ đồ ra dây và đường đặc tính của động cơ 2 cấp tốc độ loại M, P = var.

➢ ***Tốc độ cao đấu Y//Y***

- Nguồn vào T_4, T_5, T_6
- Nối các đầu T_1, T_2, T_3

➢ ***Tốc độ thấp đấu Y***

- Nguồn vào T_1, T_2, T_3

II. SƠ ĐỒ KHAI TRIỂN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA HAI CẤP TỐC ĐỘ

B1: Xác định các tham số cần thiết để xây dựng sơ đồ:

- Tổng số rãnh stator: Z

- Số cực $2p_1$ và $2p_2$.

$$2P_1 = \frac{1}{2}(2p_2)$$

- Bước dây quấn

$$y = \frac{Z}{(2p_2)}$$

- Số rãnh phân bố cho mỗi pha

$$q = \frac{Z}{3(2p_1)}$$

B2: Vẽ sơ đồ triển khai dây quấn lần lượt cho từng pha.

+ Nên sử dụng dạng dây quấn hai lớp (để giảm nhỏ sóng bậc cao).

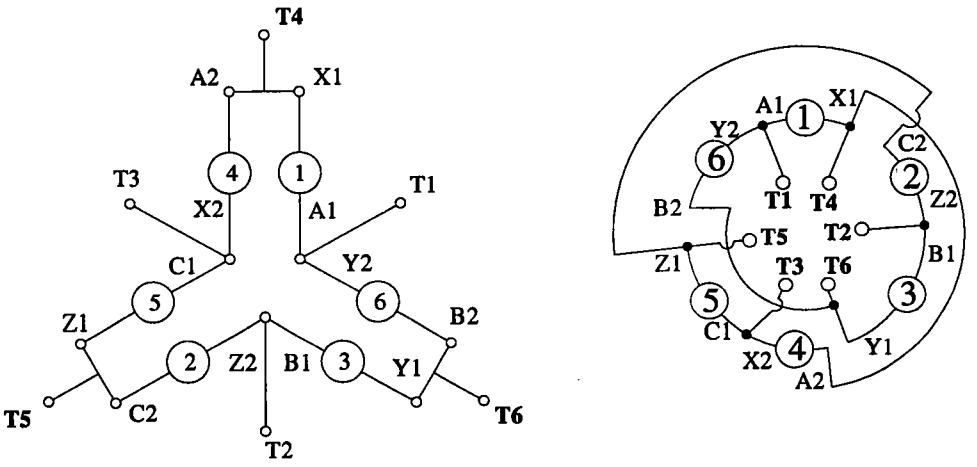
+ Số nhóm bối dây trong một pha bằng số cực tốc độ cao.

Ví dụ: Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn xếp 3 pha 2 lớp của stator động cơ 2 tốc độ với: Z = 24, $2p_1 = 2$, $2p_2 = 4$

Giải:

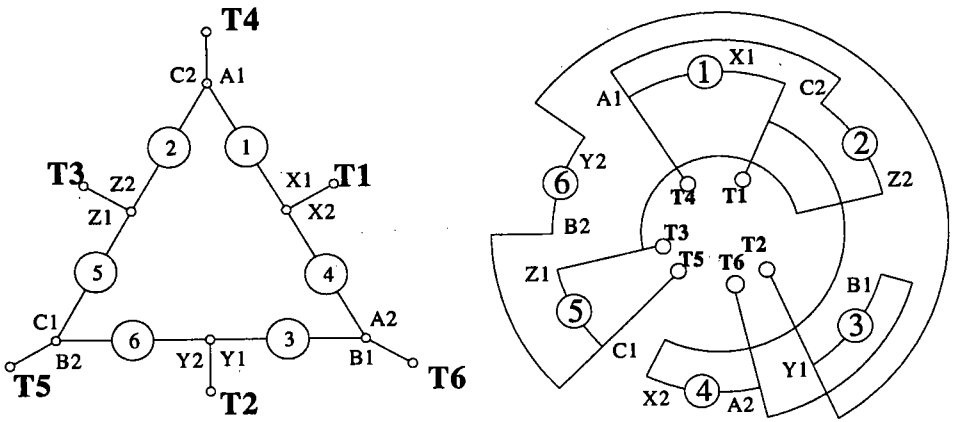
* Sơ đồ đấu nhóm

a) Khi M = const.



Hình 2.5: Sơ đồ liên kết các nhóm và sơ đồ vòng tròn, tạo sơ đồ M = const. (Z = 24, $2p_1 = 2$, $2p_2 = 4$)

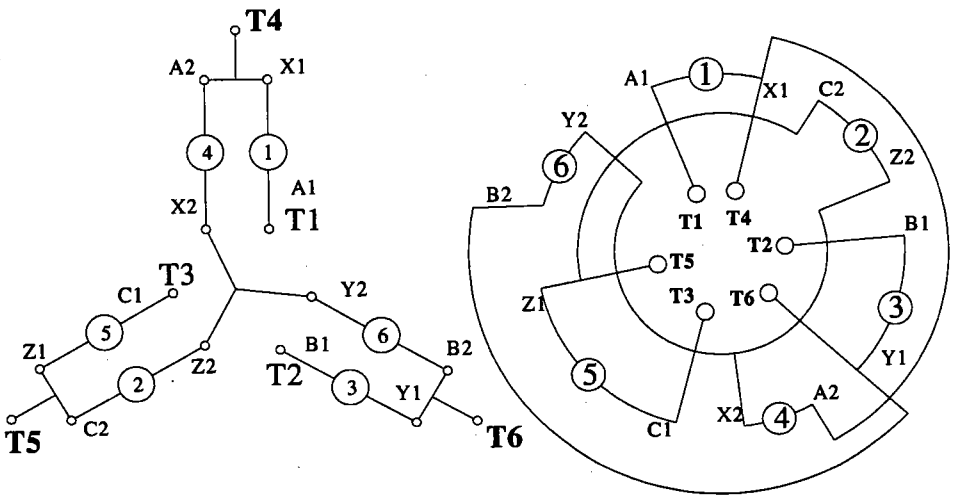
b) Khi P = const



Hình 2.6: Sơ đồ liên kết nhóm và sơ đồ vòng tròn dạng P = const.

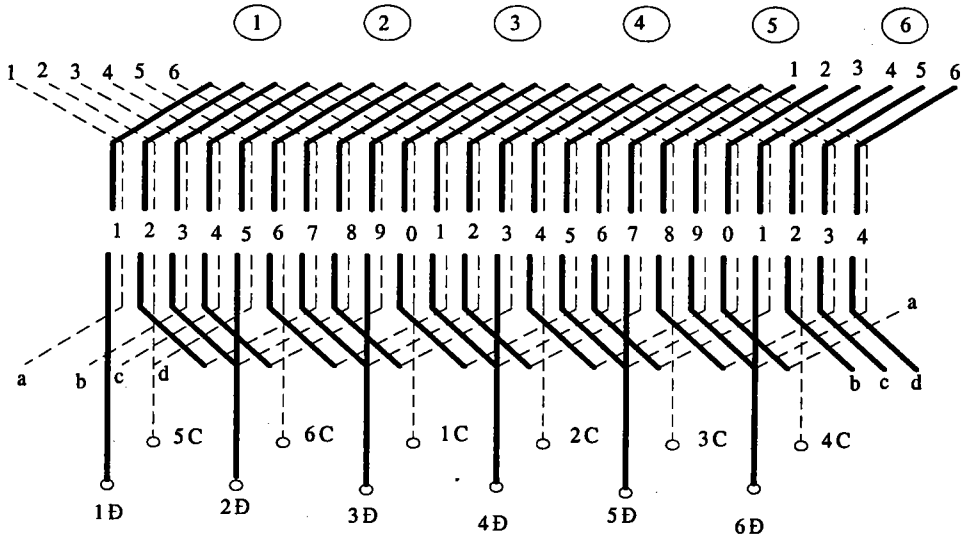
(Z = 24, $2p_1$ = 2, $2p_2$ = 4)

c) Khi M, P = var



Hình 2.7: Sơ đồ đấu nhóm và sơ đồ vòng tròn M, P = var.

(Z = 24, $2p_1$ = 2, $2p_2$ = 4)



Hình 2.8: Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp của động cơ 2 cấp tốc độ

($Z = 24$, $2p_1 = 2$, $2p_2 = 4$)

III. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ 2 TỐC ĐỘ (TỈ SỐ BIẾN TỐC 2/1)

B1:

* Ghi số liệu cần thiết

- Kích thước lõi thép stator:
  - + Đường kính trong: D_t
  - + Chiều dài: L
  - + Bề dày của gông: b_g
  - + Bề rộng của răng: b_r
  - + Số rãnh của Stator: Z
- Số liệu về điện:
  - + Điện áp làm việc: $U_{đm}$ (V)
  - + Tần số làm việc: f (Hz)
  - + Tính chất tải: M = const.
    P = const.
    M, P = var

+Số cực tốc độ cao: $2p_1$

+Số cực tốc độ thấp: $2p_2$

+ Cấp cách điện

B2:

- Tính toán kiểm tra $2p_{min}$.

$$2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\ \frac{D_t}{b_g}$$

B3: Xác định mối quan hệ giữa từ thông Φ và B_δ

Ta có: $\Phi = f(B_\delta)$

$$\Phi_c = \alpha_\delta . \tau_c .L.\ B_{\delta c} = f(B_{\delta c})$$

$$\tau_c = \frac{\Pi D_t}{2p_1}$$

$$\Phi_{th} = \alpha_\delta . \tau_{th} .L.\ B_{\delta h} = f(B_{\delta h})$$

$$\tau_{th} = \frac{\Pi D_t}{2p_2}$$

B 4: Xác định mối quan hệ giữa B_g và B_δ

$$B_{gth} = \frac{\Phi_{th}}{2.b_g .L.K_c} = f(B_{\delta h}); B_{gc} = \frac{\Phi_c}{2.b_g .L.K_c} = f(B_{\delta c})$$

Với $K_c = 0,93 \div 0,95$

B 5: Xác định mối quan hệ giữa B_r và B_δ

$$B_{rc} = \frac{\Pi D_t}{Z.b_r} B_{\delta c}$$

$$B_{rth} = \frac{\Pi D_t}{Z.b_r} B_{\delta h}$$

B6: Xây dựng sơ đồ dây quấn

- Vẽ sơ đồ đấu dây các nhóm theo tính chất tải.

- Xác định K_{dq}

+ Tốc độ cao

$$K_{dqc} = \sin(\frac{y}{\tau_c}.\frac{\Pi}{2})\frac{\sin(q\frac{\alpha_{dc}}{2})}{q\sin(\frac{\alpha_{dc}}{2})}$$

Với: $\tau'_c = \frac{Z}{2p_1}$ - bước cực từ khi vận hành với $2p_1$

$$q = \frac{Z}{2mp_1};\ \alpha_{dc} = \frac{180^0}{\tau'_c}$$

+ Tốc độ thấp:

$$K_{dqth} = \sin(\frac{y}{\tau'_{th}}.\frac{\Pi}{2})\frac{\sin(q\frac{\alpha_{dth}}{2})}{q\sin(\frac{\alpha_{dth}}{2})}$$

Với: $y = \frac{Z}{2p_2}$ - bước quấn dây

$$\tau'_{th} = \frac{Z}{2p_2};\ \alpha_{dth} = \frac{180^0}{\tau'_{th}}$$

+ Tính tỉ số: $\frac{K_{dqc}}{K_{dqth}}$

Suy ra các giá trị: $\frac{B_{\delta c}}{B_{\delta th}};\frac{B_{gc}}{B_{gth}};\frac{B_{rc}}{B_{rth}}$

Tỷ số này phụ thuộc vào tính chất tải:

Khi: M = const.

$$\frac{B_{\delta th}}{B_{\delta c}} = \sqrt{3}\ \frac{K_{dqc}}{K_{dqth}}$$

$B_{\delta th} \rangle B_{\delta c}; B_{rth} > B_{rc}$ và $B_{gth} < B_{gc}$

Khi: P = cosnt.

$$\frac{B_{\delta th}}{B_{\delta c}} = 2,31\frac{K_{dqc}}{K_{dqtht}}$$

$B_{\delta th} \rangle B_{\delta c}$; $B_{rth} > B_{rc}$ và $B_{gth} \approx B_{gc}$.

Khi: M, P = var.

$$\frac{B_{\delta th}}{B_{\delta c}} = \frac{K_{dqc}}{K_{dqth}}$$

$B_{\delta th} \langle B_{\delta c}$; $B_{rth} < B_{rc}$ và $B_{gth} < B_{gc}$

Lưu ý:

+ Khi M, P = const. thì chọn B_{gcmax} hoặc B_{rthmax} làm chuẩn.

+ Khi M, P ≠ const. thì chọn B_{gcmax} hoặc B_{rcmax} làm chuẩn.

B7: Căn cứ vào giới hạn các giá trị B_{gcmax}, B_{rcmax}, B_{rthmax} làm giới hạn tối đa để tính các giá trị mật độ từ thông.

B8: Xác định số vòng dây cho mỗi pha dây quấn.

- Số vòng dây/pha ở tốc độ cao.

$$N_{phac} = \frac{K_{Ec}.U_{dmphac}}{4,44.f.\phi_c.K_{dqc}}$$

- Số vòng dây/bối dây ở tốc độ cao.

$$N_{bc} = \frac{N_{phac}}{\text{số bối/pha/mạch nhánh (tốc độ cao)}}$$

- Số vòng dây/pha ở tốc độ thấp

$$N_{phath} = \frac{K_{Eth}.U_{dmphath}}{4,44.f.\Phi_{th}.K_{dqth}}$$

- Số vòng dây/bối dây ở tốc độ thấp:

$$N_{bth} = \frac{N_{phath}}{\text{số bối/pha/mạch nhánh (tốc độ thấp)}}$$

Chú ý: Sau khi tính được N_{bc} và N_{bth} thì ta chọn số vòng dây mỗi bối chung cho cả 2 trường hợp cao và thấp

* Bảng mối quan hệ giữa K_E và diện tích mặt cực từ (τ L)

τ .L(cm^2)	15÷50	50 ÷100	100 ÷150	150 ÷400	Trên 400
K_E	0,75÷0,86	0,86÷0,9	0,9÷0,93	0,93÷0,95	0,96÷0,97

B9: Tính tiết diện dây

$$S_{cd} = \frac{K_{ld} . S_r}{n . u_r . N_b}$$

Với: K_{ld} = 0,36÷0,46 - Hệ số lắp đầy

n - số sợi chập.

u_r - số cạnh tác dụng chứa trong một rãnh.

S_r - tiết diện rãnh.

- Đường kính dây kể cả cách điện:

$$d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}}$$

- Đường kính dây trần: d = $d_{cđ}$ – 0,05

B10: Xác định cường độ dòng điện qua dây quấn.

I = J. S. n

Với J: mật độ dòng điện chọn theo cấp cách điện.

+ Khi M = cosnt:

$I_{đmphath}$ = J. S. n

$I_{đmphac}$ = 2J. S. n

+ Khi P = cosnt:

$I_{đmphath}$ = 2J. S. n

$I_{đmphac}$ = J. S. n

+ Khi M, P = var:

$I_{đmphath}$ = J. S. n

$I_{đmphac}$ = 2J. S. n

B11: Ước lượng gần đúng công suất cho động cơ.

- Công suất định mức:

$$P_{đmc} = 3U_{đmphac.}\, I_{đmphac.}\, \eta_c \cos\varphi_c$$

$$P_{đmth} = 3U_{đmphath.}\, I_{đmphath.}\, \eta_{th} \cos\varphi_{th}$$

Với: $\dfrac{\eta_{th} \cdot \cos\varphi_{th}}{\eta_c \cdot \cos\varphi_c} \approx 0{,}7$

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: Vẽ sơ đồ dây quấn động cơ 2 cấp tốc độ với tổng số rãnh stator Z = 48; số cực động cơ tương ứng $2p_1 = 4$ và $2p_2 = 8$.

Phân biệt sơ đồ bố trí dây quấn cho 3 trường hợp:

a/ n = var; M = const.

b/ n = var; P = const.

c/ n = var; M,P = var.

Giải:

B1: Xác định số liệu ban đầu

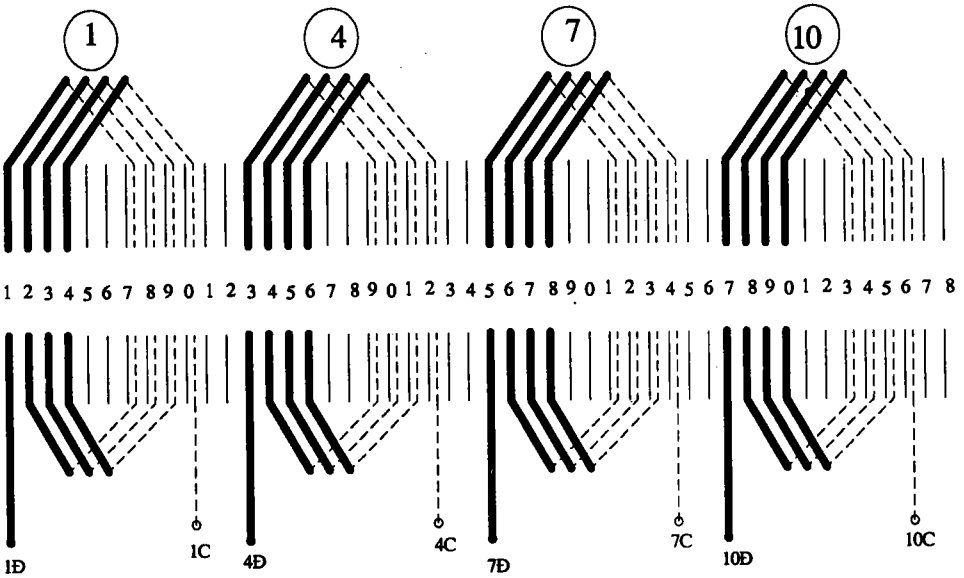
Z = 48, $2p_1 = 4$, $2p_2 = 8$

-Bước dây quấn: $y = \dfrac{Z}{2P_2} = \dfrac{48}{8} = 6$ rãnh

- Số rãnh phân bố cho 1 pha: $q = \dfrac{Z}{3(2p_1)} = \dfrac{48}{3.4} = 4$ rãnh/1pha

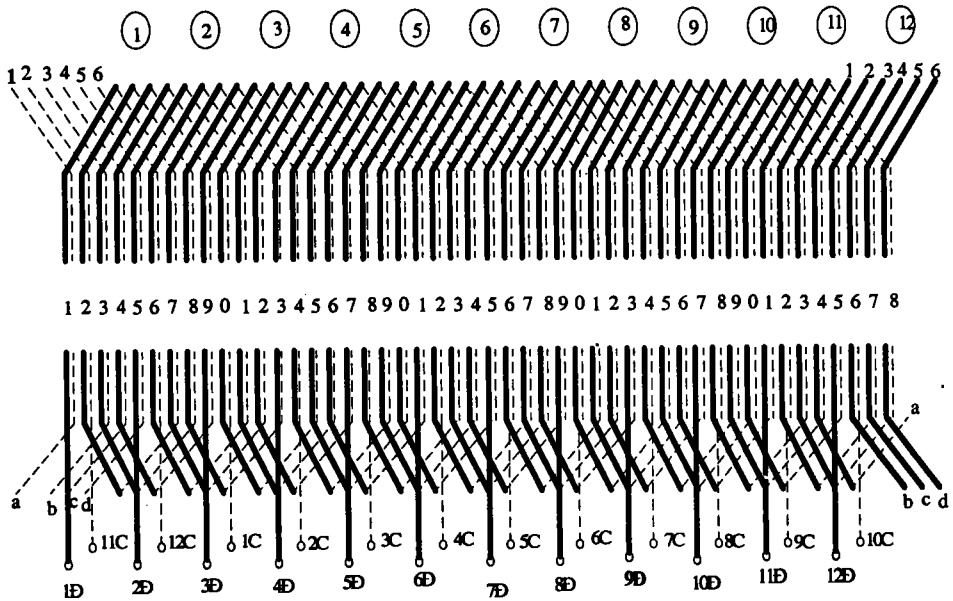
B2: Vẽ sơ đồ dây quấn

* Sơ đồ khai triển dây quấn cho 1 pha



Hình 2.9: Sơ đồ khai triển dây quấn 1 pha động cơ 2 tốc độ

(Z = 48, $2p_1$ = 4, $2p_2$ = 8)



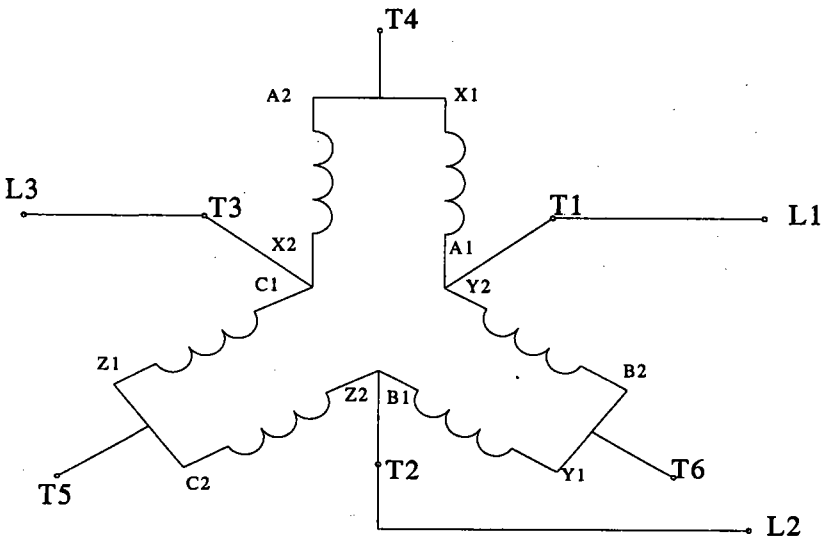
Hình 2.10: Sơ đồ khai triển dây quấn 3 pha 2 lớp động cơ 2 tốc độ

(Z = 48, $2p_1$ = 4, $2p_2$ = 8)

a/ n = var; M = const.

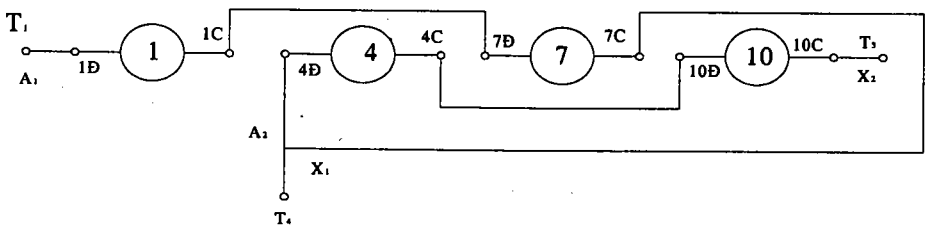
Chọn sơ đồ dây quấn dạng Δ, tốc độ chậm $2p_2 = 8$

Ta có sơ đồ liên kết cho 3 pha như sau:

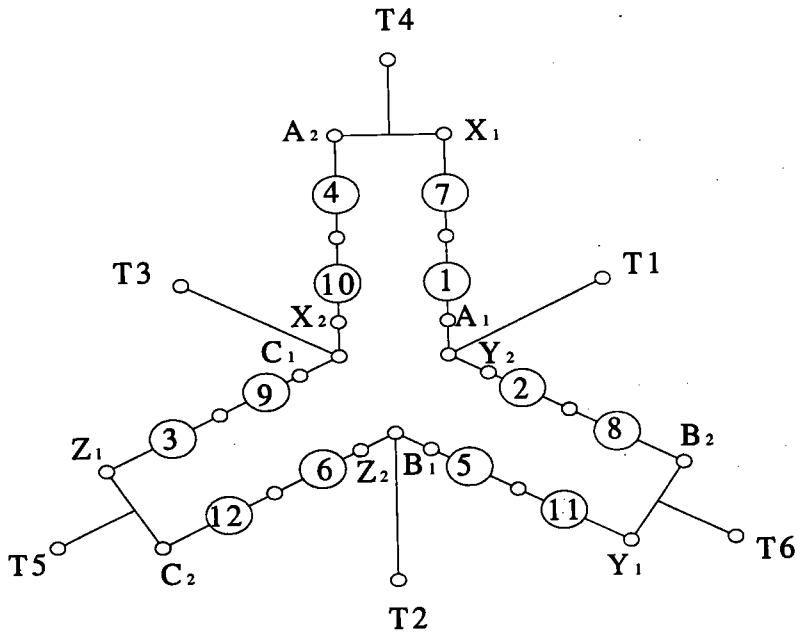


Hình 2.11: Sơ đồ ra dây loại M = const. của động cơ (Z = 48, $2p_1$ = 4, $2p_2$ = 8)

Sơ đồ đấu nhóm cho 1 pha (pha A)



→Sơ đồ đấu nhóm cho 3 pha:



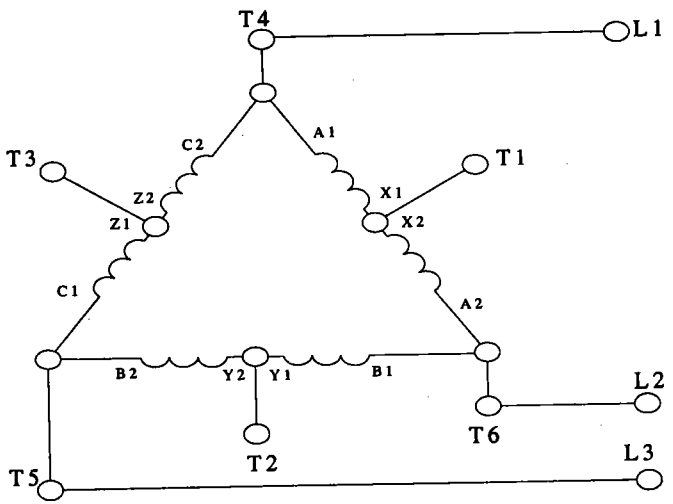
Hình 2.12: Sơ đồ đấu nhóm của động cơ dạng M = const.

(Z = 48, $2p_1$ = 4, $2p_2$ = 8)

b/n = var; P = const.

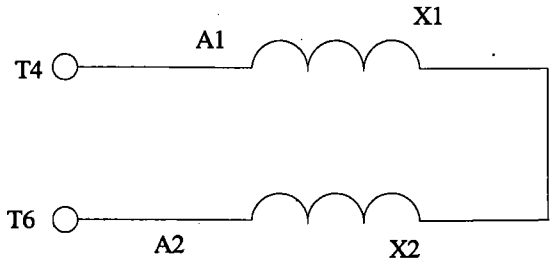
Chọn sơ đồ dây quấn dạng Δ, tốc độ nhanh, $2p_1 = 4$

→Sơ đồ bố trí dây quấn 3 pha:

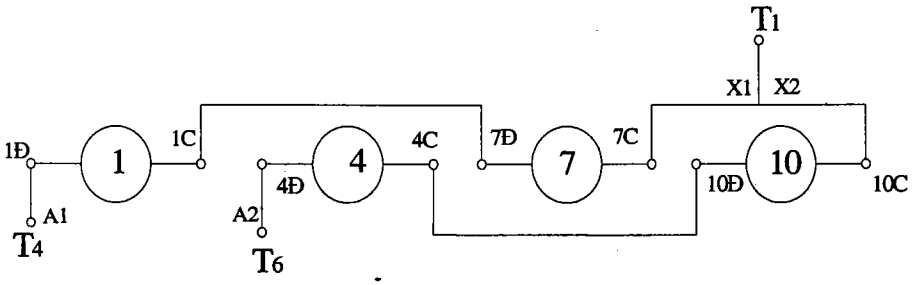


Hình 2.13: Sơ đồ ra dây của động cơ dạng P = const.

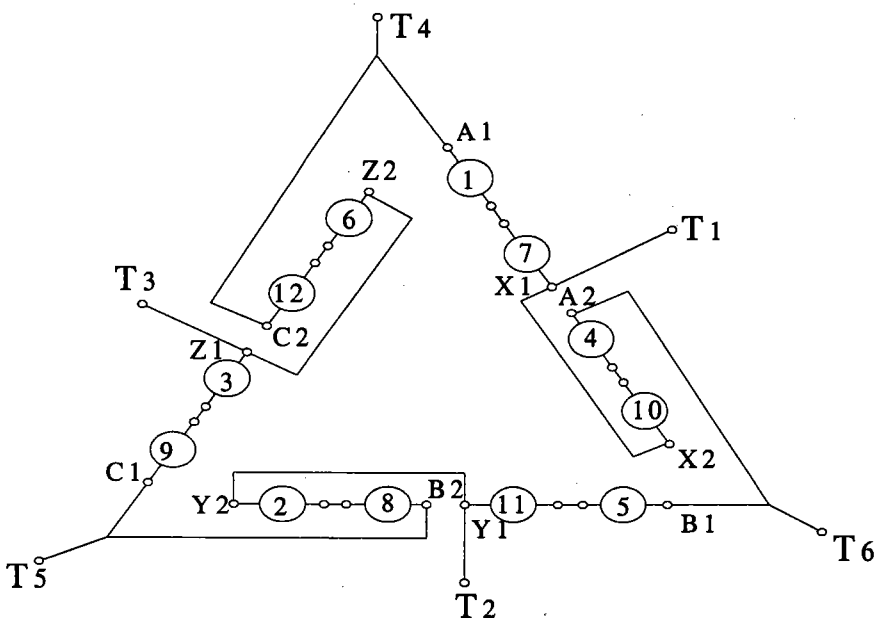
Sơ đồ liên kết nhóm trong 1 pha tiêu biểu:



Sơ đồ đấu nhóm trong 1 pha (pha A):



→Sơ đồ đấu nhóm 3 pha

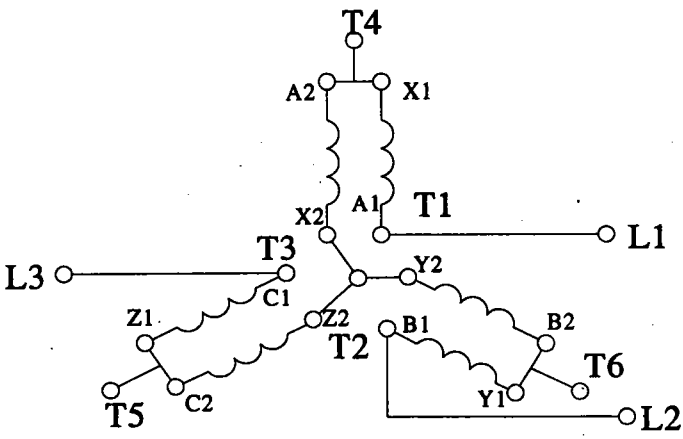


Hình 2.14: Sơ đồ đấu nhóm của động cơ dạng P = const

c/ n = Var; M, P = Var.

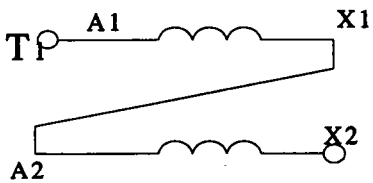
Chọn sơ đồ dạng Y, tốc độ chậm (2 p_2 = 8)

Sơ đồ bố trí dây quấn cho 3 pha như sau:

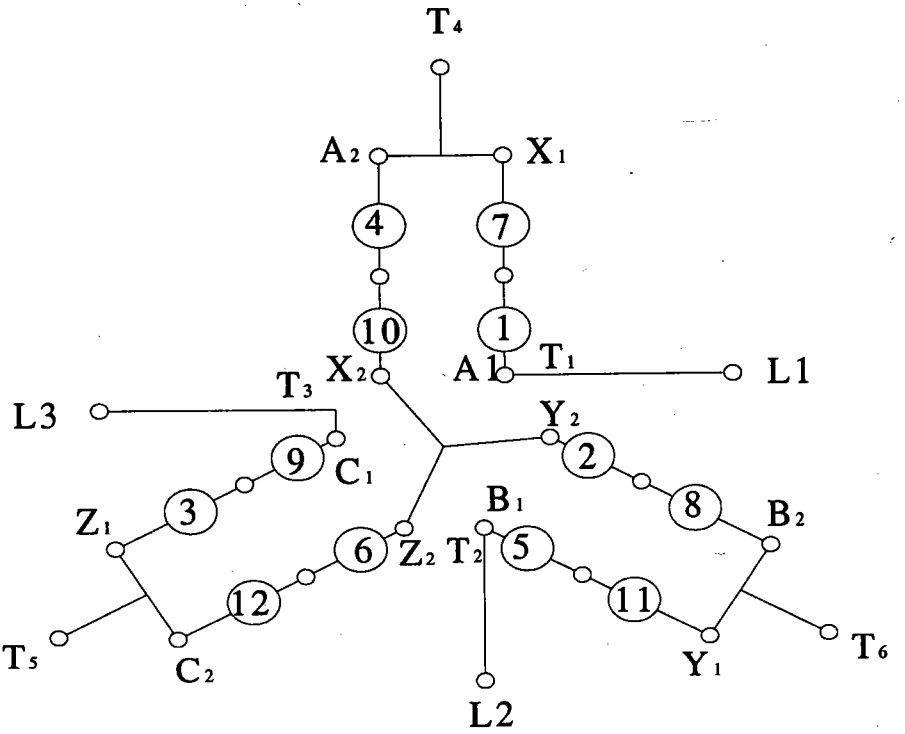


Hình 2.15: Sơ đồ ra dây của động cơ dạng M,P = var.

Sơ đồ đấu nhóm trong 1 pha:



→Sơ đồ đấu nhóm 3 pha



Hình 2.16: Sơ đồ đấu nhóm của động cơ dạng M = var, P = var.

Bài 2: Hãy xây dựng sơ đồ khai triển và sơ đồ đấu nhóm cho các dạng dây quấn thay đổi tốc độ (tỉ số biến tốc 2/1) khi ta bố trí theo các cách sau:

a/ n = var; M = const.

b/ n = var; P = const.

c/ n = var; M,P = var.

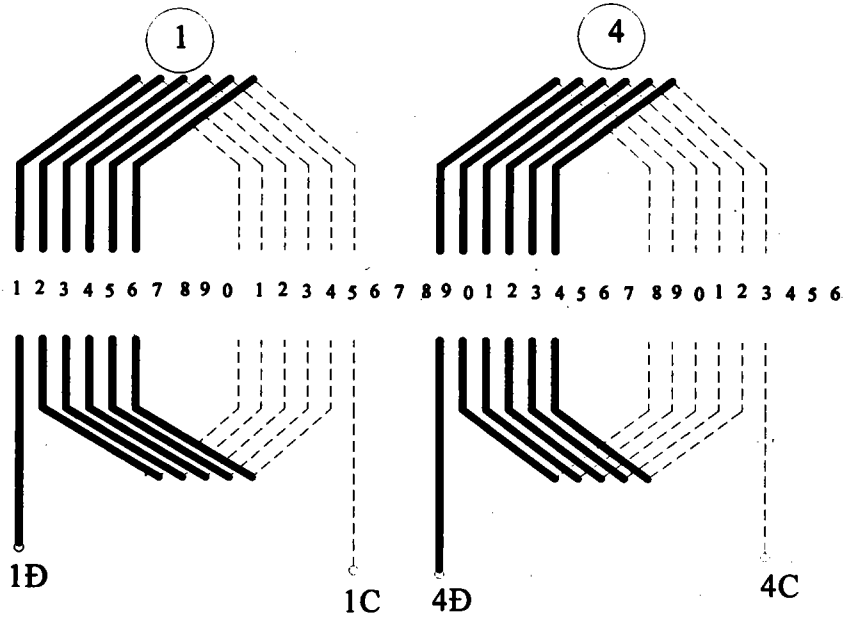
Biết rằng stator có số rãnh Z = 36, 2p = 2/4

Giải

-Bước dây quấn: $y = \frac{Z}{2p_2} = \frac{36}{4} = 9$ rãnh

- Số rãnh phân bố cho 1 pha: $q = \frac{Z}{3.2p_1} = \frac{36}{3.2} = 6$ rãnh/pha

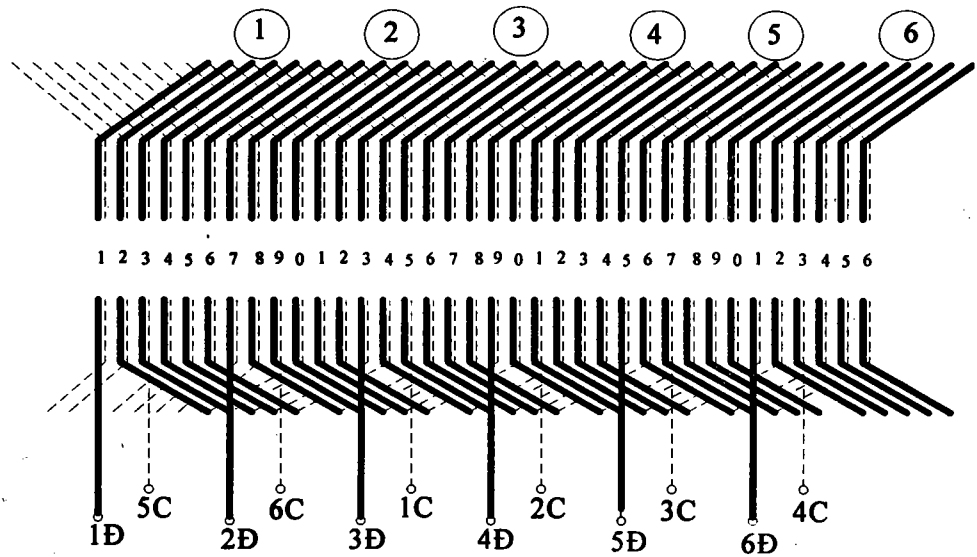
Sơ đồ khai triển dây quấn cho 1 pha:



Hình 2.17: Sơ đồ khai triển dây quấn 1 pha động cơ 2 tốc độ

Z = 36, 2p = 2/4

Sơ đồ khai triển dây quấn trong 3 pha:

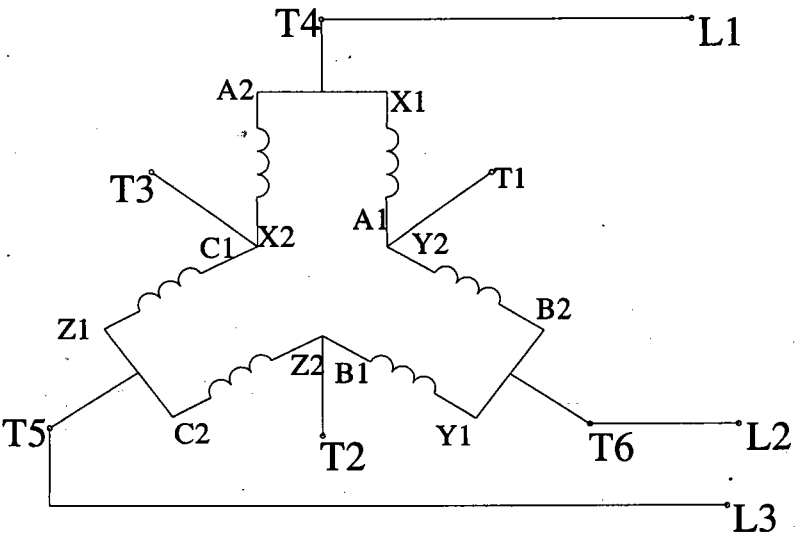


Hình 2.18: Sơ đồ khai triển dây quấn 3 pha động cơ 2 tốc độ

Z =36, 2p = 2/4

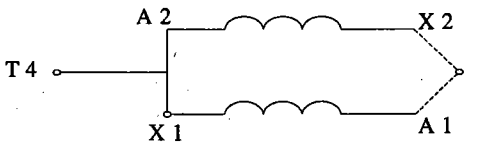
a/ M = const.

Chọn sơ đồ dạng Y/Y, tốc độ nhanh ($2p_1 = 2$)

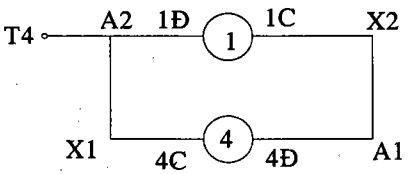


Hình 2.19: Sơ đồ ra dây động cơ dạng M = const.

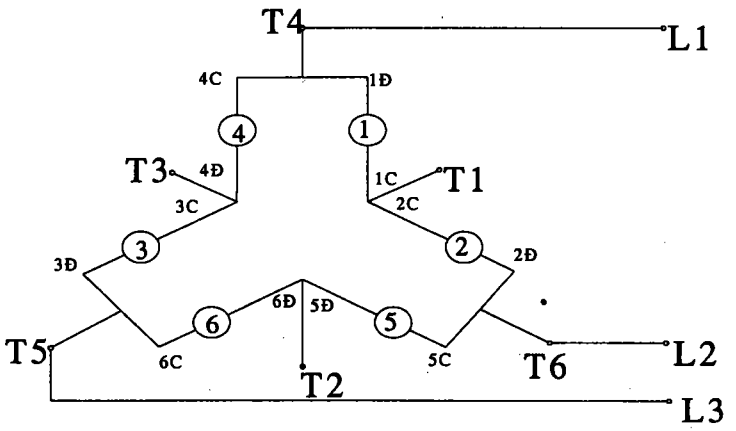
Sơ đồ liên kết 2 nửa pha tạo thành 1 pha:



Sơ đồ đấu nhóm trong 1 pha:



Tương tự đấu cho 2 pha còn lại ta có sơ đồ đấu nhóm trong 3 pha:

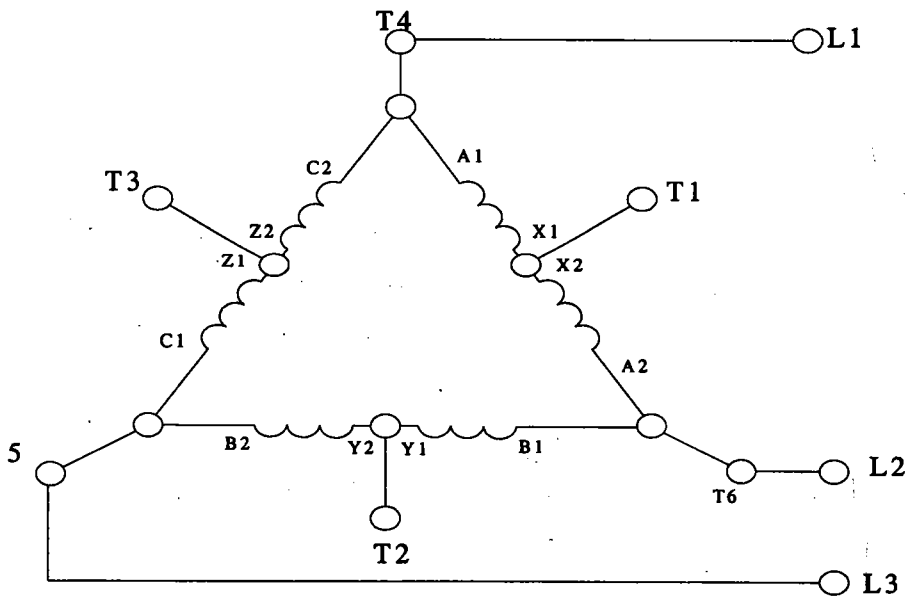


Hình 2.20: Sơ đồ đấu nhóm 3 pha trường hợp M = const.

Dựa vào sơ đồ đấu nhóm ta đấu các đầu trong sơ đồ quấn trải để tạo sơ đồ đấu dây hoàn chỉnh

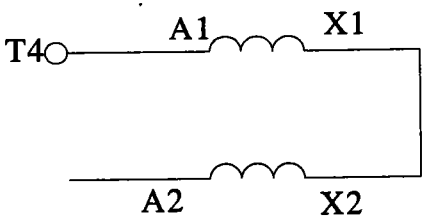
b/ P = const.

Chọn sơ đồ dây quấn dạng Δ, tốc độ nhanh, $2p_1 = 2$

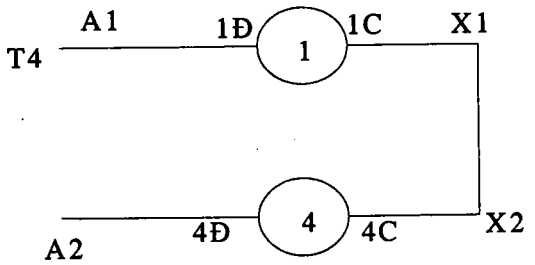


Hình 2.21: Sơ đồ ra dây 3 pha, trường hợp P = const.

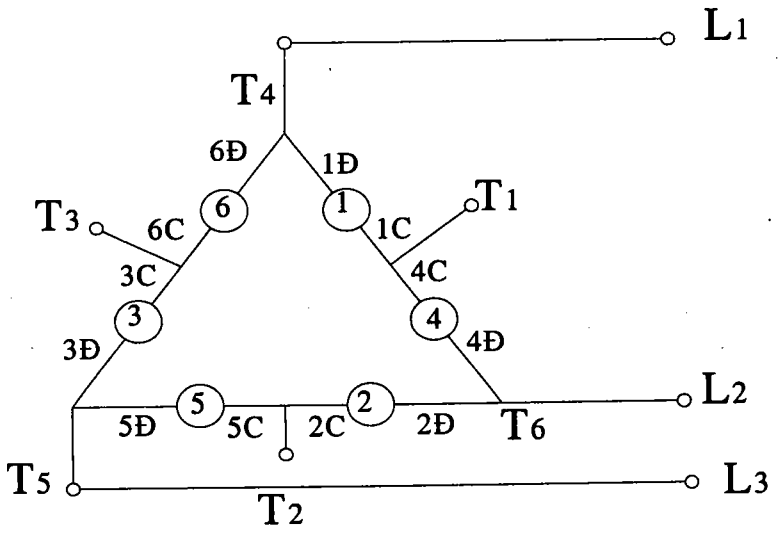
Sơ đồ liên kết trong 1 pha:



Từ đó ta có sơ đồ đấu nhóm trong 1 pha:



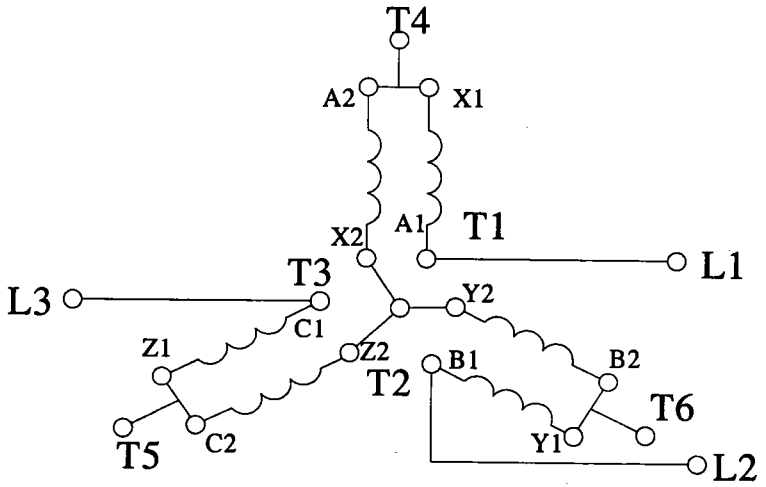
Đấu tương tự cho 2 pha còn lại ta được sơ đồ đấu nhóm cho 3 pha:



Hình 2.22: Sơ đồ đấu nhóm 3 pha, trường hợp P = const.

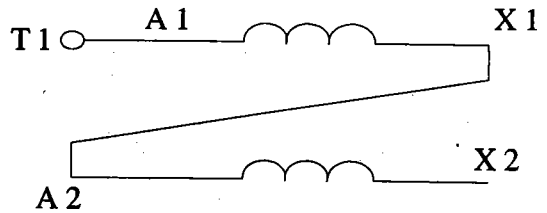
c/ M, P = var.

Chọn sơ đồ dây quấn dạng Y, tốc độ thấp, $2p_2 = 4$

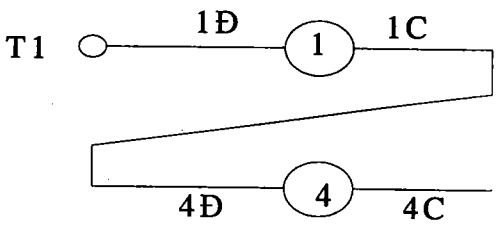


Hình 2.23: Sơ đồ bố trí dây quấn 3 pha trường hợp M, P = var.

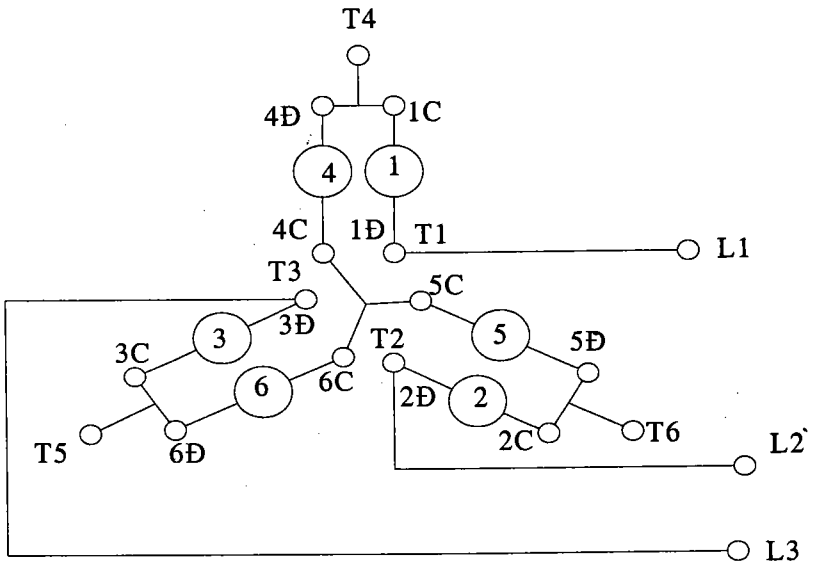
Liên kết nhóm trong 1 pha:



Sơ đồ đấu nhóm trong 1 pha:



Đấu cho 2 pha còn lại ta có sơ đồ đấu nhóm trong 3 pha:



Hình 2.24: Sơ đồ đấu dây 3 pha, trường hợp M, P = var.

⇒Dựa vào sơ đồ đấu nhóm, ta đấu các đầu ra của dây trong sơ đồ khai triển cho các trường hợp

Bài 3: Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn và tính số vòng dây mỗi bối của dây quấn stator động cơ KĐB 3 pha 2 cấp tốc độ (tỉ số biến tốc 2/1). Điện áp làm việc: 380V, f = 50Hz,. Trường hợp M = const

Lõi thép stator có kích thước như sau:

$D_t = 54mm$; L = 50mm; $b_g = 9mm; b_r = 3mm$; Z = 24, 2p = 2/4

Giải:

Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn 1 pha:

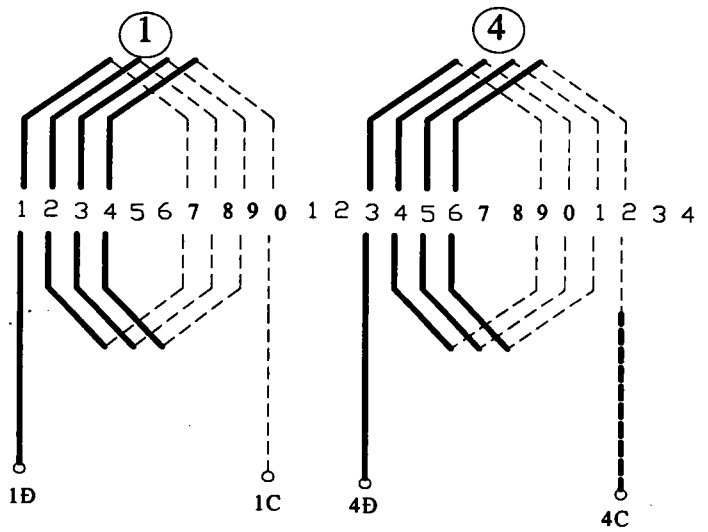
- Các số liệu đã cho

- Kiểm tra $2p_{\min}$: $2p_{\min} = (0.4-0.5)\dfrac{D_t}{b_g} = (0.4-0.5)\dfrac{54}{9} = 2,43 \div 3$

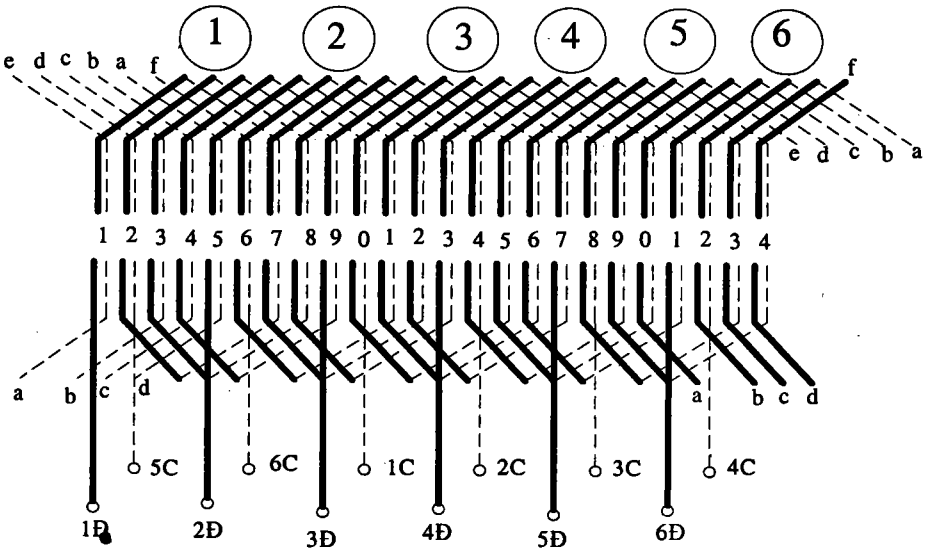
→Chọn $2p_1 = 2; 2p_2 = 4$

- Bước dây quấn: $y = \dfrac{Z}{2p_2} = \dfrac{24}{4} = 6$

- Số rãnh phân bố trong 1 pha: $q = \frac{Z}{3.2p_1} = \frac{24}{3.2} = 4$ rãnh



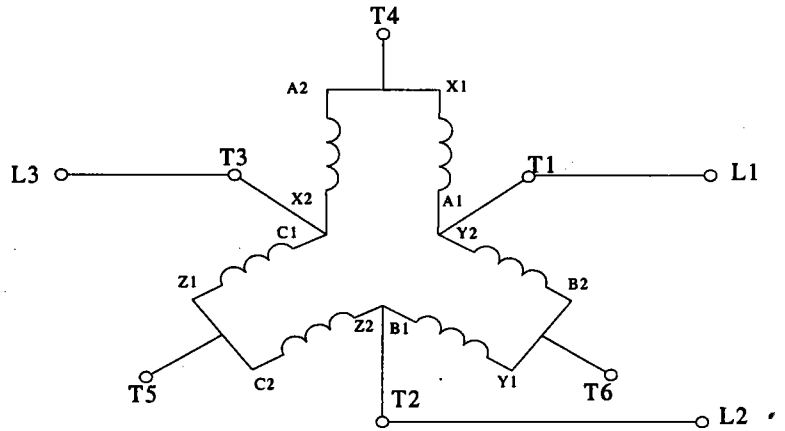
Hình 2.25: Sơ đồ khai triển dây quấn 1 pha



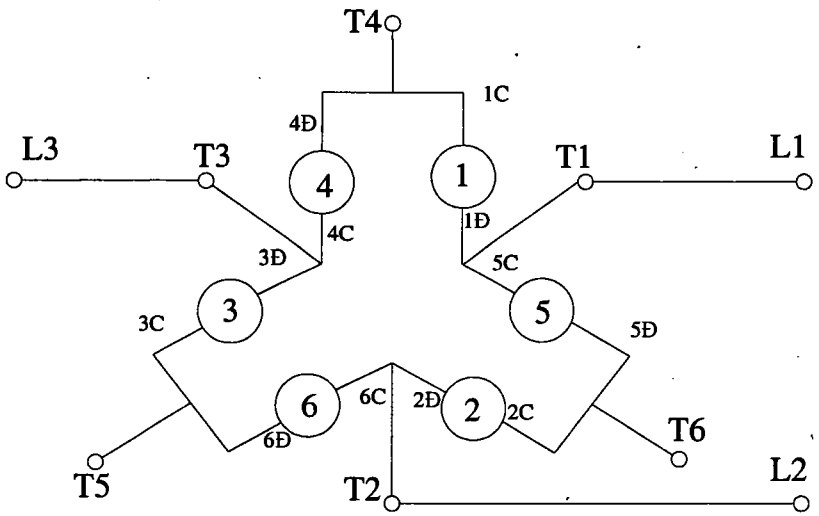
Hình 2.26: Sơ đồ khai triển dây quấn 3 pha

*Tính số vòng dây mỗi bối trong trường hợp M = const.

Chọn sơ đồ dạng Δ, tốc độ thấp, $2p_2 = 4$



Hình 2.27: Sơ đồ bố trí dây quấn 3 pha



Hình 2.28: Sơ đồ đấu nhóm 3 pha

-Tính số vòng dây mỗi bối;

+ Quan hệ giữa ϕ và B_δ:

$2p_1 = 2$

$$\tau_c = \frac{\pi D_t}{2p_1} = \frac{3{,}14.54}{2} = 84{,}78\,\text{mm} = 8{,}478\,\text{cm}$$

$$\phi_c = 0{,}7.\tau_c.L.B_{\delta c} = 0{,}7.8{,}478.5.10^{-4}.B_\delta = 29{,}673.10^{-4}.B_{\delta c}$$

$$B_{gc} = \frac{\phi_c}{2.b_g.L} = \frac{29{,}673.10^{-4}.B_{\delta c}}{2.0{,}9.5.10^{-4}} = 3{,}297 B_{\delta c}$$

$$B_{rc} = \frac{\pi D_t}{Z.b_r}.B_{\delta c} = 2{,}355\, B_{\delta c}$$

$2p_2 = 4$

$$\tau_{th} = \frac{\pi D_t}{2p_2} = \frac{3{,}14.54}{4} = 42{,}39mm = 4{,}239cm$$

$$\phi_{th} = 0{,}7.\tau_{th}.L.B_{\delta h} = 0{,}7.4{,}329.5.10^{-4}\, B_{\delta h} = 14{,}836.10^{-4}.B_{\delta h}$$

$$B_{gth} = \frac{\phi_{th}}{2b_g.L} = \frac{14{,}836.10^{-4}.B_{\delta h}}{2.0{,}9.5.10^{-4}} = 1{,}348 B_{\delta h}$$

$$B_{rth} = \frac{\pi D_t}{Z.b_r}.B_{\delta h} = 2{,}355 B_{\delta h}$$

+ Xác định hệ số dây quấn:

Bước cực từ: $\tau_c = \frac{Z}{2p_1} = \frac{24}{2} = 12$

$$\tau_{th} = \frac{Z}{2p_2} = \frac{24}{4} = 6$$

$$\alpha_{dth} = \frac{180}{\tau_{th}} = 30$$

$$\rightarrow K_{dqth} = \frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_{dth}}{2}\right)}{q.\sin\left(\frac{\alpha_{dth}}{2}\right)}.\sin\left(\frac{y}{\tau_{th}}.90^0\right) = 0{,}836$$

$$\rightarrow \frac{K_{dqc}}{K_{dqth}} = 0{,}81$$

+ Xác định B_g, B_r, B_δ, ϕ:

Trường hợp M = Const thì: $\frac{B_{gth}}{B_{gc}} = \frac{\sqrt{3}}{2}.\frac{K_{dqc}}{K_{dqth}} = 0{,}7$

$\rightarrow B_{gth} = 0{,}7B_{gc}$

Chọn $B_{gc\max} = 1{,}4T \rightarrow B_{gth} = 0{,}7.1{,}4 = 0.98T$

$B_{\delta c} = \dfrac{B_{gc}}{3{,}297} = 0{,}425T; B_{\delta h} = \dfrac{B_{gth}}{1{,}348} = 0{,}727T$ (thỏa mãn)

$\rightarrow B_{rc} = 2{,}355.B_{\delta c} = 1T; B_{rth} = 2{,}355.B_{\delta h} = 1{,}712T$

$\rightarrow \phi_c = 12{,}611.10^{-4}(Wb)$

$\phi_{th} = 10{,}786.10^{-4}(Wb)$

+Số vòng mỗi pha dây quấn:

$$N_{phac} = \frac{K_{Ec}.U_{dmpha}}{4{,}44.f.\phi_c.K_{dqc}}$$

$\tau_c.L = 8{,}478.5 = 42{,}39\text{cm}^2$

Tra bảng 3/trang 103 (*Công nghệ chế tạo và tính toán sửa chữa MĐ - tập 1*), ta chọn được $K_{Ec} = 0{,}85$

$U_{dmpha} = 220\text{V}$ (mắc Y//Y)

$$N_{phac} = \frac{0{,}85.220}{4.1{,}07.50.12{,}611.10^{-4}.0.677} = 1023{,}5vg/pha$$

$\rightarrow N_{phac} = 1024vg/pha$

Số vòng dây mỗi bối: $N_b = \dfrac{1024}{4} = 256$ vòng/bối

$$N_{phath} = \frac{K_{Eth}.U_{dmpha}}{4{,}44.f.\phi_{th}.K_{dqth}}$$

U_{dmpha} 380 (mắc Δ), $\tau_{th}.L = 21{,}195cm^2$ nên chọn $K_E = 0{,}8$

$$\rightarrow N_{phath} = \frac{0{,}8.380}{4{,}44.50.10{,}786.10^{-4}.0{,}836} = 1575{,}4vg/pha$$

Chọn 1576 vòng/pha

Số vòng dây mỗi bối ở tốc độ thấp: $N_b = \dfrac{1576}{8} = 197$ vg/bối

Bài 4: Cho lõi thép stator động cơ KĐB 3 pha có các số liệu như sau:

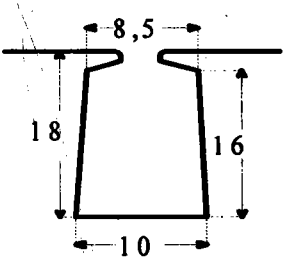
Đường kính trong D_t = 110mm

Bề dày lõi thép: L = 83mm

Bề dày gông stator b_g =14mm

Bề dày răng: b_r =7mm

Tổng số rãnh stator Z = 36 rãnh



Kích thước như hình vẽ:

Hãy tính toán số liệu cho bộ dây quấn 2 tốc độ với 2p = 2/4. Hãy lần lượt tính cho từng sơ đồ biết rằng điện áp nguồn 3 pha cung cấp là 380V

a/ Đổi tốc độ, M = const.

b/ Đổi tốc độ, P = const.

c/ Đổi tốc độ, M, P = var.

Giải:

B1: Xác định số liệu ban đầu: trong đề bài

Z = 36; $2p_1$ =2; $2p_2$ = 4

B2: Tính toán các số liệu

$$2p_{min} = (0,4 \div 0,5).\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{110}{14}; 2p_{min} = (3,14 \div 3,93) \rightarrow 2p_1 = 2; 2p_2 = 4$$

a/ M = Const.

B3: Xác định quan hệ giữa từ thông và mật độ từ thông qua khe hở không khí

$2p_1 = 2$ $\tau_c = \frac{\pi.D_t}{2p_1} = 172,7mm = 17,27cm$ $\phi_c = 0,7.\tau_c.L.B_{\delta c}$ $= 0,7.17,27.8,3.10^{-4} B_{\delta c}$ $= 100,34.10^{-4} B_{\delta c}(Wb)$	$2p_2 = 4$ $\tau_{th} = \frac{\pi.D_t}{2p_2} = 86,35mm = 8,635cm$ $\phi_{th} = (0,7\tau_{th}.L)B_{\delta th}$ $= 0,7(8,635.8,3)10^{-4} B_{\delta th}$ $= 50.17.10^{-4} B_{\delta th}(Wb)$

B4: Xác định quan hệ giữa Bg và B$_\delta$

$B_{gc}=\frac{\phi_c}{2b_gL}=\frac{100.3.10^{-4}B_{\delta c}}{2.1,4.8,3.10^{-4}}$ $=4,317\ B_{\delta c}(T)$	$B_{gth}=\frac{\phi_{th}}{2b_gL}=\frac{50,17.10^{-4}B_{\delta th}}{2.1,4.8,3.10^{-4}}$ $=2,159\ B_{\delta Th}$

B5: Xác định quan hệ giữa B$_r$ và B$_\delta$

$B_{rc}=\frac{\pi.D_t}{Z.b_r}B_{\delta c}=\frac{\pi.110}{36.7}B_{\delta c}$ $=1,37B_{\delta c}$	$B_{rth}=\frac{\pi D_t}{Z.b_r}B_{\delta th}=\frac{\pi.110}{36.7}B_{\delta th}$ $=1,37B_{\delta th}$

B6: Xác định K$_{dqc}$ và K$_{dqth}$

Sơ đồ dây quấn ở bài tập 2

Bước cực từ: $\tau_c=\frac{Z}{2p_1}=\frac{36}{2}=18$	$\tau_{th}=\frac{Z}{2p_2}=\frac{36}{4}=9$
$\rightarrow\alpha_{đc}=\frac{180^o}{\tau_c}=\frac{180^o}{18}=10^o$	$\alpha_{đth}=\frac{180^o}{9}=20^o$
$K_{dqc}=\frac{\sin(q\frac{\alpha_{đc}}{2})}{q\sin(\frac{\alpha_{đc}}{2})}\sin(\frac{y}{\tau_c}90^o)$	$K_{dqth}=\frac{\sin(q\frac{\alpha_{đth}}{2})}{q\sin(\frac{\alpha_{đth}}{2})}\sin(\frac{y}{\tau_{th}}90^o)$
$=\frac{\sin(6\frac{10}{2})}{6\sin(\frac{10}{2})}\sin(\frac{9}{18}90^o)=0,676$	$=\frac{\sin(6\frac{20}{2})}{6\sin(\frac{20}{2})}\sin(\frac{9}{9}90^o)=0,831$

$$\rightarrow\frac{K_{dqc}}{K_{dqth}}=\frac{0,676}{0,831}=0,813$$

B7: Xác định B$_g$,B$_r$,B$_\delta$ và ϕ

Ta có: $\frac{B_{gth}}{B_{gc}}=\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{B_{\delta h}}{B_{\delta c}}=\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{K_{dqc}}{K_{dqth}}=\frac{\sqrt{3}}{2}0,813=0,7\rightarrow B_{gth}=0,7B_{gc}$

Chọn $B_{gc\max} = 1,6T \rightarrow B_{gth} = 1,12T \quad \rightarrow B_{\delta c} = \frac{B_{gc}}{4,317} = 0,37T$

$$B_{\delta h} = \frac{B_{gth}}{2,159} = 0,52(T); B_{rc} = 1,37B_{\delta c} = 1,37.0,37 = 0,507T$$

$$B_{rth} = 1,37B_{\delta h} = 1,37.0,52 = 0,712(T)$$

$$\rightarrow \phi_c = 31,126.10^{-4}(Wb) \rightarrow \phi_{th} = 26,088.10^{-4}(Wb)$$

B8: Tính số vòng dây quấn mỗi pha

- Vận hành ở tốc độ cao (Y//Y), $U_{dmpha} = 220V$

$$N_{phac} = \frac{K_{Ec}.U_{dmpha}}{4,44.f.\phi_c.K_{dqc}} \quad \tau_c.L = 17,27.8,3 = 143,341cm^2 \rightarrow K_E = 0,92$$

$$N_{phac} = \frac{0,9.220}{4.1,07.50.31,126.10^{-4}.0,676} = 424vg/pha$$

Chọn 426 vòng/pha

Số vòng trong 1 bối: N_{bc}=426/6 =71 vòng/bối

- Vận hành ở tốc độ thấp: (đấu Δ), $U_{dmpha} = 380V$

$$N_{phath} = \frac{K_{Eth}.U_{dmpha}}{4,44.f.\phi_{th}.K_{dqth}}$$

$$\tau_{th}.L = 71,67cm^2 \rightarrow K_{Eth} = 0,88$$

$$N_{phath} = \frac{0,88.380}{4,44.50.26,088.10^{-4}.0,831} = 720,8vg/pha$$

Chọn 732vòng/pha

Số vòng trong 1 bối: N_{bth} = 732/12 = 61 vòng/bối

Vậy ta chọn số vòng mỗi bối (cao và thấp) là: 65vòng/bối

B9: Tính đường kính dây

Ta có tiết diện rãnh: $S_r = \frac{d_1 + d_2}{2}.h = \frac{10 + 8,5}{2}.16 = 148mm^2$ (rãnh hình thang)

Chọn K_{ld}=0,46

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{u_r.n.N_b} = \frac{0,46.148}{2.1.65} = 0,524mm^2$

$\rightarrow d_{cd} = 1,128.\sqrt{S_{cd}} = 0,82mm$

Đường kính dây trần: d = d_{cd} - 0,05 = 0,77mm; chọn d = 0,75mm

B10: Tính dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn

Chọn J = 6,5A/mm^2, dòng điện định mức mỗi pha là:

$$I_{đmpha} = \frac{\pi.d^2}{4}.J = \frac{\pi.0,75^2}{4}6,5 = 2,87A$$

B11: Ước lượng gần đúng công suất của động cơ

- Vận hành ở tốc độ cao (đấu Y//Y)

$$I_{đmphac} = 2.2,87 = 5,74A$$

Chọn $\eta_c = 0,85; \cos\varphi_c = 0,89$; $U_{đmpha} = 220V$

Công suất của động cơ: $P_c = 3.U_{đmpha}.I_{đmpha}.\eta_c.\cos\varphi_c = 2866W$

- Vận hành ở tốc độ thấp:

Ta có: $\frac{\eta_{th}.\cos\varphi_{th}}{\eta_c.\cos\varphi_c} = 0,7 \rightarrow \eta_{th}.\cos\varphi_{th} = 0,7.0,85.0,89$

$U_{đmpha} = 380V$

$\rightarrow P_{th} = 3.380.2,87.0,7.0,85.0,89 = 1732,6W;$

b/ P = const.

Từ bước 1 tới bước 6 tương tự như câu a

B7: Xác định B_g, B_r, B_δ, ϕ

Ta có: $\frac{B_{rth}}{B_{rc}} = 2,31\frac{K_{dqc}}{K_{dqth}} = 2,31.0,813 = 1,878$

Chọn $B_{rth} = 1,3T \rightarrow B_{rc} = \frac{1,3}{1,878} = 0,692T;$

$\rightarrow B_{\delta th} = \frac{B_{rth}}{1,37} = 0,949TB_{\delta c} = \frac{B_{rc}}{1,37} = 0,505T$

$\rightarrow B_{gth} = 2,159.B_{\delta th} = 2,05T; B_{gc} = 4,317.B_{\delta c} = 2,18T$

$\rightarrow \phi_c = 100,34.10^{-4}.B_{\delta c} = 54,585.10^{-4} Wb;$

$\phi_{th} = 50,17.10^{-4}.B_{\delta th} = 51,273.10^{-4} Wb$

B8: Tính số vòng dây quấn trong mỗi pha

- Ở tốc độ cao (đấu Δ); $U_{dmpha} = 380V$

$$N_{phac} = \frac{K_{Ec}.U_{dmpha}}{4,44.f.\phi_c.K_{dqc}} = \frac{0,92.380}{4,44.50.54,585.10^{-4}.0,676} = 442,7 vg/pha$$

Số vòng dây mỗi bối: chọn $N_{pha} = 444$ vòng/pha $\rightarrow N_{bc} = \frac{444}{12} = 37$ vg/bối

- Ở tốc độ thấp (đấu Y//Y); $U_{dmpha} = 220V$

$$N_{phath} = \frac{K_{Eth}.U_{dmpha}}{4,44.f.\phi_{th}.K_{dqth}} = \frac{0,88.220}{4,44.50.51,273.10^{-4}.0,831} = 212,32 vg/pha$$

Chọn 216 vòng/pha $\rightarrow N_{bth} = \frac{216}{6} = 36$ vòng/bối

Vậy ta chọn số vòng dây cho mỗi bối cao và thấp là: 36vòng/bối

B9: Tính đường kính dây quấn

Với $K_{ld} = 0,46; S_r = 148 mm^2$

Ta có tiết diện dây quấn kể cả cách điện:

$$S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{u_r.n.N_b} = \frac{0,44.148}{2.36.1} = 0,9 mm^2$$

$\rightarrow d_{cd} = 1,128\sqrt{s_{cd}} = 1,07 mm$

Chọn $d_{cd} = 1,05 mm \rightarrow$ đường kính dây trần d = $d_{cd} - 0,05 = 1 mm$

B10: Tính dòng điện định mức

Chọn J=6,5A/mm^2

$$I_{dmpha} = \frac{\pi.d^2}{4} J = \frac{3,14.1}{4} 6,5 = 5,1A$$

B11: Ước lượng công suất định mức

- Vận hành ở tốc độ cao

$U_{dm} = 380V$

$P_c = 3U_{dm} I_{dm} \eta_c \cos\varphi_c = 3.380.5,1.0,85.0,89 = 4398(W);$

- Vận hành ở chế độ thấp

$U_{đm} = 220V$

$P_{th} = 3U_{đm}I_{đm}\eta_{th}\cos\varphi_{th} = 3.220.10,2.0,7.0,85.0,89 = 3565(W)$

$I_{đm} = 2.5,1 = 10,2(A)$

c/ M, P = var.

Từ bước 1 → bước 6 tính tương tự như câu a

B7: Xác định B_g, B_r, B_δ và ϕ

Ta có $\frac{B_{gth}}{B_{gc}} = 0,5\frac{K_{dqc}}{K_{dqth}} = 0,5.0,813 = 0,406$; chọn

$B_{gc\max} = 1,6T \rightarrow B_{gth} = 0,65T; B_{\delta c} = \frac{B_{gc}}{4,317} = 0,37T$

$B_{\delta th} = \frac{B_{gth}}{2,159} = 0,3T \rightarrow B_{rc} = 1,37.B_{\delta c} = 0,507T$

$B_{rth} = 1,37.B_{\delta th} = 0,411T$

$\rightarrow \phi_c = 37,126.10^{-4}Wb; \phi_{th} = 15,05.10^{-4}Wb$

B8: Tính số vòng dây quấn mỗi pha

- Tốc độ cao (đấu Y//Y); $U_{đmpha} = 220V$

Số vòng dây quấn mỗi pha:

$$N_{phac} = \frac{K_{Ec}.U_{đmpha}}{4,44.f.\phi_c.K_{dqc}} = \frac{0,92.220}{4,44.50.37,126.10^{-4}.0,676} = 376,85vg/pha$$

Chọn $N_{phac} = 378$vòng/pha $\rightarrow N_{bc} = \frac{378}{6} = 63vg/b$

- Tốc độ thấp (đấu Y)

$$N_{phath} = \frac{K_{Eth}.U_{đmpha}}{4,44.f.\phi_{th}.K_{dqth}} = \frac{0,88.220}{4,44.50.15,05.10^{-4}.0,831} = 723,38vg/pha$$

Chọn N_{phath}=732vòng/pha $\rightarrow N_b = \frac{732}{12} = 61vg/b$

Vậy ta chọn số vòng mỗi bối cho cả tốc độ cao và thấp là: 61vòng/bối

B9: Tính đường kính dây

Với $K_{ld} = 0,46; S_r = 148mm^2$

Ta có tiết diện dây quấn kể cả cách điện:

$$S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{u_r.n.N_b} = \frac{0,44.148}{2.61.1} = 0,533mm^2$$

$$\rightarrow d_{cd} = 1,128\sqrt{s_{cd}} = 0,82mm$$

Chọn $d_{cd} = 0,8mm \rightarrow$ đường kính dây trần d = $d_{cd} - 0,05 = 0,75mm$

B10: Tính dòng điện định mức

Chọn J = 6,5A/mm^2

$$I_{đmpha} = \frac{\pi.d^2}{4} J = \frac{3,14.0,75^2}{4} 6,5 = 2,87A$$

B11: Ước lượng công suất định mức cho động cơ

- Vận hành ở tốc độ cao (đấu Y//Y)

$$U_{đm} = 220V; I_{đmpha} = 2,87.2 = 5,74A;$$

$$P_c = 3U_{đm} I_{đm} \eta_c \cos\varphi_c = 3.220.5,74.0,85.0,89 = 2866(W);$$

- Vận hành ở chế độ thấp (đấu Y)

$$U_{đm} = 220V;$$

$$P_{th} = 3U_{đm} I_{đm} \eta_{th} \cos\varphi_{th} = 3.220.2,87.0,7.0,85.0,89 = 1003(W)$$

C. BÀI TẬP

Bài 1: Hãy xây dựng sơ đồ khai triển và sơ đồ đấu nhóm cho các dạng dây quấn thay đổi tốc độ(tỉ số biến tốc 2/1) khi ta bố trí theo các dạng sau:

a/ Đổi tốc độ M = const.

b/ Đổi tốc độ P = const.

c/ Đổi tốc độ M = var, P = var.

Biết rằng stator có số rãnh và số cực như sau:

1.1. Z = 24, 2p = 4/8; Z = 36, 2p = 6/12.

1.2. Z = 48, 2p = 2/4; Z = 48, 2p = 8/16.

1.3. Z = 72, 2p = 6/12; Z = 72, 2p =4/8.

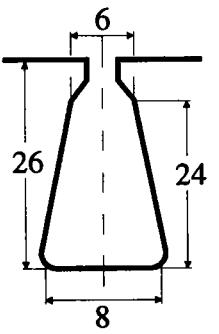
Bài 2: Cho lõi thép stator động cơ KĐB 3 pha có các số liệu như sau:

D_t = 192mm. L = 195mm.

b_g = 30mm. b_r =7mm.

Z = 48 rãnh.

Kích thước như hình vẽ:



Hãy tính toán số liệu cho bộ dây quấn 2 tốc độ với 2p = 4/8. Điện áp nguồn 3 pha cung cấp là 380V. Hãy tính riêng cho mỗi trường hợp.

a/ Đổi tốc độ, M = const.

b/ Đổi tốc độ, P = const.

c/ Đổi tốc độ, M,P = var.

Chương 3

TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

§1. ĐẠI CƯƠNG

Trong động cơ 1 pha người ta thường bố trí 2 dây quấn lệch pha trong không gian 90^0, và tạo ra dòng điện qua hai bộ dây này lệch pha thời gian 90^0 để tạo ra từ trường quay tròn khởi động cho động cơ.

Các phương pháp mở máy:

- Pha phụ mở máy.
- Điện dung mở máy.
- Điện dung làm việc.

§2. XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHAI TRIỂN DÂY QUẤN ĐCKĐB 1 PHA KIỂU THÔNG THƯỜNG

Có các dạng dây quấn sau:

- Đồng khuôn
- Đồng tâm
- Xếp, 2 lớp.

Số vòng dây/bối/pha giống nhau.

➢ **Dây quấn 1 lớp**

Gọi Q_A: số rãnh của pha chính

Q_B: số rãnh của pha phụ

+ $Q_A = Q_B$: điều kiện τ là bội của 2

+ $Q_A = 2Q_B$: điều kiện τ là bội của 3 .

+ $Q_A = 3Q_B$: điều kiện τ là bội của 4

$\tau = \frac{z}{2p}$; $q_A = \frac{Q_A}{2p}$: số rãnh pha chính/bước cực

$q_B = \frac{Q_B}{2p}$: số rãnh pha phụ/bước cực

Các bước tính toán:

- Xác định các tham số: τ, q, α_d.

$$\tau = \frac{z}{2p};\ q = \frac{\tau}{3};\ \alpha_d = \frac{180^0}{\tau}$$

- Chọn phân bố: Q_A, Q_B suy ra q_a, q_b

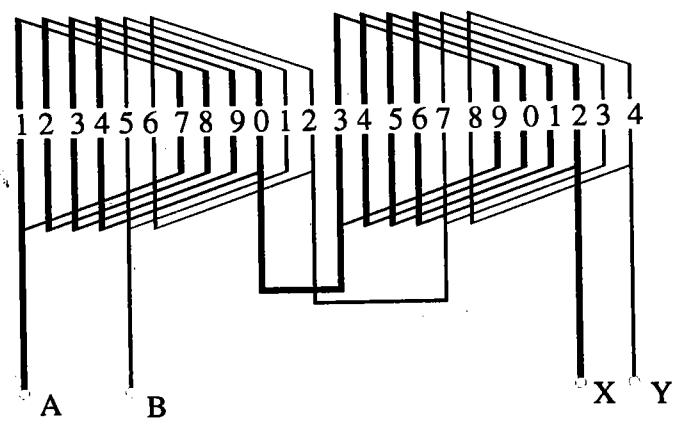
Ví dụ: Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp của ĐCKĐB 1 pha Z = 24, 2p = 4.

Giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$$; $Q_A = 2Q_B$ nên $Q_A = 16$, $Q_B = 8$

$$q_A = \frac{Q_A}{2p} = \frac{16}{4} = 4;\ q_B = \frac{Q_B}{2p} = \frac{8}{4} = 2;\ \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0 \text{ điện.}$$

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3A: Dây quấn kiểu đồng khuôn tập trung 1 lớp Z = 24, 2p = 4, $Q_A = 2Q_B = 16$

➢ **Dây quấn 2 lớp:**

Xác định các tham số: τ, q, α_d.

Chọn phân bố: Q_A, Q_B suy ra q_A, q_B

Dựa vào τ, q_A để phân bố số rãnh/ bước cực và số rãnh/pha/bước cực.

Xác định vị trí cho các cạnh tác dụng nằm ở lớp trên.

Bước bối dây: $\frac{2}{3}\tau < y < \tau - 1$.

Ví dụ: Vẽ sơ đồ triển khai dây quấn(xếp) đồng khuôn tập trung 2 lớp của ĐCKĐB 1 pha Z = 24, 2p = 4.

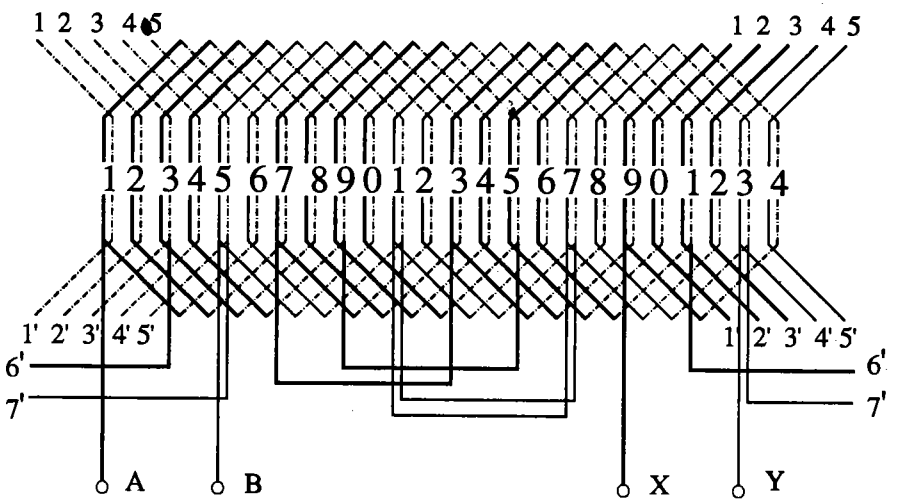
Giải:

$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$; $Q_A = 2Q_B$ nên $Q_A = 16$, $Q_B = 8$

$q_A = \frac{Q_A}{2p} = \frac{16}{4} = 4$; $q_B = \frac{Q_B}{2p} = \frac{8}{4} = 2$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện.

$\frac{2}{3}\tau < y < \tau - 1$; Nên $4 < y < 5$ chọn y = 5

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3B: Sơ đồ khai triển dây quấn xếp 2 lớp
Z = 24, 2p = 4, $Q_A = 2Q_B = 16$

§3. XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHAI TRIỂN DÂY QUẤN STATOR ĐCKĐB 1 PHA KIỂU DÂY QUẤN SIN

Số bối dây lớn nhất chứa trong một nhóm phụ thuộc vào τ chẳn hay lẻ, kiểu nhóm bối mượn rãnh hoặc không mượn rãnh

τ chẳn:

- Không mượn rãnh: τ/2
- Có mượn rãnh: τ/2 nhưng giữa nhóm có một rãnh trống.

τ lẻ:

- Không mượn rãnh: $\frac{\tau-1}{2}$ giữa nhóm có một rãnh trống.
- Có mượn rãnh: $\frac{\tau+1}{2}$.

Chú ý:

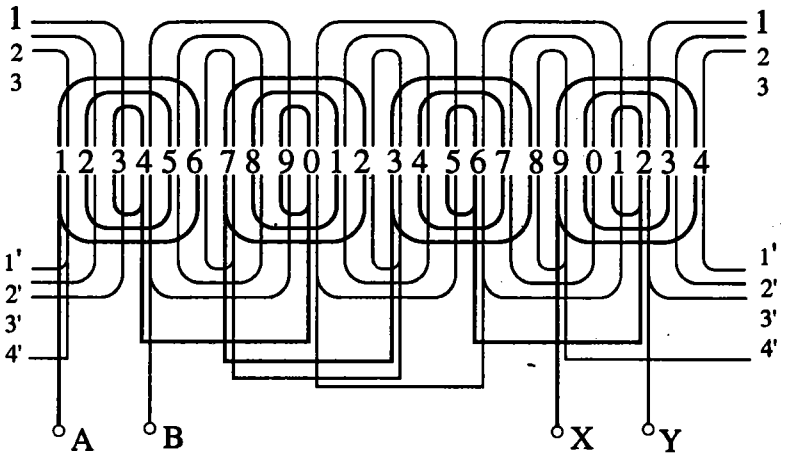
- Chẳn: kiểu pha chính và pha phụ giống nhau
- Lẻ: nếu pha chính mượn rãnh thì pha phụ không mượn rãnh và ngược lại

Ví dụ: Vẽ sơ đồ dây quấn sin cho pha chính, pha phụ của ĐCKĐB 1 pha Z = 24, 2p = 4, biết pha chính có dạng không mượn rãnh.

Giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$$

τ: chẳn nên 2 pha đều có dạng không mượn rãnh. Số bối dây lớn nhất chứa trong 1 nhóm là: $\frac{\tau}{2} = 3 ; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện.

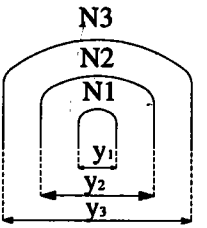


Hình 3C: Dây quấn sin pha chính kiểu đồng tâm không mượn rãnh Z = 36, 2p = 4

§4. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỐ VÒNG DÂY CỦA MỖI PHẦN TỬ TRONG NHÓM BỐI DÂY CỦA DÂY QUẤN SIN

Có ba phương pháp:

I. PHƯƠNG PHÁP SISKIND



B1: Gọi y_1, y_2, y_3: các bước bối dây, $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau}$ điện.

Góc mở của các bối dây: $\theta_1 = y_1.\alpha_d$; $\theta_2 = y_2.\alpha_d$;

$\theta_3 = y_3.\alpha_d$; $\theta_n = y_n.\alpha_d$

Xác định giá trị tính toán trung gian B: $B = \sum_{i=1}^{n} \sin\frac{\theta_i}{2}$

B2: Xác định: $\sum_{I=1}^{n} \frac{N_I}{N} = 1$ suy ra: $\frac{N_i}{N} = \frac{\sin\frac{\theta_i}{2}}{B}$

B3: Tính $K_{dq} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} \sin\frac{\theta_i}{2}$

II. PHƯƠNG PHÁP VIENNOTT

Bảng phân bố dây quấn Sin theo Viennott:

Số rãnh trên 1 bước cực	Sắp xếp dây dẫn trong một bối dưới 1 bước cực												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	1	1	0	1	1								
	1/2	1	0	1	1/2								
	1	0	0	0	1								
6	1	0	0	0	0	1							
	1	1	0	0	1	1							
	1	1	1	1	1	1							
	1/2	1	1/2	0	1/2	1	1/2						
	1	1	1	0	1	1	1						
9	1/2	1	1	1/2	0	0	1/2	1	1	1/2			
	1/2	1	1	0	0	0	0	1	1	1/2			
	1/2	1	1/2	0	0	0	0	1	1	1/2			
	1	1	0	0	0	0	0	1	1				
	1	2/3	0	0	0	0	0	2/3	1				
	1	1	1/2	0	0	0	1/2	1	1				
	1	1	1	0	0	0	1	1	1				
	1	1	2/3	0	0	0	2/3	1	1				
	1	1	5/8	0	0	0	5/8	1	1				
12	1	1/2	1/2	0	0	0	0	0	0	1/2	1/2	1	
	1	1	1/2	1/2	0	0	0	0	1/2	1/2	1	1	
	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	
	1	1	2/3	2/3	2/3	0	0	2/3	2/3	2/3	1	1	
	1/2	1	1	1/2	1/2	0	0	1/3	1/2	1	1	1/2	
	1/2	1	1/2	0	0	0	0	0	0	1/2	1/2	1	1/2
	1/2	1	1	1/2	1/2	0	0	0	1/2	1	1	1	1/2
	1/2	1	1/2	0	0	0	0	0	0	1/2	1/2	1	1/2

B1: Từ các giá trị Z, 2p, chọn một kết cấu cho dây quấn pha chính và phụ từ bảng Viennott, suy ra tỉ lệ phân bố số vòng trong nhóm theo các chỉ số ghi trong bảng

B2: Xác định góc mở cho các bối dây trong nhóm và suy ra hệ số dây quấn

III. PHƯƠNG PHÁP TỔNG QUÁT

Ưu điểm là khử được sóng bậc cao.

Vẽ sơ đồ triển khai cho pha chính và pha phụ

Tính hệ số k_{dqch}, k_{dqph}

Đối với sóng bậc γ ta có:

$k_{dq\gamma}$=[(biên độ stđ tại gốc x_0)+ (độ thay đổi stđ tại x_i). cosυx_i]/N.I

Trong đó: N - tổng số vòng dây/nhóm

I - dòng điện đi qua bối dây

υ - bậc của sóng bậc cao

Phải dựa vào đồ thị sức từ động, ta vẽ sơ bộ đồ thị sức từ động của dây quấn mỗi pha.

Yêu cầu khử sóng bậc cao $k_{dq\gamma} = 0$

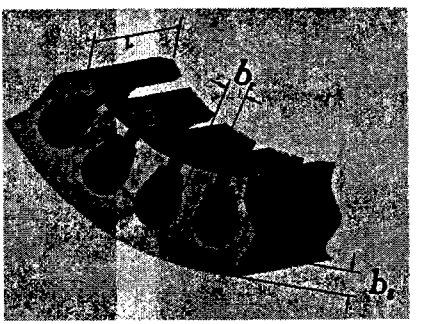
Phương trình ràng buộc: $\sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} = 1$.

Giải hệ phương trình ta tìm được: $\frac{N_i}{N}$.

§5. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐCKĐB 1 PHA MẤT SỐ LIỆU

I. ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA MỞ MÁY BẰNG PHA PHỤ

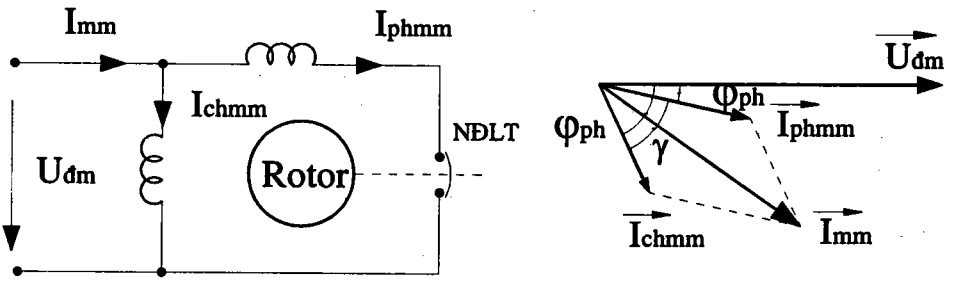
B1: Xác định kích thước lõi thép, điện áp định mức, cấp cách điện của vật liệu sử dụng.



Kích thước lõi thép gồm có:

- Đường kính trong của lõi thép stator: D_t

- Chiều dài lõi thép stator: L
- Bề dầy gông lõi thép stator: b_g
- Bề dầy răng stator: b_r
- Tổng số rãnh stator: Z



Hình 3D: Sơ đồ nguyên lí và đồ thị vectơ dòng điện, điện áp ĐCKĐB 1 pha mở máy bằng pha phụ

B2: Ước lượng số cực:

$$2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g}$$

Tốc độ quay của rotor: $n = n_1(1-s)$ với $n_1 = 60.f/p$

B3: Lập biểu thức quan hệ từ thông giữa một cực từ Φ và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ: $\Phi = \alpha_\delta(\tau.L).B_\delta$ với $\alpha_đ = 0,637\ (2/\pi)$

B4: Xác định quan hệ B_g và B_δ: $B_g = \dfrac{D_t.B_\delta}{2p.b_g}$

B5: Xác định quan hệ B_r và B_δ: $B_r = \left(\dfrac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta$

B6: Lập bảng quan hệ giữa B_δ, B_g, B_r tuỳ ý chọn giá trị của B_δ ta có giá trị của B_g, B_r tương ứng. Căn cứ theo giới hạn tối đa cho phép của B_g, B_r để tìm giá trị của B_δ sao cho các giá trị B_g, B_r không vượt các giá trị tối đa.

Theo tiêu chuẩn Viennott đối với mật độ từ qua răng B_r

- Động cơ vận hành ít tiếng ồn $B_r \leq 1,3T$.
- Động cơ vận hành bình thường $B_r = 1,47T$.

Khi yêu cầu mở máy mạnh, hay khi động cơ có công suất bé, số cực 2p lớn ta có thể chọn $1,47T \le B_r \le 1,8T$.

Theo tiêu chuẩn Viennott đối với mật độ từ qua gông B_g

- Động cơ vận hành ít tiếng ồn $B_g \le 1T$.

- Động cơ vận hành bình thường $B_g = 1,25T$.

Khi yêu cầu mở máy mạnh $1,2T \le B_g \le 1,4T$.

B7: Chọn kiểu dây quấn cho pha chính và pha phụ

Trường hợp dây quấn 1 lớp:

$$k_{dqch} = k_r.k_n = \left(\frac{\sin\left(q_A.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q_A \sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)} \right); k_{dqPh} = k_r.k_n = \left(\frac{\sin\left(q_B.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q_B \sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)} \right)$$

Trường hợp dây quấn 2 lớp:

$$k_{dqch} = k_r.k_n = \left(\frac{\sin\left(q_A.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q_A \sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)} \right)\left(\sin\left(\frac{y}{\tau}.90^0\right) \right)$$

$$k_{dqph} = k_r.k_n = \left(\frac{\sin\left(q_B.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q_B \sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)} \right)\left(\sin\left(\frac{y}{\tau}.90^0\right) \right)$$

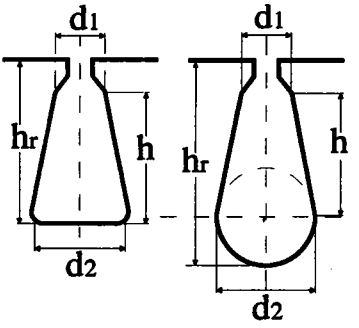
B8: Xác định tổng số vòng dây cho dây quấn pha:

$N_{ch} = \dfrac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dqch}}$ với K_E tỉ số giữa điện áp nhập vào mỗi pha dây quấn so với sức điện động cảm ứng trên bộ dây của mỗi pha. K_E phụ thuộc vào cấp công suất của động cơ và thường được cho theo quan hệ của diện tích mặt cực từ

$\tau.L(cm^2)$	15÷ 50	50÷ 100	100÷ 150	150÷ 400	>400
K_E	0,75÷ 0,86	0,86÷ 0,9	0,9÷ 0,93	0,93÷ 0,95	0,96÷ 0,97

B9: Xác định tiết diện rãnh stator, chọn hệ số lấp đầy, đường kính dây quấn không lớp tráng men.

- Với rãnh hình thang: $S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)h$



- Với rãnh quả lê:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)\left(h - \frac{d_2}{2}\right) + \left(\frac{\pi d^2}{8}\right)(mm^2)$$

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r}$

Trong đó: n là số sợi chập

u_r số cạnh tác dụng chứa trong một rãnh

$S_{cđ}$ tiết diện một sợi dây kể cả cách điện (mm^2)

Một số tiêu chuẩn hệ số lấp đầy:

Hình dạng rãnh	Loại dây quấn	$K_{lđ}$
Hình thang hay chữ nhật	2 lớp	0,33÷ 0,4
	1 lớp	0,36÷ 0,43
Hình quả lê	2 lớp	0,36÷ 0,43
	1 lớp	0,33÷ 0,48

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b}$ (mm^2)

Đường kính dây $d_{cd} = 1{,}128\sqrt{S_{cd}}$ mm

Chọn mật độ dòng điện J và dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn

J = 5,5÷ 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A)

J = 6,5÷ 7,5 A/mm^2 (cách điện cấp B)

$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a$ (A) 2a là số mạch nhánh song song.

B10: Xác định công suất định mức cho động cơ.

$P_{đm} = U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi$

B11: Xác định dây quấn pha phụ

$d_{ph} = d_{ch}.\left[(0,9)^{2+5a}\right]$ với giá trị a là tỷ số vòng dây giữa pha chính và pha phụ được chọn ứng với công suất động cơ theo bảng sau:

$P_{đm}$	1/20 HP ÷ 1/12HP	1/12 HP ÷ 1/8 HP	1/8 HP ÷ 1/2 HP
a	0,3÷ 0,6	0,6÷ 0,7	0,7÷ 1,0

Sau khi chọn a và d_{ph} ta có số vòng pha phụ:

$$N_{ph} = a.N_{ch}.\frac{k_{dqch}}{k_{dôph}}$$

B12: Kiểm tra lại hệ số lấp đầy rãnh, chú ý tại các rãnh chung pha chính và pha phụ.

B13: Xác định chu vi khuôn và khối lượng dây quấn

Xác định hệ số K_{Lch} chiều dài phần đầu nối bối dây, tính giữa hai rãnh liên tiếp.

$$K_{Lch} = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z}$$

Đơn vị của $D_t = h_r = K_L$ (mm)

Với γ hệ số dãn dài đầu nối, phụ thuộc số cực 2p.

Số cực 2p	2	4	6	8 và lớn hơn 8
γ	1,27÷ 1,3	1,33÷ 1,35	1,5	1,7

Chu vi khuôn được tính theo hệ thức: $CV_{ch} = 2(K_{Lch}.y + L')$

Với y là bước bối dây; L'= L + (5+10mm) - chiều dài cạnh tác dụng lồng vào rãnh.

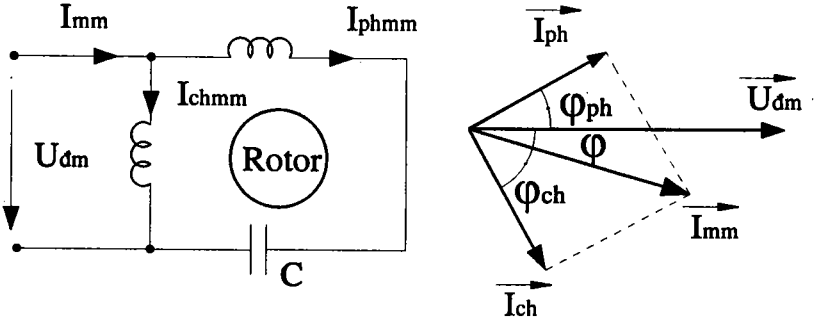
Tổng chiều dài cho mỗi pha dây quấn: $L_{ch} = \sum_{i=1}^{n} N_i.CV_i$

Khối lượng dây quấn: $W_{dq} = 1.1.(8.9kg/dm^3)3.L_{pha}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$

Trong đó $[W_{dây}]$= [kg]; $[L_{pha}]$= [dm]; [d]= [mm].

Dây quấn pha phụ tính tương tự.

II. ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA MỞ MÁY BẰNG TỤ ĐIỆN



Hình 3E: Sơ đồ nguyên lí và đồ thị vectơ dòng điện, điện áp ĐCKĐB 1 pha mở máy bằng tụ điện

Từ bước 1 đến bước 9 trình tự tính toán tương tự như tính toán dây quấn stator động cơ KĐB 1 pha mở máy bằng pha phụ.

B10: Xác định chu vi khuôn pha chính, tổng chiều dài dây quấn pha chính, khối lượng dây quấn pha chính.

Điện trở dây quấn pha chính: $r_{ch} = 0{,}0192.4.\frac{L_{ch}}{\pi d_{ch}^2}(\Omega)$

Trong đó: 0,0192 ($\Omega mm^2/m$) - điện trở suất của đồng;

$[L_{ch}] = [m]$; $[d_{ch}] = [mm]$.

B11: Tính gần đúng dung lượng của tụ khởi động:

$$C = \frac{3180\, t^2}{(1+a^2) r_{ch}.C_w} = \frac{K_1 t^2}{1+a^2} \quad (6.32)$$

Trong đó:

- $[C] = [\mu F]$; $[r_{ch}] = [\Omega]$

- $C_w = a.t.\frac{k_{dqch.}\left(k_{l.ph}.y_{tbph} + L'\right)}{k_{dqph.}\left(k_{Lch}.y_{tbch} + L'\right)} = K_2.a.t$ (6.34) - tỉ số khối lượng của pha phụ so với pha chính

Suy ra $t = \frac{K_3}{a}$; $t = \frac{s_{ph}}{s_{ch}}$; tỉ số tiết diện pha phụ và pha chính

$a = \frac{N_{ph}.k_{dqph}}{N_{ch}.k_{dqch}} = \frac{U_{ph}}{U_{ch}}$; tỉ số vòng dây giữa pha phụ và pha chính

Rút gọn (6.32)và (6.34) ta có phương trình: $a^4 + a^2 - K = 0$ nếu giá trị điện dung chọn trước ta tính được a, t suy ra số vòng, đường kính dây quấn pha phụ.

B12: Kiểm tra hệ số lấp đầy cho các rãnh khi đã bố trí dây pha phụ chung với dây pha chính.

B13: Tính bội số dòng điện mở máy m_I từ công thức:

$$C = \frac{3180.P_{dm}.m_I}{U_{dm}^2(1+a^2)\eta.\cos\varphi}$$

Nếu $m_I = 4 \div 6$ xem như đạt yêu cầu.

Kiểm tra J_{phmm}: $J_{phmm} = \frac{m_I.J_{ch}}{t.\sqrt{1+a^2}}$

Nếu $J_{phmm} = 50A/mm^2 \div 60A/mm^2$ là phù hợp.

B14: Xác định chu vi dây quấn pha phụ

Tính khối lượng bộ dây quấn chính và dây quấn phụ

Trong trường hợp động cơ vận hành hai cấp điện áp 110V/220V

Tính toán tương tự như tính toán dây quấn stator động cơ KĐB 1 pha mở máy bằng pha phụ:

- Đầu tiên tính số liệu pha phụ ở 220V
- Kế đến qui đổi số liệu pha phụ về 110V

Trong đó: $N_{ph110V} = \frac{N_{ph220V}}{2}$ Và: $d_{ph110V} = \sqrt{2}.d_{ph220V}$

Dung lượng tụ khởi động: $C_{110V} = 4.C_{220V}$

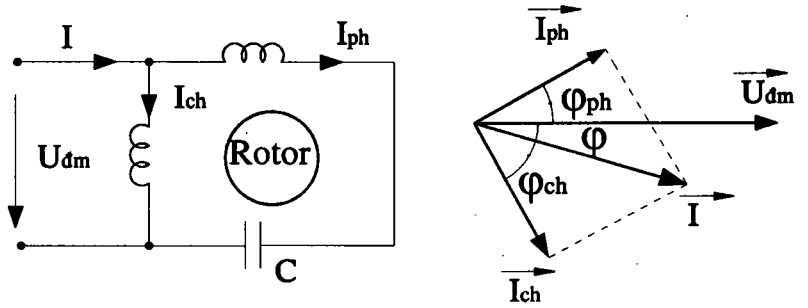
Trường hợp quấn lại động cơ 3 pha có dây quấn q phân số về làm việc ở dạng động cơ 1 pha.

- **Phương án 1**: Chế độ tính toán theo chế độ 3 pha thông thường, sau đó đấu lại để vận hành ở lưới 1 pha
- **Phương án 2**: Tính toán lại số liệu ở dạng động cơ một pha lúc đó sơ đồ triển khai dây quấn stator được xây dựng theo trình tự sau:

B1: Vẽ sơ đồ ở dạng 3 pha(dùng phương pháp Py ðo hay Clément)

B2: Áp dụng phương pháp Steimentz qui đổi 2 trong 3 pha thành pha chính, pha còn lại là pha phụ.

III. ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA CÓ ĐIỆN DUNG LÀM VIỆC



Hình 3F: Sơ đồ nguyên lí và đồ thị vectơ dòng điện, điện áp ĐCKĐB 1 pha có điện dung làm việc

Trình tự tính toán dây quấn stator động cơ 1 pha có điện dung làm việc về cơ bản giống như trình tự tính toán dây quấn stator động cơ 1 pha có tụ điện khởi động từ bước 1 đến bước 14. Tuy nhiên, có một vài điểm khác như sau:

- Trong bước 6 lập bảng số quan hệ B_δ, B_g, B_r. Căn cứ vào các giới hạn B_{gmax} = 1,11÷ 1,25 T; B_{rmax} = 1,2 ÷ 1,4 T để chọn giá trị tối đa cho B_δ.
- Trong bước 7, khi chọn kết cấu cho dây quấn pha chính và pha phụ nên cố gắng đưa về một trong hai trường hợp sau:
  + *Trường hợp 1:* Chọn $Q_A = Q_B$ khi dây quấn ở dạng 1 hay 2 lớp thông thường chọn $Q_A = 2Q_B$ nếu bắt buộc không thể thay đổi kết cấu.
  + *Trường hợp 2:* Chọn dây quấn SIN số lượng bối dây trong nhóm pha chính và pha phụ bằng nhau.
- Trong bước 9, căn cứ theo tiết diện rãnh và hệ số lấp đầy để tính đường kính dây pha chính, chọn J suy ra dòng điện định mức qua pha chính, nhưng dòng điện này chưa phải là dòng định mức qua dây chung vào động cơ.
- Tại bước 10 muốn xác định điện trở pha chính r_{ch} ta phải xác định chu vi khuôn, tính bề dài dây quấn pha chính và suy ra r_{ch}
- Trong bước 14 cần kiểm tra lại các tham số sau:
  + Mật độ dòng điện qua phụ khi tải định mức
  + Điện áp giữa 2 đầu tụ làm việc khi động cơ ở tại định mức.

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

§2. XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHAI TRIỂN DÂY QUẤN ĐCKĐB 1 PHA KIỂU THÔNG THƯỜNG

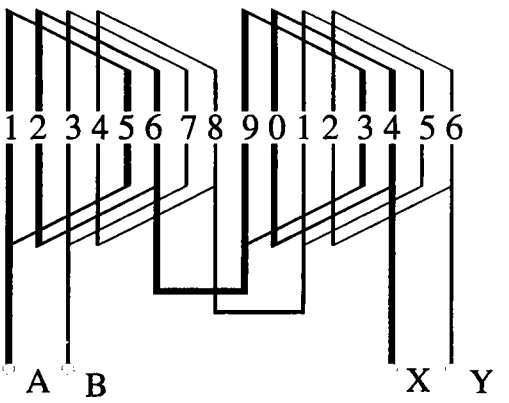
I. DÂY QUẤN 1 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp cho stator động cơ 1 pha có Z = 16, 2p = 4.

Bài giải: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{16}{4} = 4 ; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{4} = 45^0$ điện.

Trường hợp 1: $Q_A = Q_B = 8$; $q_A = q_B = 2$

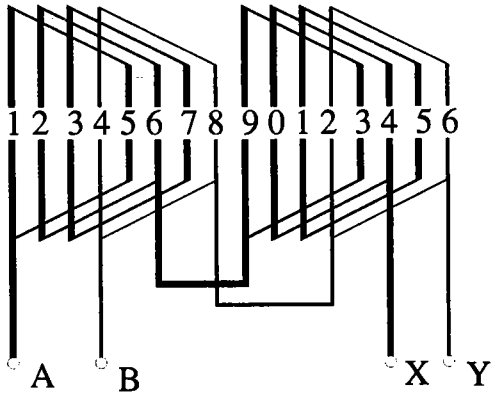
Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.1: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng khuôn thông thường; Z = 16, 2p = 4, $Q_A = Q_B = 8$

Trường hợp 2: $Q_A = 3Q_B = 12$; $q_A = 3$; $q_B = 1$

Sơ đồ dây quấn:



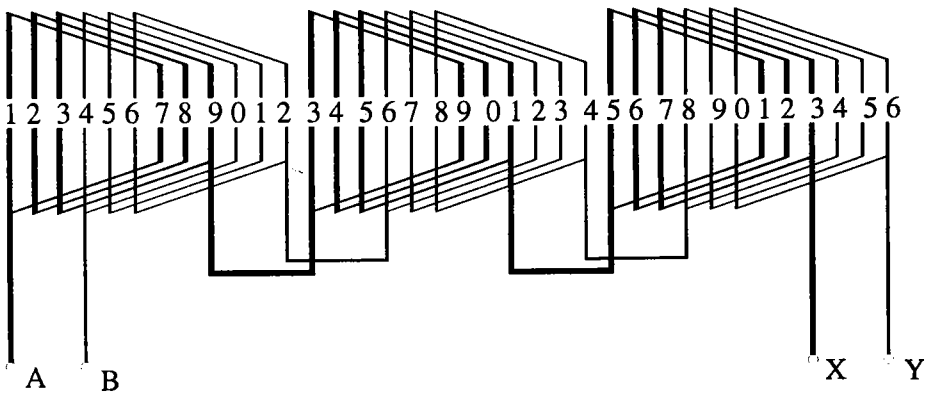
Hình 3.2: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng khuôn thông thường; Z = 16, 2p = 4, $Q_A = 3Q_B = 12$

Bài 2: Xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp cho stator động cơ 1 pha có Z = 36, 2p = 6.

Bài giải: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{6} = 6; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện.

Trường hợp 1: $Q_A = Q_B = 18$; $q_A = q_B = 3$

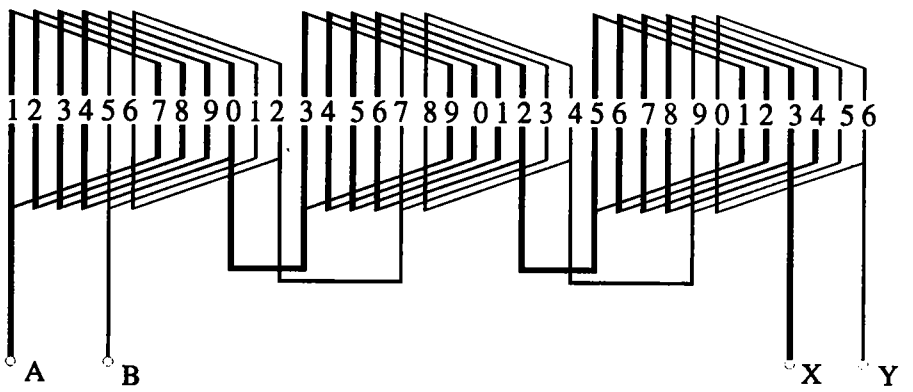
Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.3: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng khuôn thông thường; Z = 36, 2p = 6, $Q_A = Q_B = 18$

Trường hợp 2: $Q_A = 2Q_B = 24$; $q_A = 4$; $q_B = 2$

Sơ đồ dây quấn:



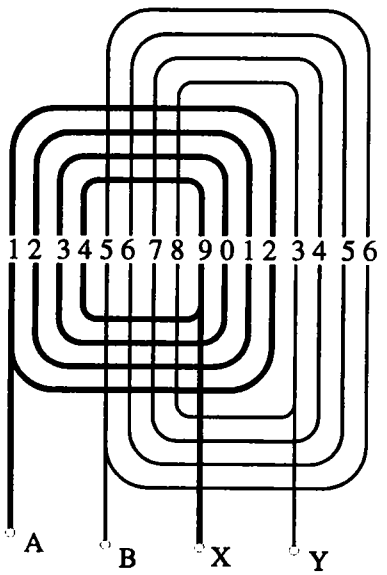
Hình 3.4: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng khuôn thông thường; Z = 36, 2p = 6, $Q_A = 2Q_B = 24$

Bài 3: Xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp cho stator động cơ 1 pha có Z = 16, 2p = 2.

Bài giải: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{16}{2} = 8 ; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{8} = 22^0 30'$ điện.

Chọn: $Q_A = Q_B = 8$; $q_A = q_B = 4$.

Sơ đồ dây quấn:



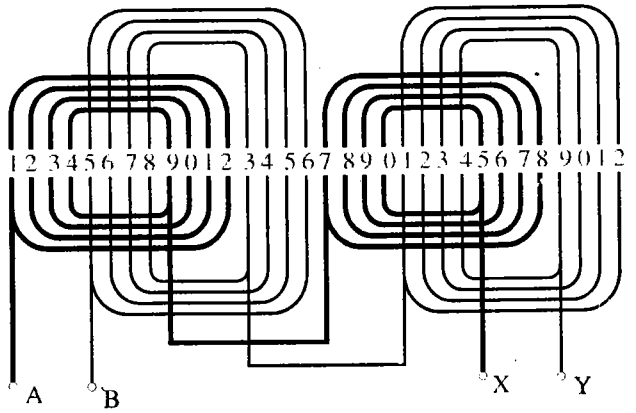
Hình 3.5: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng tâm thông thường; Z = 16, 2p = 2, $Q_A = Q_B = 8$

Bài 4: Xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn 1 lớp cho stator động cơ 1 pha có Z = 32, 2p = 4.

Bài giải: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{32}{4} = 8 ; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{8} = 22^0 30'$ điện.

Trường hợp 1: $Q_A = Q_B = 16$; $q_A = q_B = 4$.

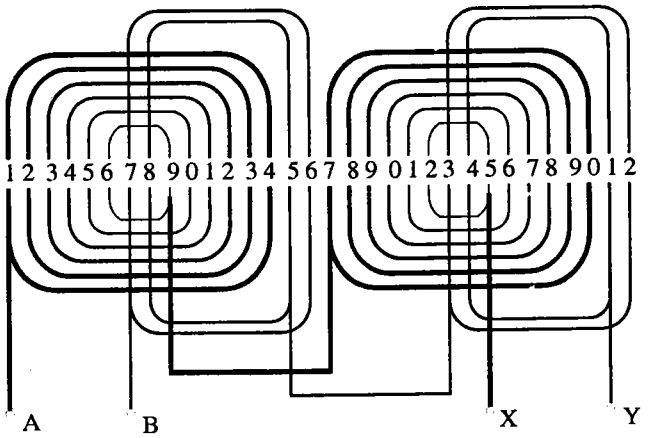
Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.6: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng tâm thông thường; Z = 32, 2p = 4, $Q_A = Q_B = 16$

Trường hợp 2: $Q_A = 3Q_B = 24$; $q_A = 6$. $q_B = 2$

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.7: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng khuôn thông thường; Z = 16, 2p = 4, $Q_A = Q_B = 8$

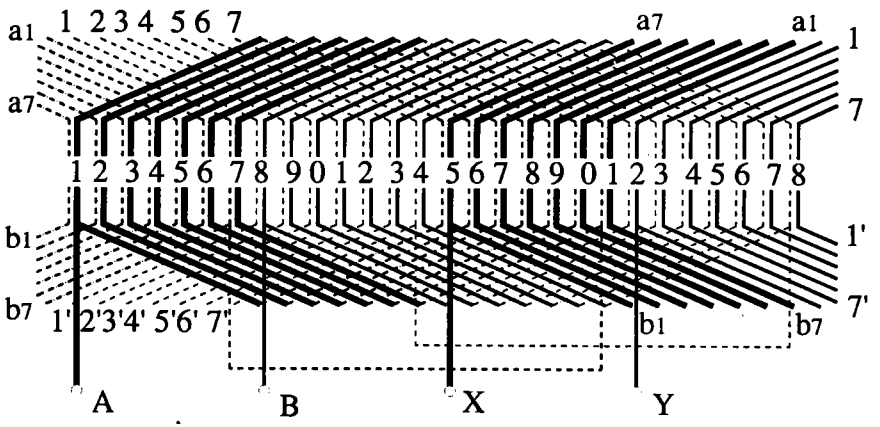
II. DÂY QUẤN XẾP 2 LỚP

Bài 1: Xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn xếp cho stator động cơ 1 pha có Z = 28, 2p = 2.

Bài giải: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{28}{2} = 14; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{14} = 12{,}85^0$ điện.

Chọn: $Q_A = Q_B = 14$; $q_A = q_B = 7$

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.8: Dây quấn xếp 2 lớp ĐCKĐB 1 pha; Z = 28, 2p = 2, $Q_A = Q_B = 14$

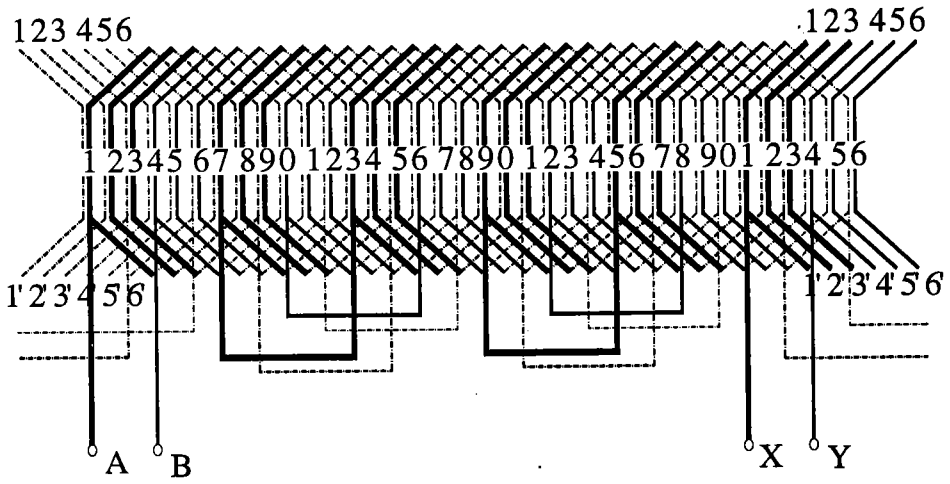
Bài 2: Xây dựng sơ đồ khai triển dây quấn xếp cho stator động cơ 1 pha có Z =36, 2p = 6.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{6} = 6; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$$

Trường hợp 1: $Q_A = Q_B = 18$; $q_A = q_B = 3$.

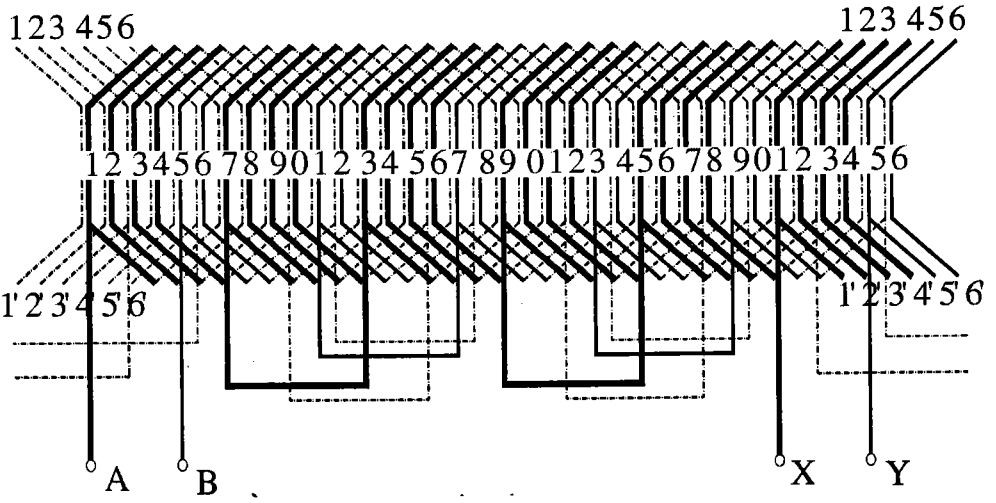
Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.9: Dây quấn xếp 2 lớp ĐCKĐB 1 pha;
Z = 136, 2p = 6, $Q_A = Q_B = 18$

Trường hợp 2: $Q_A = 2Q_B = 24$; $q_A = 6$. $q_B = 2$

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.10: Dây quấn xếp 2 lớp ĐCKĐB 1 pha;
Z = 36, 2p = 6, $Q_A = 2Q_B = 24$

§3. XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHAI TRIỂN DÂY QUẤN ĐCKĐB 1 PHA KIỂU DÂY QUẤN SIN

Bài 1: Xây dựng sơ đồ dây quấn Sin cho stator động cơ có Z = 20, 2p = 4.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{20}{4} = 5; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{5} = 36^0 \text{ điện.}$$

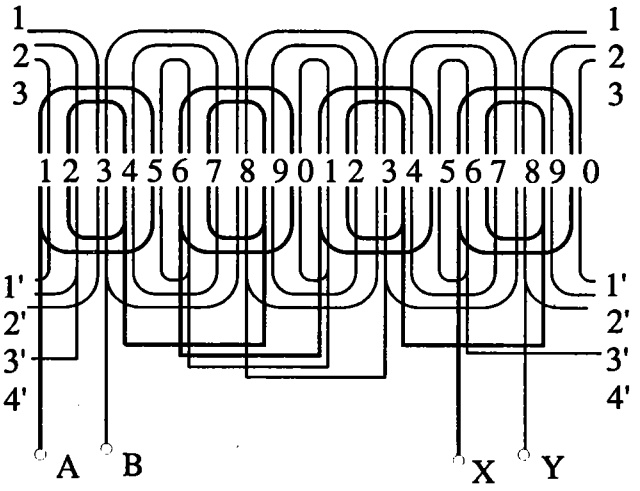
Khi nhóm bối dây không mượn rãnh:

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm}) = \frac{\tau - 1}{2} = \frac{5-1}{2} = 2.$$

Pha chính không mượn rãnh thì pha phụ mượn rãnh.

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm pha phụ}) = \frac{\tau + 1}{2} = \frac{5+1}{2} = 3$$

Sơ đồ dây quấn SIN dạng không mượn rãnh:



Hình 3.11: Dây quấn sin kiểu không mượn rãnh; Z = 20, 2p = 4

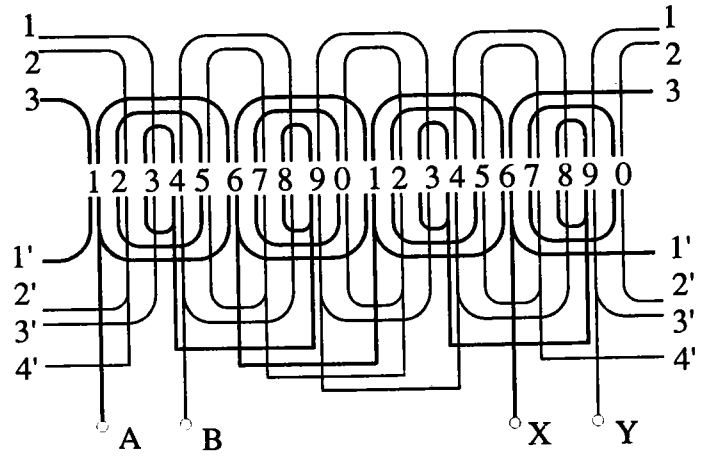
Khi nhóm bối dây mượn rãnh:

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm}) = \frac{\tau + 1}{2} = \frac{5+1}{2} = 3.$$

Pha chính không mượn rãnh thì pha phụ không mượn rãnh.

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm pha phụ}) = \frac{\tau - 1}{2} = \frac{5-1}{2} = 2.$$

Sơ đồ dây quấn SIN dạng mượn rãnh:



Hình 3.12: Dây quấn sin kiểu mượn rãnh với số bối tối đa trong nhóm; Z = 20, 2p = 4

Bài 2: Xây dựng sơ đồ dây quấn Sin cho stator động cơ có Z = 32, 2p = 4.

Bài giải: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{32}{4} = 8$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{8} = 22^0 30'$ điện.

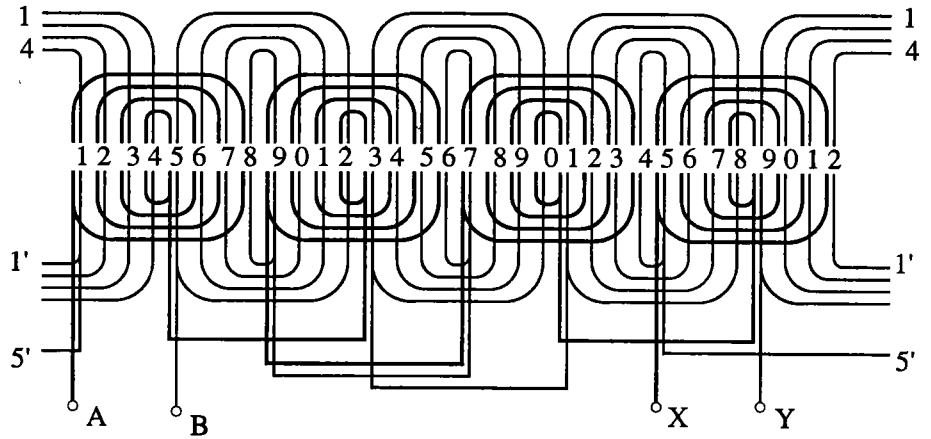
Khi nhóm bối dây không mượn rãnh:

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm}) = \frac{\tau}{2} = \frac{8}{2} = 4$$

Pha chính không mượn rãnh thì pha phụ không mượn rãnh.

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm pha phụ}) = \frac{\tau}{2} = \frac{8}{2} = 4$$

Sơ đồ dây quấn SIN dạng không mượn rãnh:



Hình 3.13: Dây quấn sin kiểu không mượn rãnh;
Z = 32, 2p = 4

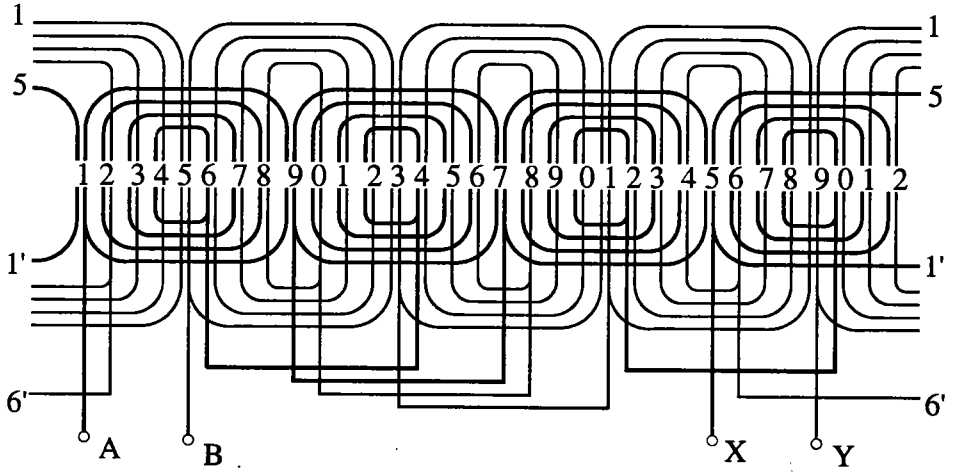
Khi nhóm bối dây mượn rãnh:

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm}) = \frac{\tau}{2} = \frac{8}{2} = 4.$$

Pha chính không mượn rãnh thì pha phụ mượn rãnh.

$$(\text{Số bối tối đa/1 nhóm pha phụ}) = \frac{\tau}{2} = \frac{8}{2} = 4.$$

Sơ đồ dây quấn SIN dạng mượn rãnh:

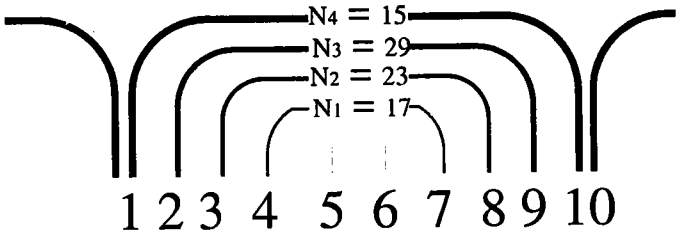


Hình 3.14: Dây quấn sin kiểu mượn rãnh;
Z = 32, 2p = 4

§4. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỐ VÒNG DÂY

I. PHƯƠNG PHÁP SISKIN

Bài 1: Trong động cơ 1 pha có số liệu dây quấn pha chính có số liệu như sau: Z = 36, 2p = 4. Tính hệ số dây quấn pha chính.



Hình 3.15: Dây quấn sin pha chính; Z = 36, 2p = 4

Bài giải: Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực).

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện.}$$

Ta có:

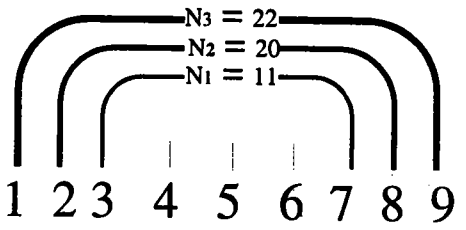
$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 3.20^0 = 60^0$; $\theta_2 = y_2.\alpha_d = 5.20^0 = 100^0$;

$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 7.20^0 = 140^0$; $\theta_4 = y_4.\alpha_d = 9.20^0 = 180^0$

$$B = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2} = Sin30^0 + Sin50^0 + Sin70^0 + Sin90^0 = 3{,}205$$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2} = \frac{17}{84} Sin30^0 + \frac{23}{84} Sin50^0 + \frac{29}{84} Sin70^0 + \frac{15}{84} Sin90^0 = 0{,}81$$

Bài 2: Trong động cơ 1 pha có số liệu dây quấn pha chính có số liệu như bài tập 1 động có pha phụ bố trí theo dạng sau.



Hình 3.16: Dây quấn pha phụ;
Z = 36, 2p = 4

Biết Z = 36, 2p = 4. Tính hệ số dây quấn pha phụ.

Bài giải

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện}$$

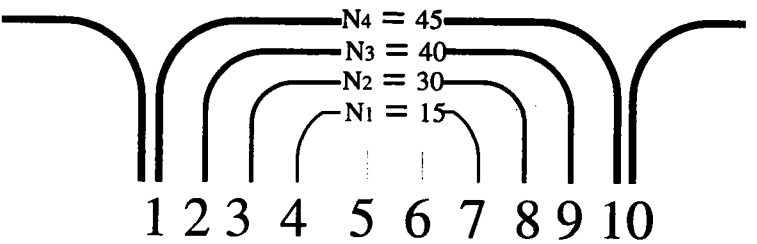
Ta có: $\theta_1 = y_1.\alpha_d = 4.20^0 = 80^0$

$$\theta_2 = y_2.\alpha_d = 6.20^0 = 120^0; \theta_3 = y_3.\alpha_d = 8.20^0 = 160^0$$

$$B = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} = Sin40^0 + Sin60^0 + Sin80^0 = 2,493$$

$$K_{dqph} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2} = \frac{11}{53} Sin30^0 + \frac{20}{53} Sin50^0 + \frac{22}{53} Sin70^0 = 0,87$$

Bài 3: Xác định hệ số dây quấn k_{dq} cho pha chính của ĐCKĐB 1 pha với số liệu của nhóm bối dây được ghi nhận dưới đây biết Z = 36; 2p = 4.



Hình 3.17: Dây quấn sin pha chính;
Z = 36, 2p = 4

Bài giải:

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực).

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

Ta có:

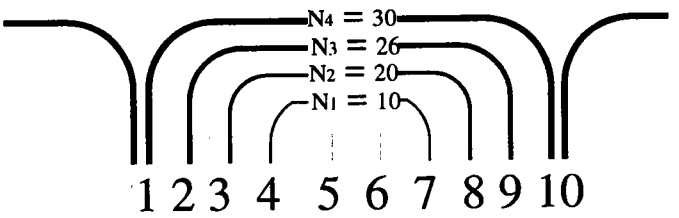
$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 3.20^0 = 60^0$; $\theta_2 = y_2.\alpha_d = 5.20^0 = 100^0$;

$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 7.20^0 = 140^0$; $\theta_4 = y_4.\alpha_d = 9.20^0 = 180^0$;

$$B = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2}$$
$$= Sin30^0 + Sin50^0 + Sin70^0 + Sin90^0 = 3,205$$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2} = \frac{15}{130} Sin30^0 + \frac{30}{130} Sin50^0$$
$$+ \frac{40}{130} Sin70^0 + \frac{45}{130} Sin90^0 = 0,867$$

Bài 4: Xác định hệ số dây quấn k_{dq} cho pha chính của ĐCKĐB 1 pha với số liệu của nhóm bối dây được ghi nhận dưới đây biết Z = 36, 2p = 4.



Hình 3.18: Dây quấn sin pha chính; Z = 36, 2p = 4

Bài giải:

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện.

Ta có:

$$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 3.20^0 = 60^0;\ \theta_2 = y_2.\alpha_d = 5.20^0 = 100^0;$$

$$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 7.20^0 = 140^0;\theta_4 = y_4.\alpha_d = 9.20^0 = 180^0;$$

$$B = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2}$$

$$= Sin30^0 + Sin50^0 + Sin70^0 + Sin90^0 = 3,205$$

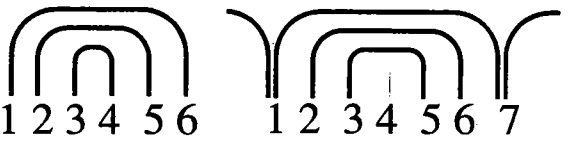
$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n}\frac{N_i}{N}Sin\frac{\theta_i}{2} = \frac{10}{86}Sin30^0 + \frac{20}{86}Sin50^0$$

$$+\frac{26}{86}Sin70^0 + \frac{30}{86}Sin90^0 = 0,867$$

Bài 5: Cho động cơ KĐB 1 pha có Z = 24, 2p = 4, pha chính có dạng dây quấn sin không mượn rãnh, có số vòng mỗi bối từ bối trong cùng đến bối ngoài cùng là: $N_1 = 10$, $N_2 = 15$, $N_3 = 25$. Tính số vòng mỗi bối dây mới khi đổi dây quấn pha chính sang dạng dây quấn sin có mượn rãnh.

Bài giải:

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{6} = 30^0$ điện



Dây quấn trước khi thay đổi

Dây quấn sau khi thay đổi

Hình 3.19: Dây quấn sin pha chính; Z = 24, 2p = 4

Trước khi thay đổi:

$$\theta_{11} = y_{11}.\alpha_d = 1.30^0 = 30^0$$

$$\theta_{12} = y_{12}.\alpha_d = 3.30^0 = 90^0$$

$$\theta_{13} = y_{13}.\alpha_d = 5.30^0 = 150^0$$

$$B_1 = Sin15^0 + Sin45^0 + Sin75^0 = 1,93$$

$$K_{dq1} = \sum_{1i=1}^{n} \frac{N_{1i}}{N_1} Sin\frac{\theta_{1i}}{2} = \frac{10}{50} Sin15^0 + \frac{15}{50} Sin45^0 + \frac{25}{50} Sin75^0 = 0,777$$

Sau khi thay đổi:

$\theta_{21} = y_{21}.\alpha_d = 2.30^0 = 60^0$;

$\theta_{22} = y_{22}.\alpha_d = 4.30^0 = 120^0$; $\theta_{23} = y_{23}.\alpha_d = 6.30^0 = 180^0$

$B_2 = Sin30^0 + Sin60^0 + Sin90^0 = 2,366$

$$\frac{N_{21}}{N_2} = \frac{Sin\frac{\theta_{21}}{2}}{B_2} = \frac{Sin30^0}{2,366} = 0,211; \quad \frac{N_{22}}{N_2} = \frac{Sin\frac{\theta_{22}}{2}}{B_2} = \frac{Sin60^0}{2,366} = 0,366;$$

$$\frac{N_{23}}{N_2} = \frac{Sin\frac{\theta_{23}}{2}}{B_2} = \frac{Sin90^0}{2,366} = 0,423;$$

$$K_{dq2} = \sum_{2i=1}^{n} \frac{N_{2i}}{N_2} Sin\frac{\theta_{2i}}{2}$$

$$= 0,211Sin30^0 + 0,366Sin60^0 + 0,423Sin90^0 = 0,8455$$

Tỉ số: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{k_{dq2}}{k_{dq1}} = \frac{0,8455}{0,777} = 1,088$. Nên $N_2 = 46$ (vòng)

Số vòng mỗi bối sau khi thay đổi:

$N_{21} = 0,211.46 = 10$(vòng); $N_{22} = 0,366.46 = 17$(vòng);

$N_{23} = 0,423.46 = 19$(vòng)

Bài 6: Cho lõi thép stator động cơ không đồng bộ một pha mở máy bằng điện dung, có kích thước lõi thép: $D_t = 122$ mm; $L = 73$ mm; $b_g = 16$ mm; $b_r = 5$ mm;

$Z = 36$. Điện áp 110/220V, $f = 50$Hz.

1.Vẽ sơ đồ dây quấn sin cho pha chính dạng không mượn rãnh.

2. Tính N_i/N và k_{dq} theo phương pháp Siskind.

Bài giải:

Số cực 2p thích ứng với lõi thép động cơ.

Gọi $2p_{min}$ là số cực nhỏ nhất ta có:

$$2p_{\min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_i}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{122}{16} = 3,05 \div 3,81$$

Chọn 2p = 4. Ta có:

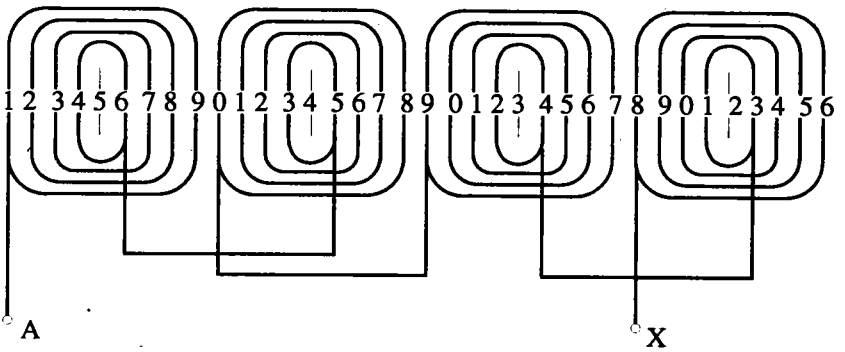
$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9 \text{ (rãnh/1 cực)}$$

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện}$$

Dây quấn không mượn rãnh:

$$\text{(Số bối tối đa/1 nhóm)} = \frac{\tau - 1}{2} = \frac{9-1}{2} = 4 \text{ (ở giữa nhóm có 1 rãnh trống)}$$

Sơ đồ dây quấn sin cho pha chính dạng không mượn rãnh:



Hình 3.20: Dây quấn sin pha chính kiểu không mượn rãnh; Z = 36, 2p = 4

Đối với dây quấn pha chính:

Ta có:

$$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 2.20^0 = 40^0;\ \theta_2 = y_2.\alpha_d = 4.20^0 = 80^0;$$

$$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 6.20^0 = 120^0;\ \theta_4 = y_4.\alpha_d = 8.20^0 = 160^0;$$

$$B_{ch} = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2}$$

$$= Sin20^0 + Sin40^0 + Sin60^0 + Sin80^0 = 2,834$$

$$\frac{N_1}{N}=\frac{Sin\frac{\theta_1}{2}}{B_{ch}}=\frac{Sin20^0}{2,834}=0,12;\frac{N_2}{N}=\frac{Sin\frac{\theta_2}{2}}{B_{ch}}=\frac{Sin40^0}{2,834}=0,226$$

$$\frac{N_3}{N}=\frac{Sin\frac{\theta_3}{2}}{B_{ch}}=\frac{Sin60^0}{2,834}=0,305;\frac{N_4}{N}=\frac{Sin\frac{\theta_4}{2}}{B_{ch}}=\frac{Sin80^0}{2,834}=0,347$$

Hiệu chỉnh sao cho: $\frac{N_1}{N}+\frac{N_2}{N}+\frac{N_3}{N}+\frac{N_4}{N}=1$

Ta có các tỉ số: $\frac{N_1}{N}=0,122;\frac{N_2}{N}=0,226;\frac{N_3}{N}=0,305;\frac{N_4}{N}=0,347$

$$K_{dqch}=\sum_{i=1}^{n}\frac{N_i}{N}Sin\frac{\theta_i}{2}=0,122Sin20^0+0,226Sin40^0$$
$$+0,305Sin60^0+0,347Sin80^0=0,792$$

Bài 7: Cho động cơ không đồng bộ một pha mở máy bằng pha phụ, có kích thước lõi thép: D_t = 72 mm; L = 63 mm; b_g = 27 mm; b_r = 4 mm; Z = 24. Điện áp $U_{đm}$ = 220V, f = 50Hz, k_c = 0,93. Tính số vòng cho mỗi bối trong một nhóm của pha chính theo phương pháp Siskind biết pha chính có dạng mượn rãnh, mỗi pha có một mạch nhánh song song.

Bài giải:

Gọi $2p_{min}$ là số cực nhỏ nhất ta có:

$$2p_{\min}=(0,4\div0,5)\frac{D_t}{b_g}=(0,4\div0,5)\frac{72}{27}=1,06\div1,33$$

Chọn 2p = 2

$$\Phi=\left(\frac{L.D_t}{P}\right).B_\delta=\frac{63.72}{2}.10^{-6}.B_\delta=2,268.10^{-3}.B_\delta.$$

$$B_g=\left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g=\frac{72.B_\delta}{2.27}=1,33.B_\delta \qquad (*)$$

$$B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.72}{24.4}B_\delta = 2{,}355.B_\delta . \quad (*')$$

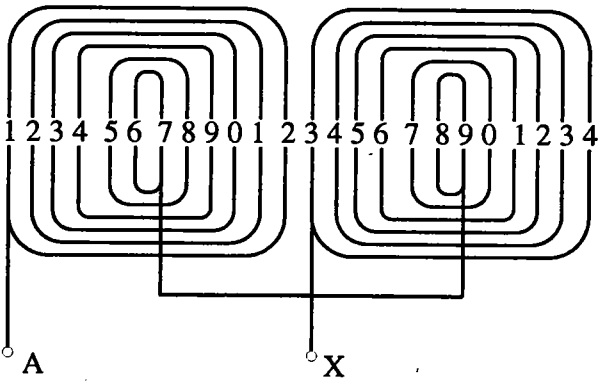
Động cơ vận hành bình thường: chọn B_{rmax} = 1,4 T; B_{gmax} = 1,25T

Thay vào (*)và (*') ta có:

B_δ = 0,76; $\Phi = 2{,}268.10^{-3}.0{,}76 = 1{,}72.10^{-3}$ (wb)

Dây quấn pha chính là dạng dây quấn Sin mượn rãnh: Z = 24, 2p = 2.

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.21: Dây quấn sin pha chính kiểu không mượn rãnh; Z = 24, 2p = 4

Ta có:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{2} = 12 \text{ (rãnh/1 cực)}$$

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{12} = 15^0 \text{ điện}$$

Đối với dây quấn pha chính:

Ta có:

$$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 1.15^0 = 15^0 ;\ \theta_2 = y_2.\alpha_d = 3.15^0 = 45^0 ;$$

$$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 5.15^0 = 75^0 ; \theta_4 = y_4.\alpha_d = 7.15^0 = 105^0 ;$$

$$\theta_5 = y_5.\alpha_d = 9.15^0 = 135^0 ; \theta_6 = y_6.\alpha_d = 11.15^0 = 165^0$$

$$B_{ch} = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2} + Sin\frac{\theta_5}{2} + Sin\frac{\theta_6}{2}$$
$$= Sin7^0 30' + Sin22^0 30' + Sin37^0 30' + Sin52^0 30'$$
$$+ Sin67^0 30' + Sin82^0 30' = 3,81$$

$$\frac{N_1}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_1}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin7^0 30'}{3,81} = 0,034; \frac{N_2}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_2}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin22^0 30'}{3,81} = 0,1$$

$$\frac{N_3}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_3}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin37^0 30'}{3,81} = 0,157; \frac{N_4}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_4}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin52^0 30'}{3,81} = 0,207$$

$$\frac{N_5}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_5}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin67^0 30'}{3,81} = 0,241; \frac{N_6}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_6}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin82^0 30'}{3,81} = 0,259$$

Hiệu chỉnh sao cho:

$$\frac{N_1}{N} + \frac{N_2}{N} + \frac{N_3}{N} + \frac{N_4}{N} + \frac{N_5}{N} + \frac{N_6}{N} = 1$$

Ta có các tỉ số:

$$\frac{N_1}{N} = 0,036; \frac{N_2}{N} = 0,1; \frac{N_3}{N} = 0,157;$$

$$\frac{N_4}{N} = 0,207; \frac{N_5}{N} = 0,241; \frac{N_6}{N} = 0,259$$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2}$$
$$= 0,036Sin7^0 30' + 0,1Sin22^0 30' + 0,157Sin37^0 30'$$
$$+0,207Sin52^0 30' + 0,241Sin67^0 30' + 0,259Sin82^0 30' = 0,777$$

Xác định tổng số vòng dây cho dây quấn pha chính:

Tính $K_E = \left(\frac{0,9-0,86}{100-50}\right)(71,21-50) + 0,86 = 0,88$

$$N_{ch} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44f.\Phi.K_{dqch}} = \frac{0,88.220}{4,44.50.1,72.10^{-3}.0,777} = 652 \text{ (vòng)}$$

Số vòng mỗi nhóm bối:

$$N = \frac{N_{ch}}{2} = \frac{652}{2} = 326 \text{ (vòng)}$$

Số vòng mỗi bối dây quấn pha chính:

$N_1 = 0{,}036.326 = 12$ (vòng); $N_2 = 0{,}1.326 = 32$ (vòng);

$N_3 = 0{,}157.326 = 52$ (vòng); $N_4 = 0{,}207.326 = 68$ (vòng);

$N_5 = 0{,}241.326 = 78$ (vòng); $N_6 = 0{,}259.326 = 84$ (vòng);

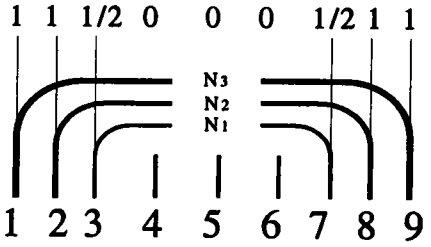
II. PHƯƠNG PHÁP VIENNOTT

Bài 1: Trong động cơ 1 pha có số liệu dây quấn pha chính có số liệu như sau biết Z = 36, 2p = 4. Tính hệ số dây quấn pha chính theo phương pháp Viennott.

Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$$

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện.}$$



Hình 3.22: Dây quấn sin pha chính; Z = 36, 2p = 4

$N = N_1 + N_2 + N_3$

$= 1 + 1 + ½ = 2{,}5$ đơn vị

Tỉ số vòng cho mỗi bối trong nhóm:

$$\frac{N_3}{N} = \frac{N_2}{N} = \frac{1}{2{,}5}; \frac{N_1}{N} = \frac{1}{5}$$

Ta có: $\theta_1 = y_1.\alpha_d = 4.20^0 = 80^0$;

$\theta_2 = y_2.\alpha_d = 6.20^0 = 120^0; \theta_3 = y_3.\alpha_d = 8.20^0 = 160^0$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2} = 0{,}2Sin40^0 + 0{,}4Sin60^0 + 0{,}4Sin80^0 = 0{,}867$$

Bài 2: Trong động cơ 1 pha có số liệu dây quấn pha chính có số liệu như bài tập 1 động có pha phụ bố trí theo dạng sau biết Z = 36, 2p = 4. Tính hệ số dây quấn pha phụ theo phương pháp Viennott.

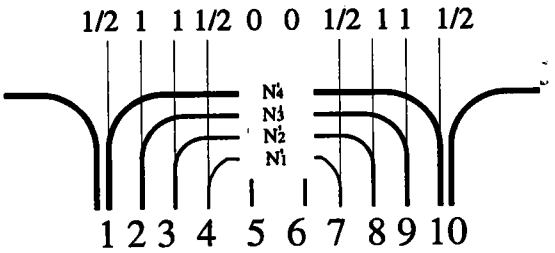
Bài giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$$

$$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0 \text{ điện}$$

$$N' = N'_1 + N'_2 + N'_3 + N'_4$$

$$= ½ + 1 + 1 + ½ = 3 \text{ đơn vị}$$



Hình 3.23: Dây quấn sin pha phụ; Z = 36, 2p = 4

Tỉ số vòng cho mỗi bối trong nhóm:

$$\frac{N'_1}{N'} = \frac{N'_4}{N'} = \frac{1}{6}; \frac{N'_3}{N'} = \frac{N'_2}{N'} = \frac{1}{3}.$$

Ta có:

$$\theta'_1 = y'_1.\alpha_d = 3.30^0 = 90^0; \theta'_2 = y'_2.\alpha_d = 5.30^0 = 150^0;$$
$$\theta'_3 = y'_3.\alpha_d = 7.30^0 = 210^0; \theta'_4 = y'_4.\alpha_d = 9.30^0 = 270^0$$

$$K_{dqph} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N'_i}{N'} Sin\frac{\theta_i}{2} = 0,167Sin45^0 + 0,333Sin75^0$$
$$+ 0,333Sin105^0 + 0,167Sin135^0 = 0,88$$

Bài 3: Cho động cơ không đồng bộ một pha mở máy bằng pha phụ, có kích thước lõi thép: D_t = 72 mm; L = 63 mm; b_g = 27 mm; b_r = 4 mm; Z = 24. Điện áp $U_{đm}$ = 220V, f = 50Hz, k_c = 0,93. Vẽ sơ đồ triển khai dây quấn pha chính và tính số vòng cho mỗi bối trong một nhóm của pha chính theo phương pháp Viennott. Biết pha chính có dạng không mượn rãnh, mỗi pha có một mạch nhánh song song.

Bài giải:

Gọi $2p_{min}$ là số cực nhỏ nhất ta có:

$$2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{72}{27} = 1,06 \div 1,33 \text{ . Chọn 2p = 2.}$$

$$\Phi = \left(\frac{L.D_t}{P}\right).B_\delta = \frac{63.72}{2}.10^{-6}.B_\delta = 2,268.10^{-3}.B_\delta .$$

$$B_g = \left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g = \frac{72.B_\delta}{2.27} = 1{,}33.B_\delta \qquad (**)$$

$$B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.72}{24.4}B_\delta = 2{,}355.B_\delta . \qquad (**')$$

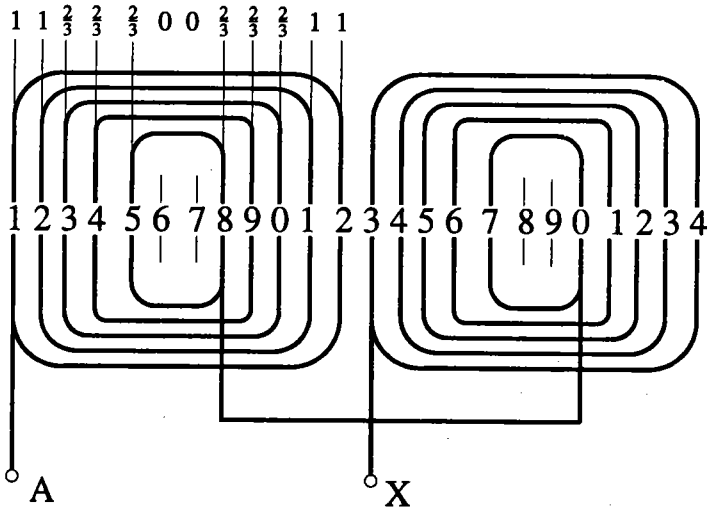
Động cơ vận hành bình thường: chọn $B_r = 1{,}4$ T; $B_g = 1{,}25$T

Thay vào (**') và (**) ta có:

$B_\delta = 0{,}76$; $\Phi = 2{,}268.10^{-3}.0{,}76 = 1{,}72.10^{-3}$ (wb).

Dây quấn pha chính là dạng dây quấn Sin không mượn rãnh: Z = 24, 2p = 2.

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.22: Dây quấn sin pha chính kiểu không mượn rãnh; Z = 24, 2p = 4

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{2} = 12$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{12} = 15^0$ điện

$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 = 1 + 1 + 2/3 + 2/3 + 2/3 = 4$ đơn vị

Tỉ số vòng cho mỗi bối trong nhóm:

$$\frac{N_1}{N} = \frac{N_2}{N} = \frac{N_3}{N} = \frac{1}{6}; \frac{N_4}{N} = \frac{N_5}{N} = \frac{1}{4}$$

Ta có: $\theta_1 = y_1.\alpha_d = 3.15^0 = 45^0$

$\theta_2 = y_2.\alpha_d = 5.15^0 = 75^0; \theta_3 = y_3.\alpha_d = 7.15^0 = 105^0;$

$\theta_4 = y_4.\alpha_d = 9.15^0 = 135^0; \theta_5 = y_5.\alpha_d = 11.15^0 = 165^0.$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2}$$

$$= 0,166Sin22^0 30' + 0,166Sin37^0 30' + 0,166Sin52^0 30'$$
$$+ 0,25Sin67^0 30' + 0,25Sin82^0 30' = 0,772$$

Tính $K_E = \left(\frac{0,9-0,86}{100-50}\right)(71,21-50) + 0,86 = 0,88$

$$N_{ch} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.K_{dqch}} = \frac{0,88.220}{4,44.50.1,72.10^{-3}.0,772} = 656 \text{(vòng)}.$$

Số vòng mỗi nhóm bối: $N = \frac{N_{ch}}{2} = \frac{656}{2} = 328$ (vòng).

Số vòng mỗi bối trong 1 nhóm dây quấn pha chính:

$N_4 = N_5 = 0,25.328 = 83$ (vòng);

$N_1 = N_2 = N_3 = 0,166.328 = 54$ (vòng);

§5. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐCKĐB 1 PHA MẤT SỐ LIỆU

I. ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA MỞ MÁY BẰNG PHA PHỤ

Bài 1: Cho lõi thép ĐCKĐB 3 pha, có kích thước lõi thép như sau:

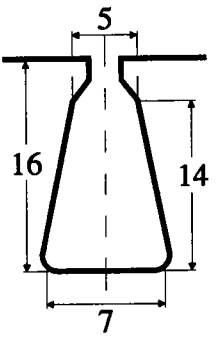
Đường kính trong của lõi thép stator $D_t = 76$mm

Chiều dài lõi thép stator L = 54mm

Bề dầy gông lõi thép stator $b_g = 10$mm

Bề dầy răng stator $b_r = 3$mm

Tổng số rãnh stator Z = 32.



Xác định số liệu dây quấn pha chính và pha phụ để động cơ vận hành ở 220V.

Bài giải:

B1: Xác định các tham số cần thiết cho việc tính toán. Cho ở đầu bài

B2: Số cực 2p thích ứng với lõi thép động cơ.

Gọi $2p_{min}$ là số cực nhỏ nhất ta có:

$$2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{76}{10} = 3,04 \div 3,8 \text{. Chọn 2p = 4.}$$

B3: Lập biểu thức quan hệ từ thông giữa một cực từ Φ và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$$\Phi = \left(\frac{L.D_t}{P}\right).B_\delta = \frac{54.76}{2}.10^{-6}.B_\delta = 2,052.10^{-3}.B_\delta .$$

B4: Mật độ từ thông qua gông lõi thép stator B_g và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$$B_g = \left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g = \frac{76.B_\delta}{4.10} = 1,9.B_\delta$$

B5: Mật độ từ thông qua răng lõi thép stator B_r và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_r:

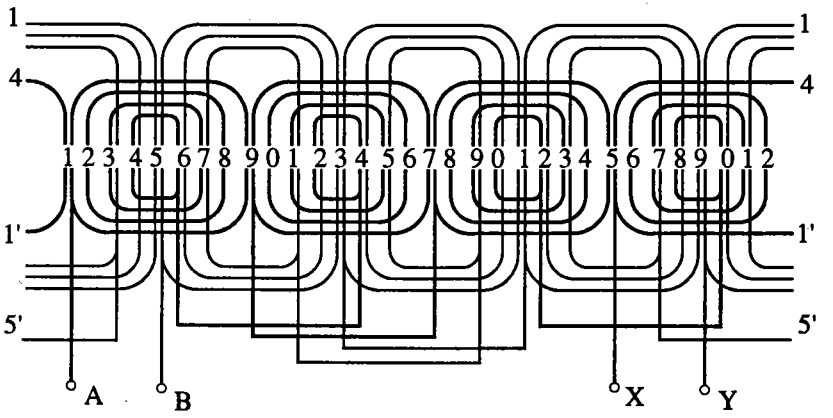
$$B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.76}{32.3}B_\delta = 2,485.B_\delta$$

B6: Động cơ vận hành bình thường: chọn $B_r = 1,4$ T; $B_g = 1,25$ T.

Ta có $B_\delta = 0,62$T; $\Phi = 2,052.10^{-3}.0,62 = 1,27.10^{-3}$ (wb).

B7: Chọn dây quấn pha chính và pha phụ là dạng dây quấn Sin: Z = 32, 2p = 4.

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.22: Dây quấn sin kiểu mượn rãnh;
Z = 36, 2p = 4

Ta có:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{32}{4} = 8 \text{ (rãnh/1 cực)};\ \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{8} = 22{,}5^0 \text{ điện}$$

Đối với dây quấn pha chính:

$$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 2.22{,}5^0 = 45^0;\theta_2 = y_2.\alpha_d = 4.22{,}5^0 = 90^0$$
$$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 6.22{,}5^0 = 135^0;\theta_4 = y_4.\alpha_d = 8.22{,}5^0 = 180^0$$

$$B_{ch} = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2}$$
$$= Sin22^0 30' + Sin45^0 + Sin67^0 30' + Sin90^0 = 3{,}01$$

$$\frac{N_1}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_1}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin22^0 30'}{3{,}01} = 0{,}127;\ \frac{N_2}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_2}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin45^0}{3{,}01} = 0{,}234$$

$$\frac{N_3}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_3}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin67^0 30'}{3{,}01} = 0{,}307;\ \frac{N_4}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_4}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin90^0}{3{,}01} = 0{,}332$$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2} = 0{,}127 Sin22^0 30' + 0{,}234 Sin45^0$$
$$+ 0{,}307 Sin67^0 30' + 0{,}332 Sin90^0 = 0{,}83$$

Đối với dây quấn pha phụ:

$$\theta'_1 = y'_1.\alpha_d = 4.22{,}5^0 = 90^0;\ \theta'_2 = y'_2.\alpha_d = 6.22{,}5^0 = 135^0;$$

$$\theta'_3 = y'_3.\alpha_d = 8.22,5^0 = 180^0$$

$$B_{ph} = Sin\frac{\theta'_1}{2} + Sin\frac{\theta'_2}{2} + Sin\frac{\theta'_3}{2} = Sin45^0 + Sin67^030' + Sin90^0 = 2,63$$

$$\frac{N'_1}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_2}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin45^0}{2,63} = 0,269;\ \frac{N'_2}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_2}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin67^030'}{2,63} = 0,351;$$

$$\frac{N'_3}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_3}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin90^0}{2,63} = 0,38$$

$$K_{dqph} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N'_i}{N'} Sin\frac{\theta_i}{2}$$

$$= 0,269Sin45^0 + 0,351Sin67^030' + 0,38Sin90^0 = 0,894$$

B8: Xác định tổng số vòng dây cho mỗi pha dây quấn:

Tính $K_E = \left(\frac{0,86-0,75}{50-15}\right)(32,21-15) + 0,75 = 0,79$

$$N_{ch} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44f.\Phi.K_{dqch}} = \frac{0,79.220}{4,44.50.1,27.10^{-3}.0,83} = 742 \text{ (vòng)}$$

Số vòng mỗi nhóm bối: $N = \frac{N_{ch}}{4} = \frac{742}{4} = 185$ (vòng)

Số vòng mỗi bối dây quấn pha chính:

$N_1 = 0,127.185 = 24$(vòng); $N_2 = 0,234.185 = 43$(vòng)

$N_3 = 0,307.185 = 57$(vòng); $N_4 = 0,332.185 = 61$(vòng)

B9: Xác định tiết diện rãnh stator:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)h = \left(\frac{7+5}{2}\right).14 = 84 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn $k_{ld} = 0,46$. Chọn rãnh chứa $N_4 = 61$(vòng).

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{N_4} = \frac{0,46.84}{2.61} = 0,316$ mm^2

Đường kính dây $d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{0,316} = 0,634$ mm

Đường kính dây quấn chính không kể cách điện:

$d_{ch} = d_{cd} - 0,05 = 0,634 - 0,05 = 0,584$ mm. Chọn $d_{ch} = 0,6$mm.

Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A):

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)J.2a = 1.\frac{3,14.0,6^2}{4}.6,5.1 = 1,84$$

B10: Xác định công suất định mức cho động cơ.

Chọn $\eta = 79\%$ và $\cos\varphi = 0,85$ (tra bảng)

$P_{đm} = U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi = 220.1,84.0,79.0,85 = 270$ (w)

B11: Xác định pha phụ:

Chọn a = 1 (tra bảng)

$P_{đm}$	a
(1/20)HP ÷ (1/12)HP	0,3 ÷ 0,6
(1/12)HP ÷ (1/8)HP	0,6 ÷ 0,7
(1/8)HP ÷ (1/2)HP	0,7 ÷ 1

Chú ý: khi chọn a theo giá trị trong bảng ứng với 2p = 4.

Nếu 2p ≠ 4 ta có thể chọn cao hơn giá trị trong bảng 1,2 ÷ 1,4 lần.

$$N_{ph} = a.N_{ch}.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}} = 1.742.\frac{0,83}{0,89} = 692 \text{ (vòng).}$$

Số vòng mỗi nhóm bối: $N = \frac{N_{ph}}{4} = \frac{692}{4} = 173$ (vòng).

$d_{ph} = d_{ch}.[(0,9)^{2+5a}] = 0,6.0,9^7 = 0,28$ mm.

Tổng số vòng mỗi bối dây quấn pha phụ:

$N'_1 = 0,269.173 = 46$(vòng);

$N'_2 = 0,351.173 = 61$(vòng); $N'_3 = 0,38.173 = 66$(vòng).

B12: Kiểm tra lại hệ số lấp đầy rãnh theo số liệu dây quấn pha chính và pha phụ vừa tìm.

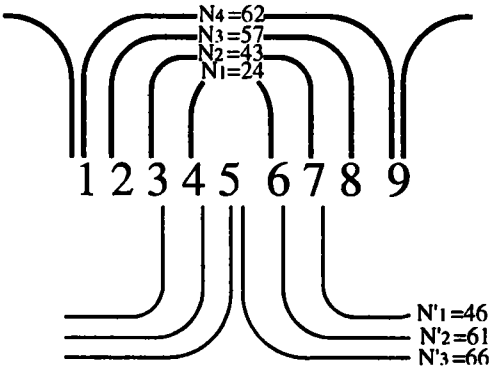
$d_{chcd} = 0,65mm$

$S_{chcd} = 0,33mm^2$

$d_{phcd} = 0,3mm$

$S_{phcd} = 0,07\ mm^2$

Với $S_r = 84mm^2$



Hình 3.26: Phân bố pha chính và pha phụ dây quấn sin kiểu mượn rãnh; Z = 32, 2p = 4

Kiểm tra hệ số lấp đầy các rãnh

$$K_{ld1} = \frac{2.N_4.S_{chcd}}{S_r} = \frac{2.61.0,33}{84} = 0,48 \text{ (có thể chấp nhận được)}$$

$$K_{ld2} = \frac{N_3.S_{chcd}}{S_r} = \frac{57.0,33}{84} = 0,22 \text{ (thoả)}$$

$$K_{ld3} = \frac{N_2.S_{chcd} + N_1'S_{phcd}}{S_r} = \frac{43.0,33 + 46.0,07}{84} = 0,207 \text{ (thoả)}$$

$$K_{ld4} = \frac{N_1.S_{chcd} + N_2'S_{phcd}}{S_r} = \frac{24.0,33 + 61.0,07}{84} = 0,145 \text{ (thoả)}$$

$$K_{ld5} = \frac{2.N'_3.S_{phcd}}{S_r} = \frac{2.66.0,07}{84} = 0,11 \text{ (thoả)}$$

B13: Xác định chu vi khuôn và khối lượng dây quấn

Xác định hệ số K_L chiều dài phần đầu nối bối dây, giữa hai rãnh liên tiếp của pha chính.

$$K_{l.} = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1,35(76+16)}{32} = 12,18 \text{ mm}$$

Trong đó:

$\gamma = 1,35$ - hệ số dãn dài đầu nối

$L' = L + (5 \div 10mm) = 54 + 8 = 62$ mm - chiều dài cạnh tác dụng lồng vào rãnh.

Chu vi khuôn pha chính được tính theo hệ thức:

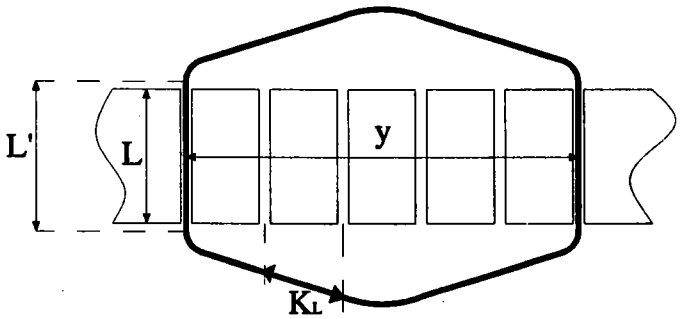
$CV_{chi} = 2(K_L.y_i + L') = 2(12,18.y_i + 62)$ mm

Y_i	2	4	6	8
$CV_{chi\ lí\ thuyết}$ (mm)	172,72	221,21	270,16	318,88
$CV_{chi\ thực\ tế}$ (dm)	CV_1=1,8	CV_2 = 2,3	CV_3 = 2,8	CV_4 = 3,2

Tổng chiều dài cho mỗi pha dây quấn:

$L_{ch} = 4.[N_1.CV_1 + N_2.CV_2 + N_3.CV_3 + N_4.CV_4]$

$= 4.[15.1,8 + 43.2,3 + 63.2,8 + 44.3,2] = 1772$ dm



Khối lượng dây quấn pha chính:

$$W_{dqch} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ch}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.1772.1.\frac{\pi.0,6^2}{4}.10^{-4} = 0,5(kg)$$

Đối với pha phụ:

$$K_L = \frac{\pi.\gamma.\left(D_t + \frac{h_r}{2}\right)}{Z} = \frac{\pi.1,35(76+8)}{32} = 11,12 \text{ mm}$$

Trong đó:

γ = 1,35 - hệ số dãn dài đầu nối

L'= L + (5 ÷ 10mm) = 54 + 8 = 62 mm - chiều dài cạnh tác dụng lồng vào rãnh

Chu vi khuôn pha phụ được tính theo hệ thức:

$CV_{phi} = 2(K_L.y_i' + L') = 2(11,12.y_i' + 62)$ mm

Y_i'	4	6	8
$CV'_{phi\ lí\ thuyết}$ (mm)	212,96	257,44	301,92
$CV'_{phi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV'_1 = 2,2$	$CV'_2 = 2,6$	$CV'_3 = 3,1$

Tổng chiều dài cho mỗi pha dây quấn:.

$L_{ph} = 4.[N'_1.CV'_1 + N'_2.CV'_2 + N'_3.CV'_3]$

$= 4.[\ 43.2,2 + 60.2,6 + 44.3,1] = 1548$ dm

Khối lượng dây quấn pha phụ:

$$W_{dqph} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ph}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.1548.1.\frac{\pi.0,28^2}{4}.10^{-4} = 0,1(kg)$$

Tóm tắt kết quả tính toán:

Công suất động cơ: $P_{đm} = 270$ (w)

Dòng điện định mức: $I_{đm} = 1,84$ A

Đường kính dây pha chính và pha phụ: $d_{ch} = 0,6$ mm. $d_{ph} = 0,28$ mm

Tỉ số a = 1

Khối lượng dây pha chính: $W_{dqch} = 0,5$ (kg)

Khối lượng dây pha phụ: $W_{dqph} = 0,1$ (kg)

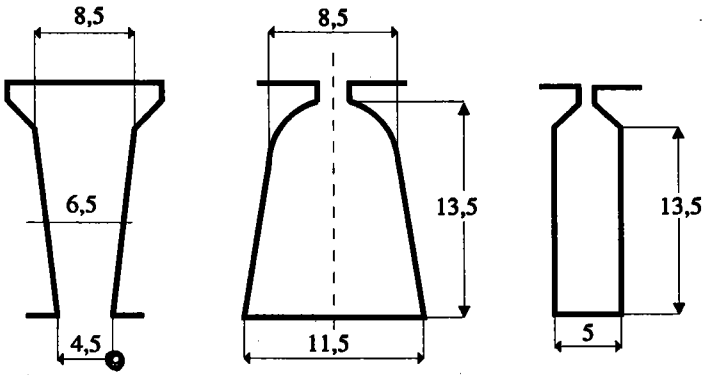
Phân bố số vòng pha chính như sau:

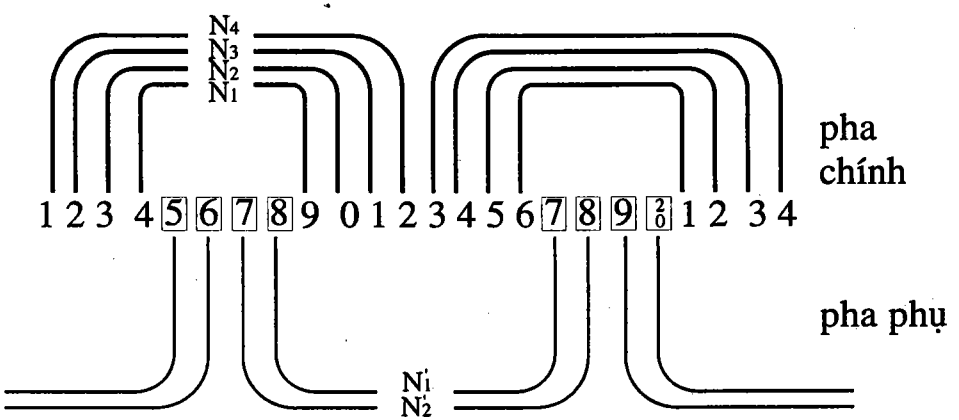
Y_i	2	4	6	8
Số vòng/bối	$N_1 = 24$	$N_2 = 43$	$N_3 = 57$	$N_4 = 58$
$CV_{ch\ thực\ tế}$ (dm)	$CV_1 = 1,8$	$CV_2 = 2,3$	$CV_3 = 2,8$	$CV_4 = 3,2$

Phân bố số vòng pha phụ như sau:

Y_i'	4	6	8
Số vòng/bối	$N_1' = 46$	$N_2' = 61$	$N_3' = 66$
$CV'_{phi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV'_1 = 2,2$	$CV'_2 = 2,6$	$CV'_3 = 3,1$

Bài 2: Cho máy mài Liên Xô có kích thước stator ghi nhận như sau: D_t = 94mm; L = 28mm; b_g = 17 mm; Z = 32. Răng hình thang có kích thước như hình vẽ trong đó có 16 rãnh kích thước lớn 8 rãnh kích thước nhỏ; sắp xếp theo thứ tự sau đây trên vòng tròn stator; 8 rãnh lớn 4 rãnh nhỏ rồi đến 8 rãnh lớn 4 rãnh nhỏ.





rãnh có ghi số thứ tự trong ô chữ nhật
là rãnh có kích thước bé

Kích thước rãnh ghi nhận như sau khi tháo gỡ dây quấn pha chính và pha phụ ta ghi nhận được sơ đồ dây quấn và số liệu dây quấn như sau:

N_1 = 88 (vòng), N_2 = 90 (vòng), N_3 = 95 (vòng), N = 87 (vòng)

N_1' = 86 (vòng), N_2' = 106 (vòng).

Đường kính dây quấn pha chính: d_{ch} = 0,75 mm

Đường kính dây quấn pha phụ: d_{ph} = 0,4 mm

1. Theo số liệu ghi nhận được xác định hệ số dây quấn cho pha chính và pha phụ.
2. Với điện áp vận hành là 220V, xác định các giá trị B_{δ},B_g và B_r mà nhà sản xuất chọn cho động cơ.
3. Xác định tỉ lệ a, nếu giả định số liệu cho pha phụ đang bối trí ở 220V, thử kiểm tra lại quan hệ giữa d_{ch},d_{ph} thoả quan hệ theo Viennott hay không.
4. Giả sử ta bối trí lại pha chính và pha phụ theo phân bố dây quấn sin Siskind, nhóm bối dây pha chính và pha phụ là dạng không mượn rãnh, pha chính chứa 5 bối trong một nhóm và pha phụ chứa 4 bối trong một nhóm. Xác định số liệu dây quấn pha chính và pha phụ theo sơ đồ vừa thành lập.

Bài giải:

1. Xác định hệ số dây quấn cho pha chính và pha phụ.

$$2p_{\min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_i}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{94}{17} = 2,21 \div 2,76 \text{ .Chọn 2p = 2.}$$

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{24}{2} = 12$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{12} = 15^0$ điện.

Đối với dây quấn pha chính:

$$\theta_1 = y_1.\alpha_d = 5.15^0 = 75^0; \theta_2 = y_2.\alpha_d = 7.15^0 = 105^0;$$

$$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 9.15^0 = 135^0; \theta_4 = y_4.\alpha_d = 11.15^0 = 165^0.$$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2} = \frac{88}{360} Sin37^0 30' + \frac{90}{360} Sin52^0 30' + \frac{95}{360} Sin67^0 30' + \frac{87}{360} Sin82^0 30' = 0,82$$

Đối với dây quấn pha phụ:

$$\theta'_1 = y'_1.\alpha_d = 9.15^0 = 135^0; \theta'_2 = y'_2.\alpha_d = 11.3^0 = 330^0;$$

$$K_{dqph} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N'_i}{N'} Sin\frac{\theta_i}{2} = \frac{86}{192} Sin67^0 30' + \frac{106}{192} Sin82^0 30' = 0,96$$

2. Xác định các giá trị B_δ,B_g và B_r mà nhà sản xuất chọn cho động cơ

$$B_g = \left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g = \frac{94.B_\delta}{4.17} = 1{,}38.B_\delta$$

$$B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.94}{24.6{,}5}B_\delta = 1{,}89.B_\delta$$

Động cơ vận hành bình thường:

Chọn $B_r = 1{,}4$ T; $B_g = 1{,}25$T $\Rightarrow B_\delta = 0{,}82$

3. Xác định tỉ lệ a:

$$N_{ph} = a.N_{ch}.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}} \text{.suy ra } a = \frac{N_{ph}}{N_{ch}}.\frac{k_{dqph}}{k_{dqch}} = \frac{192.2}{360.2}.\frac{0{,}96}{0{,}82} = 0{,}62$$

4. Theo Viennot:

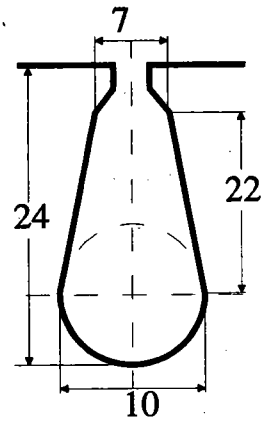
$$d_{ph} = d_{ch}.[(0{,}9)^{2+5a}] \Rightarrow (0{,}9)^{2+5a} = \frac{d_{ph}}{d_{ch}} = \frac{0{,}4}{0{,}75} = 0{,}53$$

$$2 + 5a = \frac{\ln 0{,}53}{\ln 0{,}9} = 6{,}3 \Rightarrow a = 0{,}86$$

Để $a \approx 0{,}62$ thì ta tăng d_{ph} (hoặc giảm d_{ch}), chọn $d_{ch} = 0{,}7$ mm. Tính lại ta có: $a = 0{,}65$.

II. ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA MỞ MÁY BẰNG TỤ ĐIỆN

Bài 1: Cho lõi thép ĐCKĐB 3 pha mang nhãn hiệu SEGAL, kích thước lõi thép như sau: $D_t = 134$ mm; $L = 105$ mm; $b_g = 18$ mm; $b_r = 4{,}7$ mm; $Z = 36$. Xác định số liệu dây quấn stator động cơ khi vận hành ở trạng thái động cơ 1 pha dùng tụ khởi động, điện áp cung cấp để vận hành là 220V.



Bài giải:

B1: Cho ở đầu bài

B2: $2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{134}{18} = 2,97 \div 3,72$. Chọn 2p = 4

B3: $\Phi = \left(\frac{L.D_t}{P}\right).B_\delta = \frac{105.134}{2}.10^{-6}.B_\delta = 7,035.10^{-3}.B_\delta$.

B4: $B_g = \left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g = \frac{134.B_\delta}{4.18} = 1,86.B_\delta$

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.134}{36.4,7}B_\delta = 2,486.B_\delta$.

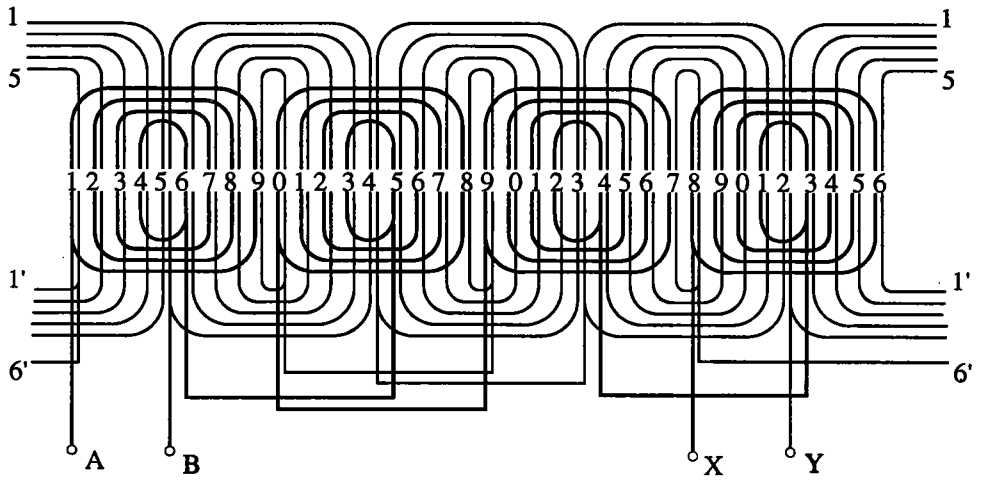
B6: Động cơ vận hành bình thường:

Chọn $B_r = 1,4$ T; $B_g = 1,25$T $\Rightarrow B_\delta = 0,62$T

$\Phi = 7,035.10^{-3}.0,62 = 4,36.10^{-3}$ (wb)

B7: Chọn dây quấn pha chính và pha phụ là dạng dây quấn Sin: Z = 36, 2p = 4.

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.27: Dây quấn sin kiểu không mượn rãnh; Z = 36, 2p = 4

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$

Đối với dây quấn pha chính:

Ta có: $\theta_1 = y_1.\alpha_d = 2.20^0 = 40^0$; $\theta_2 = y_2.\alpha_d = 4.20^0 = 80^0$

$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 6.20^0 = 120^0$; $\theta_4 = y_4.\alpha_d = 8.20^0 = 160^0$

$$B_{ch} = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2}$$
$$= Sin20^0 + Sin40^0 + Sin60^0 + Sin80^0 = 2,835$$

$$\frac{N_1}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_1}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin20^0}{2,835} = 0,12; \frac{N_2}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_2}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin40^0}{2,835} = 0,226$$

$$\frac{N_3}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_3}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin60^0}{2,835} = 0,305; \frac{N_4}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_4}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin80^0}{2,835} = 0,347.$$

Hiệu chỉnh sao cho: $\frac{N_1}{N} + \frac{N_2}{N} + \frac{N_3}{N} + \frac{N_4}{N} = 1$.

Ta có các tỉ số: $\frac{N_1}{N} = 0,122$; $\frac{N_2}{N} = 0,226$; $\frac{N_3}{N} = 0,305$; $\frac{N_4}{N} = 0,347$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2}$$
$$= 0,122Sin20^0 + 0,226Sin40^0 + 0,305Sin60^0 + 0,347Sin80^0 = 0,79$$

Đối với dây quấn pha phụ:

$\theta'_1 = y'_1.\alpha_d = 1.20^0 = 20^0$; $\theta'_2 = y'_2.\alpha_d = 3.20^0 = 60^0$;

$\theta'_3 = y'_3.\alpha_d = 5.20^0 = 100^0$; $\theta'_4 = y'_4.\alpha_d = 7.20^0 = 140^0$;

$\theta'_5 = y'_5.\alpha_d = 9.20^0 = 180^0$

$$B_{ph} = Sin\frac{\theta'_1}{2} + Sin\frac{\theta'_2}{2} + Sin\frac{\theta'_3}{2} + Sin\frac{\theta'_4}{2} + Sin\frac{\theta'_5}{2}$$
$$= Sin10^0 + Sin30^0 + Sin50^0 + Sin70^0 + Sin90^0 = 3,379$$

$$\frac{N'_1}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_1}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin10^0}{3,379} = 0,051; \frac{N'_2}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_2}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin30^0}{3,379} = 0,147;$$

$$\frac{N_3'}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta_3'}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin50^0}{3,379} = 0,226;\ \frac{N_4'}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta_4'}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin70^0}{3,379} = 0,277;$$

$$\frac{N_5'}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta_3'}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin90^0}{3,379} = 0,295$$

Hiệu chỉnh sao cho: $\frac{N'_1}{N'} + \frac{N'_2}{N'} + \frac{N'_3}{N'} + \frac{N'_4}{N'} + \frac{N'_5}{N'} = 1$

Ta có các tỉ số: $\frac{N_1'}{N'} = 0,055$; $\frac{N_2'}{N'} = 0,147$; $\frac{N_3'}{N'} = 0,226$;

$\frac{N_4'}{N'} = 0,277$; $\frac{N_5'}{N'} = 0,295$

$$K_{dqph} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i'}{N'} Sin\frac{\theta_i}{2} = 0,055Sin10^0 + 0,147Sin30^0 + 0,226Sin50^0$$
$$+ 0,277Sin70^0 + 0,295Sin90^0 = 0,81$$

B8: Tính $K_E = \left(\frac{0,93-0,9}{150-100}\right)(110,44-100) + 0,9 = 0,906$

$$N_{ch} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.K_{dqch}} = \frac{0,906.220}{4,44.50.4,36.10^{-3}.0,79} = 260\,(\text{vòng})$$

$$N = \frac{N_{ch}}{4} = \frac{260}{4} = 65\ (\text{vòng})$$

$N_1 = 0,122.65 = 8\,(\text{vòng})$; $N_2 = 0,226.65 = 15$ (vòng)

$N_3 = 0,305.65 = 20$ (vòng); $N_4 = 0,347.65 = 22$ (vòng)

B9:

$$S_r = \left(\frac{d_1+d_2}{2}\right)\left(h-\frac{d_2}{2}\right) + \left(\frac{\pi d^2}{8}\right)$$
$$= \left(\frac{7+10}{2}\right)\left(22-\frac{10}{2}\right) + \frac{\pi.5^2}{8} = 154.31\,(mm^2)$$

Chọn $k_{ld} = 0,46$; chọn rãnh chứa: $N_4 = 22$(vòng)

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{N_4} = \frac{0,46.154,31}{22} = 3,22\ mm^2$

Đường kính dây: $d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{3,22} = 2,024\,mm$

Đường kính dây quấn chính không kể cách điện:

$d_{ch} = d_{cd} - 0,05 = 2,024 - 0,05 = 1,974$ mm

Chọn số sợi chập là 3 sợi: $d_{ttcdch} = \frac{d_{cd}}{\sqrt{3}} = \frac{1,974}{\sqrt{3}} = 1,14$ mm

Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A):

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)J.2a = 3.\frac{3,14.1,14^2}{4}.6,5.1 = 19,89\ A$$

Chọn $\eta = 0,88$ và $\cos\varphi = 0,89$

$P_{đm} = U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi = 220.19,89.0,88.0,89 = 3427$ (w)

B10: $K_{Lch} = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1,35(134+24)}{36} = 18,6$ mm; trong đó $\gamma = 1,35$

L'= L + (5÷ 10mm) = 105 + 8 = 113 mm

$CV_{chi} = 2(K_{Lch}.y_i + L') = 2(18,6.y_i + 113)$ mm

Yi	2	4	6	8
$CV_{chi\ lí\ thuyết}$ (mm)	300,4	374,8	449,2	523,6
$CV_{chi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV_1 = 3$	$CV_2 = 3,8$	$CV_3 = 4,5$	$CV_4 = 5,3$

$L_{ch} = 4.[N_1.CV_1 + N_2.CV_2 + N_3.CV_3 + N_4.CV_4]$

$= 4.[8.3 + 15.3,8 + 18.4,5 + 20.5,3] = 1072$ dm

$$W_{dqch} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ch}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.1072.3.\frac{\pi.1,14^2}{4}.10^{-4} = 3,2(kg)$$

$$r_{ch} = \left(0,0192^{\Omega mm^2/m}\right)4\frac{L_{ch}}{\pi.d_{ch}^2} = 0,0192.4.\frac{107}{3.\pi.1,14^2} = 0,67\Omega.$$

B11: Điện dung C:

$$C = \frac{3180.t^2}{(1+a^2)r_{ch}.C_w} = \frac{3180.t^2}{(1+a^2)0,67.0,5} = \frac{9492,5.t^2}{(1+a^2)} \quad (*)$$

$$y_{tbch} = \frac{N_1}{N}y_1 + \frac{N_2}{N}y_2 + \frac{N_3}{N}y_3 + \frac{N_4}{N}y_4$$
$$= 0,122.2 + 0,226.4 + 0,305.6 + 0,347.8 = 5,3$$

$$y_{tbph} = \frac{N'_1}{N'}y'_1 + \frac{N'_2}{N'}y'_2 + \frac{N'_3}{N'}y'_3 + \frac{N'_4}{N'}y'_4 + \frac{N'_5}{N'}y'_5$$
$$= 0,055.1 + 0,147.3 + 0,226.5 + 0,277.7 + 0,295.9 = 6,22$$

$$K_{L\,ph} = \frac{\pi.\gamma.\left(D_t + \frac{h_r}{2}\right)}{Z} = \frac{\pi.1,35(134+12)}{36} = 17,2$$

$$C_w = a.t.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}}.\left(\frac{K_{Lph}.y_{tbph} + L'}{K_{Lch}.y_{tbch} + L'}\right)$$
$$= a.t.\frac{0,79}{0,81}\left(\frac{17,2.6,22+113}{18,6.5,3+113}\right) = 1,01.a.t = 0,5$$

Nên: $t = \frac{0,5}{1,01.a} = \frac{0,49}{a}$ thế vào phương trình (*) ta có:

$$C = \frac{9492,5.0,49^2}{a^4 + a^2} = \frac{2279,15}{a^4 + a^2}$$ Chọn C = 1200μF.

Giải phương trình $a^4 + a^2 = 1,89$; ta có $a^2 = 0,96$;

a = 0,98 và t = 0,5.

Đường kính dây quấn pha phụ không kể cách điện:

$$d_{tlph} = d_{tlch}.\sqrt{t} = 1,14\sqrt{0,5} = 0,8\,\text{mm}.$$

$$N_{ph} = a.N_{ch}.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}} = 0,98.260.\frac{0,79}{0,81} = 243 \text{ (vòng/pha)}.$$

$$N' = \frac{N_{ph}}{4} = \frac{243}{4} = 60 \text{ (vòng)}.$$

$N'_1 = 0,055.60 = 3$ (vòng); $N'_2 = 0,147.60 = 9$ (vòng);

$N'_3 = 0{,}226.60 = 14$ (vòng); $N'_4 = 0{,}277.60 = 16$ (vòng);

$N'_5 = 0{,}295.60 = 18$ (vòng).

B12: d_{chcd} =1,2mm; 3 sợi chập: $S_{chcd} = 1{,}13$ mm^2

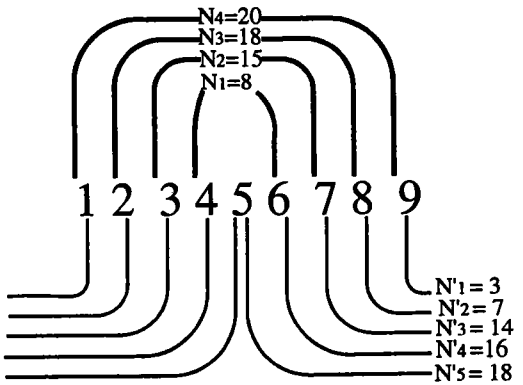
d_{phcd} = 0,85mm; 3 sợi chập: $S_{phcd} = 0{,}567$ mm^2

Với $S_r = 154{,}31$ mm^2:

Kiểm tra hệ số lấp đầy các rãnh:

$$K_{ld1} = \frac{3.N_4.S_{chcd} + 3.N'_1 S_{phcd}}{S_r} = \frac{3.22.1{,}13 + 3.3.0{,}567}{154{,}31} = 0{,}51 \text{(không thỏa)}$$

$$K_{ld2} = \frac{3.N_3.S_{chcd} + 3.N'_2 S_{phcd}}{S_r} = \frac{3.20.1{,}13 + 3.9.0{,}567}{154{,}31} = 0{,}54 \text{(không thỏa)}$$



Hình 3.28: Phân bố pha chính và pha phụ dây quấn sin kiểu không mượn rãnh; Z = 36, 2p = 4

$$K_{ld3} = \frac{3.N_2.S_{chcd} + 3.N'_3 S_{phcd}}{S_r} = \frac{3.15.1{,}13 + 3.14.0{,}567}{154{,}31} = 0{,}48$$

(có thể chấp nhận)

$$K_{ld4} = \frac{3.N_1.S_{chcd} + 3.N'_4 S_{phcd}}{S_r} = \frac{3.8.1{,}13 + 3.16.0{,}567}{154{,}31} = 0{,}35 \text{(thỏa)}$$

$$K_{ld5} = \frac{2.3.N'_5 S_{phcd}}{S_r} = \frac{2.3.18.0{,}567}{154{,}31} = 0{,}39 \text{(thỏa)}$$

Hiệu chỉnh: $N_4 = 20$; $N_3 = 18$; $N_2^{'} = 7$;

$$K_{ld1} = \frac{3.N_4.S_{chcd} + 3.N_1^{'}S_{phcd}}{S_r} = \frac{3.20.1,13 + 3.3.0,567}{154,31} = 0,47 \text{(thỏa)}$$

$$K_{ld2} = \frac{3.N_3.S_{chcd} + 3.N_2^{'}S_{phcd}}{S_r} = \frac{3.18.1,13 + 3.7.0,567}{154,31} = 0,47 \text{ (thỏa)}$$

B13: Ước lượng bội số dòng điện khởi động của động cơ:

$$C = \frac{3180.P_{dm}.m_1}{U_{dm}^2.(1+a^2)\eta.Cos\varphi}$$

Vậy: $m_1 = \frac{C.U_{dm}^2.(1+a^2)\eta.Cos\varphi}{3180.P_{dm}} = \frac{1200.220^2.(1+0,96^2)0,88.0,89}{3180.3427} = 8$

Suy ra: $J_{phmm} = \frac{m_1.J_{ch}}{t.\sqrt{1+a^2}} = \frac{8.6,5}{0,51\sqrt{1+0,96^2}} = 74 \text{ A/mm}^2$

B14: $K_{L\,ph} = \frac{\pi.\gamma.\left(D_t + \frac{h_r}{2}\right)}{Z} = \frac{\pi.1,35(134+12)}{36} = 17,2 \text{ mm};$

L'= L + (5÷ 10mm) = 105 + 8 = 113 mm

$CV_{phi} = 2(K_{Lph}.y_i^{'} + L') = 2(17,2.y_i^{'} + 113)$ mm

$Y_i^{'}$	1	3	5	7	9
$CV^{'}_{phi\ lí\ thuyết}$ (mm)	260,4	329,2	398	466,8	535,6
$CV^{'}_{phi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV^{'}_1 = 2,6$	$CV^{'}_2 = 3,3$	$CV^{'}_3 = 4$	$CV^{'}_4 = 4,7$	$CV^{'}_5 = 5,4$

$L_{ph} = 4.[N^{'}_1.CV^{'}_1 + N^{'}_2.CV^{'}_2 + N^{'}_3.CV^{'}_3 + N^{'}_4.CV^{'}_4 + N^{'}_5.CV^{'}_5]$

$= 4.[\ 3.\ 2,6 + 7.3,3 + 14.4 + 16.4,7 + 18.\ 5,4] = 1037$ dm

$$W_{dqph} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ph}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.1037.3.\frac{\pi.0,8^2}{4}.10^{-4} = 1,5(kg)$$

Tóm tắt kết quả tính toán:

Công suất động cơ: $P_{đm} = 3427$ (w).

Dòng điện định mức: $I_{đm} = 19,89$ A.

Đường kính dây pha chính và pha phụ: $d_{ch} = 1,15$ mm. 3 sợi chập

$d_{ph} = 0,8$ mm. 3 sợi chập

Tỉ số a = 0,98.

Khối lượng dây pha chính: $W_{dqch} = 3,2$ (kg)

Khối lượng dây pha phụ: $W_{dqph} = 1,5$(kg)

Phân bố số vòng pha chính như sau:

Y_i	2	4	6	8
Số vòng/bối	$N_1 = 8$	$N_2 = 15$	$N_3 = 18$	$N_4 = 20$
$CV_{chi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV_1 = 3$	$CV_2 = 3,8$	$CV_3 = 4,5$	$CV_4 = 5,3$

Phân bố số vòng pha phụ như sau:

Y_i'	1	3	5	7	9
Số vòng/bối	$N'_1 = 3$	$N'_2 = 7$	$N'_3 = 14$	$N'_4 = 16$	$N'_5 = 18$
$CV'_{phi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV'_1 = 2,6$	$CV'_2 = 3,3$	$CV'_3 = 4$	$CV'_4 = 4,7$	$CV'_5 = 5,4$

Bài 2: Cho ĐCKĐB 3 pha Đài Loan có bảng lí lịch sau:

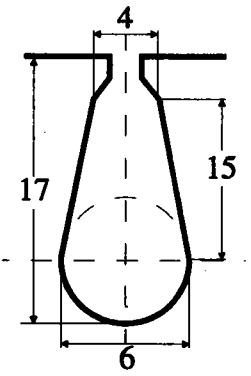
INDUCTION MOTOR

TYPE EFC		PHASE 3	INS	CL E
HP	2	VOLTS		220/380
POLES	4	CLCLES		50/60
RATING	CONT	RPM		1430
DESIGN CNC	C 292	AMPS		5,6/3,24
ROTOR	C	SHIELD BEARING		6205/6205
MFG	N^O 0275040			

TONGYUANG ELECTRIC CO LTD MACHINERY

TAIPEI REPUBLIC OF CHINA

Kích thước lõi thép như sau: D_t = 95 mm; L = 78 mm; b_g = 13 mm; b_r = 3,5 mm; Z = 36. Xác định số liệu dây quấn stator động cơ khi vận hành ở trạng thái động cơ 1 pha dùng tụ khởi động, điện áp định mức là 110/220V.



Bài giải:

B1: Cho ở đầu bài

B2: $2p_{min} = (0,4 \div 0,5)\frac{D_t}{b_g} = (0,4 \div 0,5)\frac{95}{13} = 2,92 \div 3,65$

Chọn 2p = 4

B3: $\Phi = \left(\frac{L.D_t}{P}\right).B_\delta = \frac{78.95}{2}.10^{-6}.B_\delta = 3,705.10^{-3}.B_\delta$

B4: $B_g = \left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g = \frac{95.B_\delta}{4.13} = 1,82.B_\delta$

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.95}{36.3,5}B_\delta = 2,36.B_\delta$

B6: Động cơ vận hành bình thường:

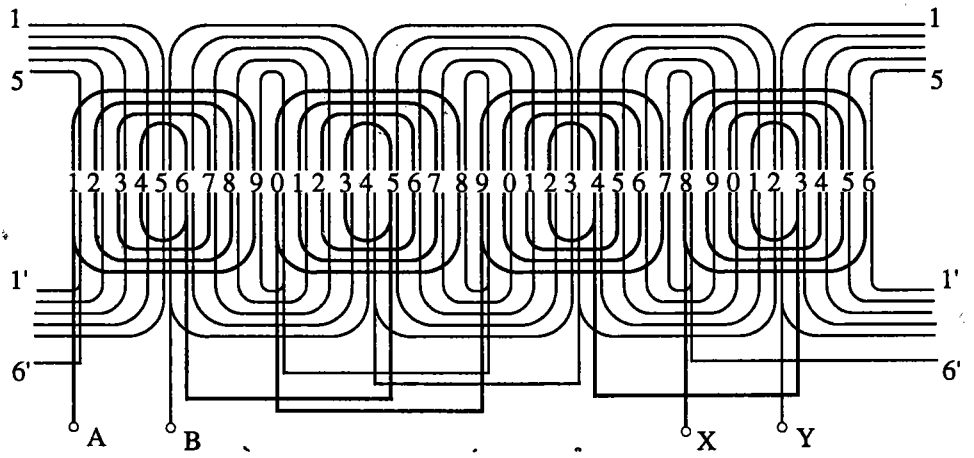
Chọn B_r = 1,4 T; B_g = 1,25T $\Rightarrow$ B_δ = 0,64T;

$\Phi = 3,705.10^{-3}.0,64 = 3,37.10^{-3}$ (Wb)

B7: Chọn dây quấn pha chính và pha phụ là dạng dây quấn Sin không mượn rãnh: Z = 36, 2p = 4.

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{9} = 20^0$ điện

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.29: Dây quấn sin kiểu không mượn rãnh; Z = 36, 2p = 4

Đối với dây quấn pha chính:

Ta có: $\theta_1 = y_1.\alpha_d = 2.20^0 = 40^0$; $\theta_2 = y_2.\alpha_d = 4.20^0 = 80^0$

$\theta_3 = y_3.\alpha_d = 6.20^0 = 120^0$; $\theta_4 = y_4.\alpha_d = 8.20^0 = 160^0$

$$B_{ch} = Sin\frac{\theta_1}{2} + Sin\frac{\theta_2}{2} + Sin\frac{\theta_3}{2} + Sin\frac{\theta_4}{2}$$

$$= Sin20^0 + Sin40^0 + Sin60^0 + Sin80^0 = 2,835$$

$$\frac{N_1}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_1}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin20^0}{2,835} = 0,12 ; \frac{N_2}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_2}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin40^0}{2,835} = 0,226$$

$$\frac{N_3}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_3}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin60^0}{2,835} = 0,305 ; \frac{N_4}{N} = \frac{Sin\frac{\theta_4}{2}}{B_{ch}} = \frac{Sin80^0}{2,835} = 0,347 .$$

Hiệu chỉnh sao cho: $\frac{N_1}{N} + \frac{N_2}{N} + \frac{N_3}{N} + \frac{N_4}{N} = 1$

Ta có các tỉ số: $\frac{N_1}{N} = 0,122 ; \frac{N_2}{N} = 0,226 ; \frac{N_3}{N} = 0,305 ; \frac{N_4}{N} = 0,347$

$$K_{dqch} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_i}{N} Sin\frac{\theta_i}{2}$$

$$= 0,122Sin20^0 + 0,226Sin40^0 + 0,305Sin60^0 + 0,347Sin80^0 = 0,79$$

Đối với dây quấn pha phụ:

$$\theta'_1 = y'_1.\alpha_d = 1.20^0 = 20^0; \theta'_2 = y'_2.\alpha_d = 3.20^0 = 60^0;$$

$$\theta'_3 = y'_3.\alpha_d = 5.20^0 = 100^0; \theta'_4 = y'_4.\alpha_d = 7.20^0 = 140^0;$$

$$\theta'_5 = y'_5.\alpha_d = 9.20^0 = 180^0$$

$$B_{ph} = Sin\frac{\theta'_1}{2} + Sin\frac{\theta'_2}{2} + Sin\frac{\theta'_3}{2} + Sin\frac{\theta'_4}{2} + Sin\frac{\theta'_5}{2}$$

$$= Sin10^0 + Sin30^0 + Sin50^0 + Sin70^0 + Sin90^0 = 3,379$$

$$\frac{N'_1}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_1}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin10^0}{3,379} = 0,051; \frac{N'_2}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_2}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin30^0}{3,379} = 0,147;$$

$$\frac{N'_3}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_3}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin50^0}{3,379} = 0,226; \frac{N'_4}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_4}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin70^0}{3,379} = 0,277;$$

$$\frac{N'_5}{N'} = \frac{Sin\frac{\theta'_3}{2}}{B_{ph}} = \frac{Sin90^0}{3,379} = 0,295$$

Hiệu chỉnh sao cho: $\frac{N'_1}{N'} + \frac{N'_2}{N'} + \frac{N'_3}{N'} + \frac{N'_4}{N'} + \frac{N'_5}{N'} = 1.$

Ta có các tỉ số:

$$\frac{N'_1}{N'} = 0,055; \frac{N'_2}{N'} = 0,147; \frac{N'_3}{N'} = 0,226; \frac{N'_4}{N'} = 0,277; \frac{N'_5}{N'} = 0,295$$

$$K_{dqph} = \sum_{i=1}^{n} \frac{N'_i}{N'} Sin\frac{\theta_i}{2} = 0,055Sin10^0 + 0,147Sin30^0 + 0,226Sin50^0$$

$$+ 0,277Sin70^0 + 0,295Sin90^0 = 0,81$$

B8: Tính $K_E = \left(\frac{0,9-0,86}{100-50}\right)(58,16-50) + 0,86 = 0,87$

$$N_{ch} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.K_{dqch}} = \frac{0,87.220}{4,44.50.3,37.10^{-3}.0,79} = 323 \text{ (vòng)}$$

$$N = \frac{N_{ch}}{4} = \frac{323}{4} = 80 \text{ (vòng)}$$

$N_1 = 0{,}122.80 = 10$ (vòng); $N_2 = 0{,}226.80 = 18$ (vòng);

$N_3 = 0{,}305.80 = 24$ (vòng); $N_4 = 0{,}347.75 = 28$ (vòng).

B9:

$$S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)\left(h - \frac{d_2}{2}\right) + \left(\frac{\pi d^2}{8}\right)$$

$$= \left(\frac{6+4}{2}\right)\left(15 - \frac{6}{2}\right) + \frac{\pi.6^2}{8} = 74{,}13\ (mm^2)$$

Chọn $k_{ld} = 0{,}46$; chọn rãnh chứa $N_4 = 28$(vòng)

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{N_4} = \frac{0{,}46.74{,}13}{28} = 1{,}21$ mm^2

Đường kính dây $d_{cd} = 1{,}128\sqrt{S_{cd}} = 1{,}128\sqrt{1{,}21} = 1{,}24$ mm

Đường kính dây quấn chính không kể cách điện:

$d_{ch} = d_{cd} - 0{,}05 = 1{,}24 - 0{,}05 = 1{,}19$ mm. Chọn $d_{ch} = 1{,}2$ mm.

Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A).

$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)J.2a = 1.\frac{3{,}14.1{,}2^2}{4}.6{,}5.1 = 7{,}34\,\text{A}$$

Chọn $\eta = 0{,}86$ và $\cos\varphi = 0{,}85$ (tra bảng)

$P_{đm} = U_{đmpha}.I_{dmpha}.\eta.\cos\varphi = 220.7{,}34.0{,}86.0{,}85 = 1180$ (w)

B10: $K_{Lch} = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1{,}35(95+17)}{36} = 13{,}2$ mm:

L'= L + (5÷ 10mm) = 78 + 8 = 86 mm

$CV_{chi} = 2(K_{Lch}.y_i + L') = 2(13{,}2.y_i + 86)$ mm.

Y_i	2	4	6	8
$CV_{chi\ lí\ thuyết}$ (mm)	224,8	277,6	330,4	383,2
$CV_{chi\ thực\ tế}$ (dm)	CV_1=2,3	CV_2 = 2,8	CV_3 = 3,3	CV_4 = 3,9

$L_{ch} = 4.[N_1.CV_1 + N_2.CV_2 + N_3.CV_3 + N_4.CV_4]$

$= 4.[10.2{,}3 + 18.2{,}8 + 24.3{,}3 + 28.3{,}9] = 1047$ dm

$$W_{dqch} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ch}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.1047.1.\frac{\pi.1,2^2}{4}.10^{-4} = 1,15(kg)$$

$$r_{ch} = \left(0,0192^{\Omega mm^2/m}\right)4.\frac{L_{ch}}{\pi.d_{ch}^2} = 0,0192.4.\frac{104,7}{\pi.1,2^2} = 1,77\Omega.$$

B11: Điện dung C:

$$C = \frac{3180.t^2}{\left(1+a^2\right)r_{ch}.C_w} = \frac{3180.t^2}{\left(1+a^2\right)1,77.0,5} = \frac{3593,2t^2}{\left(1+a^2\right)}(**)$$

$$y_{tbch} = \frac{N_1}{N}y_1 + \frac{N_2}{N}y_2 + \frac{N_3}{N}y_3 + \frac{N_4}{N}y_4$$

$$= 0,122.2 + 0,226.4 + 0,305.6 + 0,347.8 = 5,3$$

$$y_{tbph} = \frac{N_1^{'}}{N^{'}}y_1^{'} + \frac{N_2^{'}}{N^{'}}y_2^{'} + \frac{N_3^{'}}{N^{'}}y_3^{'} + \frac{N_4^{'}}{N^{'}}y_4^{'} + \frac{N_5^{'}}{N^{'}}y_5^{'}$$

$$= 0,055.1 + 0,147.3 + 0,226.5 + 0,277.7 + 0,295.9 = 6,22$$

$$K_{L\,ph} = \frac{\pi.\gamma.\left(D_t + \frac{h_r}{2}\right)}{Z} = \frac{\pi.1,35(95+8,5)}{36} = 12,2$$

$$C_w = a.t.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}}.\left(\frac{K_{L.ph}.y_{tbph} + L^{'}}{K_{Lch}.y_{tbch} + L^{'}}\right)$$

$$= a.t.\frac{0,79}{0,81}\left(\frac{12,2.6,22+86}{13,2.5,3+86}\right) = 1,01.a.t = 0,5$$

Nên: $t = \frac{0,5}{1,01.a} = \frac{0,49}{a}$ thế vào phương trình (**) ta có:

$C = \frac{3593,2.0,48^2}{a^4 + a^2} = \frac{827,87}{a^4 + a^2}$; chọn C = 400μF

Giải phương trình: $a^4 + a^2 = 2,07$;

Ta có $a^2 = 1,023$; a = 1,01 và t = 0,48

Đường kính dây quấn pha phụ không kể cách điện:

$d_{ph} = d_{ch}.\sqrt{t} = 1,2\sqrt{0,48} = 0,83$ mm. Chọn $d_{ph} = 0,85$ mm

Xác định phân bố dây quấn pha phụ:

$$N_{ph} = a.N_{ch}.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}} = 1,01.320.\frac{0,79}{0,81} = 293 \text{ (vòng/pha)}$$

$$N' = \frac{N_{ph}}{4} = \frac{293}{4} = 73 \text{ (vòng)}$$

$N'_1 = 0,055.73 = 4$ (vòng); $N'_2 = 0,147.73 = 10$ (vòng);

$N'_3 = 0,226.73 = 16$ (vòng); $N'_4 = 0,277.73 = 20$ (vòng);

$N'_5 = 0,295.73 = 23$ (vòng).

B12: $d_{chcđ} = 1,25mm \rightarrow S_{chcđ} = 1,22mm^2$

$d_{phcđ} = 0,9mm \rightarrow S_{phcđ} = 0,635\ mm^2$

với $S_r = 74,13mm^2$:

Kiểm tra hệ số lấp đầy các rãnh.

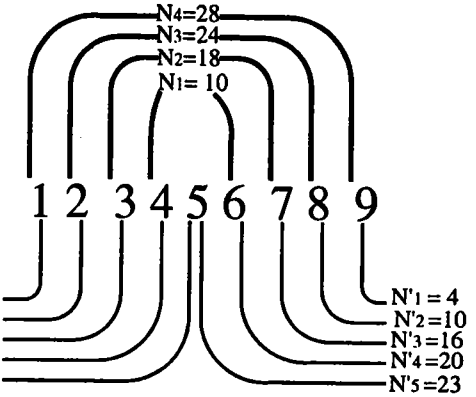
$$K_{ld1} = \frac{N_4.S_{chcd} + N'_1 S_{phcd}}{S_r} = \frac{28.1,22 + 4.0,635}{74,13} = 0,49 \text{ (có thể chấp nhận);}$$

$$K_{ld2} = \frac{N_3.S_{chcd} + N'_2 S_{phcd}}{S_r} = \frac{24.1,22 + 10.0,635}{74,13} = 0,48 \text{ (thỏa)}$$

$$K_{ld3} = \frac{N_2.S_{chcd} + N'_3 S_{phcd}}{S_r} = \frac{18.1,22 + 16.0,635}{74,13} = 0,43 \text{ (thỏa)}$$

$$K_{ld4} = \frac{N_1.S_{chcd} + N'_4 S_{phcd}}{S_r} = \frac{10.1,22 + 20.0,635}{74,13} = 0,33 \text{ (thỏa)}$$

$$K_{ld5} = \frac{2.N'_5 S_{phcd}}{S_r} = \frac{2.23.0,635}{74,13} = 0,39 \text{ (thỏa)}$$



Hình 3.30: Phân bố pha chính và pha phụ dây quấn sin kiểu không mượn rãnh; Z = 36, 2p = 4

B13: Ước lượng bội số dòng điện khởi động của động cơ:

$$C = \frac{3180.P_{dm}.m_1}{U_{dm}^2.(1+a^2)\eta.Cos\varphi}$$

Vậy: $m_1 = \frac{C.U_{dm}^2.(1+a^2)\eta.Cos\varphi}{3180.P_{dm}} = \frac{400.220^2.(1+1{,}01^2)0{,}86.0{,}85}{3180.1180} = 7{,}5$

B14: $K_{L\,ph} = \frac{\pi.\gamma.\left(D_t + \frac{h_r}{2}\right)}{Z} = \frac{\pi.1{,}35(95+8{,}5)}{36} = 12{,}2$ mm;

L'= L + (5÷ 10mm) = 78 + 8 = 86 mm

$CV_{phi} = 2(K_{Lph}.y_i' + L') = 2(12{,}2.y_i' + 86)$ mm

Y_i'	1	3	5	7	9
$CV'_{phi\ lí\ thuyết}$ (mm)	196,4	245,2	294	342,8	391,6
$CV'_{phi\ thực\ tế}$ (dm)	$CV'_1 = 2$	$CV'_2 = 2{,}5$	$CV'_3 = 3$	$CV'_4 = 3{,}5$	$CV'_5 = 4$

$L_{ph} = 4.[N'_1.CV'_1 + N'_2.CV'_2 + N'_3.CV'_3 + N'_4.CV'_4 + N'_5.CV'_5]$

$= 4.[4.2 + 10.2{,}5 + 16.3 + 20.3{,}5 + 23.4] = 972$ dm

$$W_{dqph} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ph}.n.\frac{\pi d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.972.1\frac{\pi.0,85^2}{4}.10^{-4} = 0,54(kg)$$

Tóm tắt kết quả tính toán:

Công suất động cơ: $P_{đm}$ = 1180 (w)

Dòng điện định mức: $I_{đm}$ = 7,34 A

Đường kính dây pha chính và pha phụ: d_{ch} = 1,2 mm. d_{ph} = 0,8 mm

Tỉ số a = 1,01.

Khối lượng dây pha chính: W_{dqch} = 1,15 (kg)

Khối lượng dây pha phụ: W_{dqph} = 0,54 (kg)

Phân bố số vòng pha chính như sau:

Y_i	2	4	6	8
Số vòng/bối	$N_1 = 10$	$N_2 = 18$	$N_3 = 24$	$N_4 = 28$
$CV_{chi\ thực\ tế}$ (dm)	CV_1=2,3	CV_2 = 2,8	CV_3 = 3,3	CV_4 = 3,9

Phân bố số vòng pha phụ như sau:

$Y_i^{'}$	1	3	5	7	9
Số vòng/bối	$N^{'}_1 = 4$	$N^{'}_2 = 10$	$N^{'}_3 = 16$	$N^{'}_4 = 20$	$N^{'}_5 = 23$
$CV^{'}_{phithực\ tế}$ (dm)	$CV^{'}_1 = 2$	$CV^{'}_2 = 2,5$	$CV^{'}_3 = 3$	$CV^{'}_4 = 3,5$	$CV^{'}_5 = 4$

Muốn động cơ vận hành được với hai cấp điện áp 110/220V, số liệu pha phụ phải qui về 110V

Ta có: $N_{ph110} = \frac{N_{ph220}}{2} = \frac{292}{2} = 146$ (vòng)

Số vòng mỗi nhóm bối: $N^{'} = \frac{N_{ph}}{4} = \frac{146}{4} = 36$ (vòng)

Số vòng mỗi bối dây quấn pha chính:

$N^{'}_1 = 0,055.36 = 2$ (vòng); $N^{'}_2 = 0,147.36 = 5$ (vòng);

$N'_3 = 0{,}226.36 = 8$ (vòng); $N'_4 = 0{,}277.36 = 10$ (vòng);

$N'_5 = 0{,}295.36 = 11$ (vòng).

Đường kính dây quấn pha phụ: $d_{ph110} = \sqrt{2}.d_{ph220} = \sqrt{2}.0{,}85 = 1{,}2mm$

Điện dung của tụ khởi động: $C_{110} = 4.C_{220} = 4.400 = 1600\mu F$

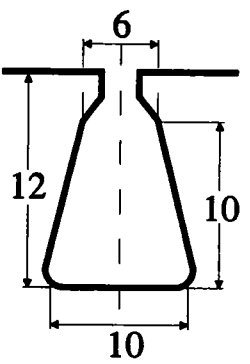
III. ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA CÓ ĐIỆN DUNG LÀM VIỆC

Bài 1: Cho quạt bàn hiệu SANYO – DYNAMIC có kích thước lõi thép như sau:

D_t = 49 mm; L = 20 mm.

b_g = 6 mm; b_r = 4 mm. Z = 16.

Xác định số liệu dây quấn stator khi làm việc ở điện áp định mứclà 220V. Chọn C = 2μF.



Bài giải:

B1: Cho ở đầu bài

B2: $2p_{\min} = (0{,}4 \div 0{,}5)\frac{D_t}{b_g} = (0{,}4 \div 0{,}5)\frac{49}{6} = 3{,}26 \div 4{,}08$

Chọn 2p = 4.

B3: $\Phi = \left(\frac{L.D_t}{P}\right).B_\delta = \frac{20.49}{2}.10^{-6}.B_\delta = 0{,}49.10^{-3}.B_\delta$.

B4: $B_g = \left(\frac{D_t}{2p.b_g}\right)B_g = \frac{49.B_\delta}{4.6} = 2{,}04.B_\delta$

B5: $B_r = \left(\frac{\pi Dt}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.49}{16.4}B_\delta = 2{,}4.B_\delta$.

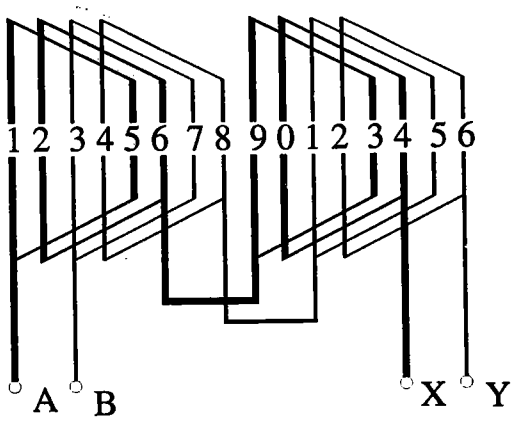
B6: Động cơ vận hành bình thường:

Chọn B_r = 1,4 T; B_g = 1,25T ⇒ B_δ = 0,6T

$\Phi = 0{,}49.10^{-3}.0{,}6 = 0{,}294.10^{-3}$ (wb)

B7: Chọn dây quấn 1 lớp, phân bố $Q_A = Q_B$, dạng đồng khuôn phân tán đơn giãn.

Sơ đồ dây quấn:



Hình 3.31: Dây quấn ĐCKĐB 1 pha kiểu đồng khuôn thông thường; Z = 36, 2p = 4

Ta có: $\tau = \frac{z}{2p} = \frac{16}{4} = 4$ (rãnh/1 cực); $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{4} = 45^0$; $q_A = q_B = 2$

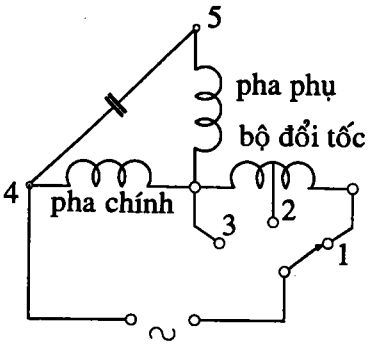
Hệ số dây quấn: $k_{dqch} = k_{dqph} = \frac{Sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q.Sin\frac{\alpha_d}{2}} = \frac{Sin\left(2.\frac{45^0}{2}\right)}{2.Sin\frac{45^0}{2}} = 0,92$

B8: $K_E = 0,75$ vì ($\tau.L < 15$ cm^2)

$$N_{ch} = \frac{K_E.U_{dmpha}}{4,44.f.\Phi.k_{dqch}} = \frac{0,75.220}{4,44.50.0,294.10^{-3}.0,92} = 2748 \text{ (vòng/pha chính)}$$

$$N_{bch} = \frac{N_{ch}}{4} = \frac{2748}{4} = 687 \text{ (vòng/bối).}$$

Giả sử bộ dây đổi tốc độ theo mạch hình T.



Hình 3.32: Mạch đổi tốc hình T

B9: $S_r = \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right).h = \left(\frac{6+10}{2}\right).10 = 80\,(\text{mm}^2)$

Chọn $k_{ld} = 0,4$; chọn $N_{bs} = 20\%N_{bch}$ nên: $N_{bs} + N_{bch} = 1,2.N_{bch}$

Chọn đường kính dây quấn bộ số bằng đường kính dây quấn pha chính.

$$S_{chcd} = \frac{K_{ld}.S_r}{1,2.N_{bch}} = \frac{0,4.80}{1,2.687} = 0,0388 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây: $d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{0,0388} = 0,22$ mm

Đường kính dây quấn chính không kể cách điện:

$d_{ch} = d_{cđ} - 0,02 = 0,22 - 0,02 = 0,2$ mm; chọn $d_{ch} = 0,2$ mm

Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A)

$$I_{ch} = n.\left(\frac{\pi.d_{ch}^{\,2}}{4}\right)J.2a = 1.\frac{3,14.0,2^2}{4}.6,5.1 = 0,2 \text{ A}.$$

B10: $K_{Lch} = \frac{\pi.\gamma.(D_t + h_r)}{Z} = \frac{\pi.1,35(49+12)}{16} = 16,16$ mm:

L'= L + (5÷ 10mm) = 20 + 8 = 28 mm

$CV_{ch} = 2(K_{Lch}.y + L') = 2(16,16.4 + 28) = 185,28\text{mm} = 1,9\text{dm}.$

$L_{ch} = 4.N_{bch}.CV_{ch} = 4.687.1,9 = 5221\text{dm}$

$$W_{dqch} = 1.1.\left(8.9kg/dm^3\right)..L_{ch}.n.\frac{\pi.d^2}{4}10^{-4}$$

$$= 1,1.8,9.5221.1.\frac{\pi.0,2^2}{4}.10^{-4} = 0,16(kg)$$

$$r_{ch} = \left(0{,}0192^{\Omega mm^2/m}\right) 4\frac{L_{ch}}{\pi.d_{ch}^2} = 0{,}0192.4.\frac{522{,}1}{\pi.0{,}2^2} = 319{,}2\Omega$$

B11: Điện dung C:

$$C = \frac{3180.t^2}{\left(1+a^2\right)r_{ch}.C_w} = \frac{3180.t^2}{\left(1+a^2\right)319{,}2.1} = \frac{9{,}96.t^2}{\left(1+a^2\right)} \quad (***)$$

$$K_{l.ph} = \frac{\pi.\gamma.\left(D_t + \frac{h_r}{2}\right)}{Z} = \frac{\pi.1{,}35(49+6)}{16} = 14{,}57$$

$$C_w = a.t.\frac{k_{dqch}}{k_{dqph}}.\left(\frac{K_{l,ph}.y_{tbph} + L'}{K_{Lch}.y_{tbch} + L'}\right) = a.t. = 1.$$

Nên: $t = \frac{1}{a}$ thế vào phương trình (***) ta có:

$$C = \frac{9{,}96}{a^4 + a^2} = 2$$

Giải phương trình: $a^4 + a^2 = 4{,}98$

Ta có $a^2 = 1{,}78$; $a = 1{,}33$ và $t = 0{,}75$

Đường kính dây quấn pha phụ không kể cách điện:

$d_{ph} = d_{ch}.\sqrt{t} = 0{,}2\sqrt{0{,}75} = 0{,}17$ mm. Chọn $d_{ph} = 0{,}15$ mm.

B12: Điện áp giữa hai đầu tụ: $U_c = U_{dm}\sqrt{1+a^2} = 220\sqrt{1+1^2} = 311$ V.

Chọn điện áp làm việc của tụ là $U_C = 350 \div 400$V

Dòng điện qua dây chung ($I_{đm}$):

$$I_{dm} = \frac{I_{ch}\sqrt{1+a^2}}{a} = \frac{0{,}2.\sqrt{1+1^2}}{1} = 0{,}28\text{ A}.$$

Công suất định mức khi ước lượng hiệu suất: $\eta = 0{,}6$:

$P_{đm} = U_{đm}.I_{dm}.\eta.\cos\varphi = 220.0{,}28.0{,}6.1 = 37$ (w)

Tóm tắt kết quả tính toán:

Công suất động cơ: $P_{đm} = 37$ (w).

Dòng điện định mức: $I_{đm} = 0{,}28$ A.

Đường kính dây pha chính và pha phụ: $d_{ch} = d_{bs} = 0,2$ mm; $d_{ph} = 0,17$m

Tỉ số a = 1,33

Khối lượng dây pha chính và pha phụ: $W_{dqph} = W_{dqch} = 0,16$(kg)

Phân bố số vòng pha chính như sau: $N_{ch} = 550$ (vòng/bối);

$N_{bs} = 137$ (vòng/bối).

Phân bố số vòng pha phụ: $N_{ph} = a.N_{ch} = 1,33.550 = 730$ (vòng/bối)

Bài 2: Động cơ KĐB 3 pha có $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, Z = 36, 2p = 4. dây quấn đồng khuôn tập tâm 1 lớp. Số vòng dây mỗi pha $N_{pha} = 432$(vòng). Tiết diện rãnh stator $S_r = 50$ mm^2, 2 sợi chập. Mỗi pha có 2 mạch nhánh song song. Cách điện cấp A.

1. Tính dòng điện định mức pha của động cơ.
2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện một pha với điện áp nguồn là 380V. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ. Tính giá trị điện dung làm việc C_{lv}, điện dung mở máy C'_{mm} và điện áp của tụ điện cho động cơ.

Bài giải:

1. Tính dòng điện định mức pha của động cơ.

Chọn $k_{ld} = 0,46$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{n.u_r.N_b} = \frac{0,46.50}{2.1.72} = 0,159$ mm^2

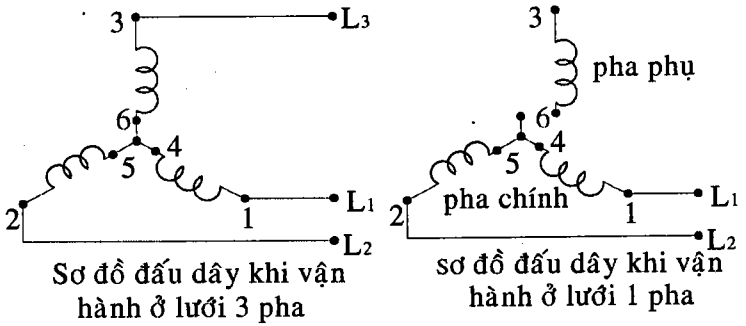
Đường kính dây: $d_{cd} = 1,128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{0,159} = 0,45$ mm

Đường kính dây đồng trần: d = $d_{cđ}$ - 0,05 = 0,45 – 0,05 = 0,4 mm

Chọn J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A):

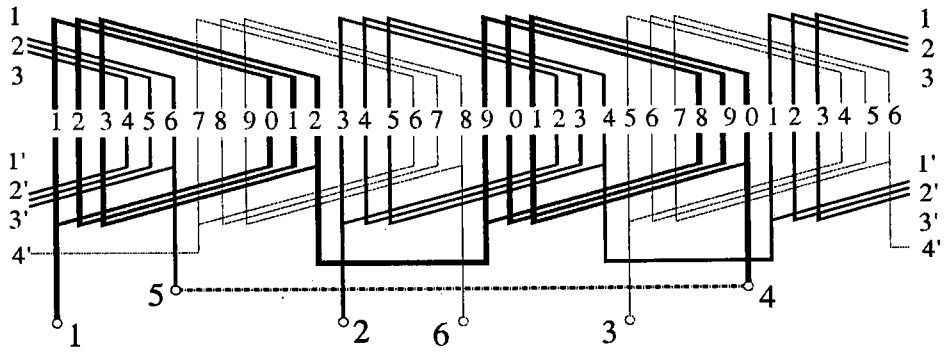
$$I_{dmpha} = n.\left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J.2a = 2.\frac{\pi.0,4^2}{4}6,5.2 = 0,82\,(A)$$

2. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ trên làm việc trong lưới điện một pha với điện áp nguồn là 380V.



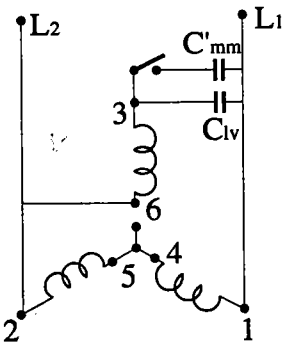
Hình 3.33: Chuyển đổi động cơ 3 pha thành động cơ 1 pha

Sơ đồ đấu dây:



Hình 3.34: Sơ đồ khai triển dây quấn 1 pha kiểu đồng khuôn tập trung; Z = 36, 2p = 4

Tính giá trị điện dung làm việc C_{lv}, điện dung mở máy C'_{mm} và điện áp của tụ điện cho động cơ. Chọn sơ đồ đấu như sau:



Hình 3.35: Sơ đồ đấu dây khi vận hành ở lưới 1 pha

$$C_{lv} = K.\frac{I_{dmpha}}{U_{1pha}} = 2800.\frac{0,82}{380} = 6\mu F.$$

Và: $C_{mm} = (2,5 \div 3)C_{lv} = 15\mu F \div 18\mu F$

Nên: $C'_{mm} = C_{mm} - C_{lv} = 9\mu F \div 12\mu F$

Điện áp trên hai đầu tụ: $U_c = 1,15U_{dm} = 1,15.380 = 437V$.

Chọn $U_c = 440V$.

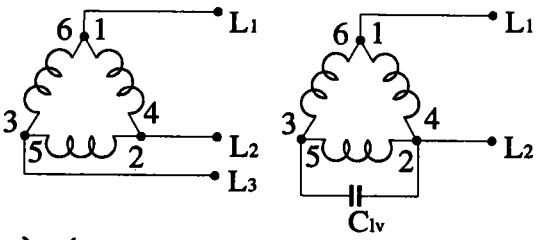
Bài 3: Động cơ KĐB 3 pha có U_{dm} = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, Z = 36, 2p = 4. dây quấn đồng khuôn tập tâm 1 lớp. Số vòng dây mỗi pha N_{pha} = 432(vòng). Tiết diện rãnh stator S_r = 50 mm^2, sợi chập 2. Mỗi pha có 2 mạch nhánh song song. Cách điện cấp A.

1. Tính dòng điện định mức pha của động cơ.
2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện một pha với điện áp nguồn là 220V. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ. Tính giá trị điện dung làm việc C_{lv}, điện dung mở máy C'_{mm} và điện áp của tụ điện cho động cơ.
3. Tính số vòng dây của mỗi pha và tiết diện dây quấn khi cho động cơ trên làm việc trong lưới điện có điện áp U_{dm} = 380/660V, đấu Δ/Y.

Bài giải:

1. Như bài trên.
2. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ trên làm việc trong lưới điện một pha với điện áp nguồn là 2200V.

   Cơ sở lí luận khi thay đổi thực hiện như sau:

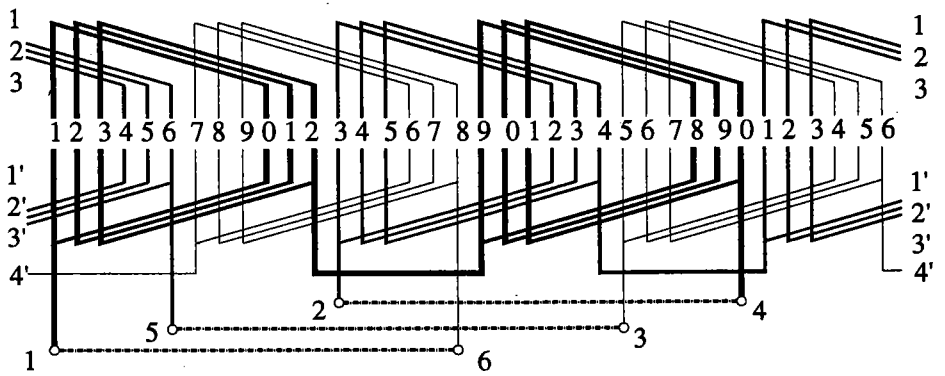


Sơ đồ đấu dây khi vận hành ở lưới 3 pha

Sơ đồ đấu dây khi vận hành ở lưới 1 pha

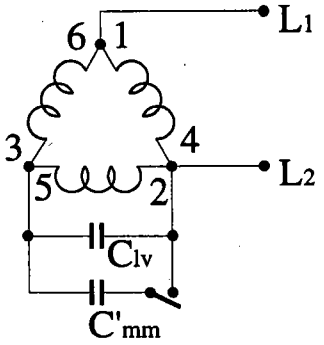
Hình 3.36: Chuyển đổi động cơ 3 pha thành động cơ 1 pha

Sơ đồ đấu dây:



Hình 3.37: Sơ đồ triển khai dây quấn 1 pha kiểu đồng khuôn tập trung; 1 lớp Z = 36, 2p = 4

Tính giá trị điện dung làm việc C_{lv}, điện dung mở máy C'_{mm} và điện áp của tụ điện cho động cơ. Chọn sơ đồ đấu như sau:



Hình 3.38: Sơ đồ đấu dây khi vận hành ở lưới 1 pha

$$C_{lv} = K.\frac{I_{dmpha}}{U_{1pha}} = 4800.\frac{0,82}{220} = 17,89\mu F$$; chọn $C_{lv} = 20\mu F$

Và: $C_{mm} = (2,5 \div 3)C_{lv} = 50\mu F \div 60\mu F$

Nên: $C'_{mm} = C_{mm} - C_{lv} = 30\mu F \div 40\mu F$

Điện áp trên hai đầu tụ: $U_c = U_{dm} = 220V$

3. Tính số vòng dây của mỗi pha và tiết diện dây quấn khi cho động cơ trên làm việc trong lưới điện có điện áp $U_{dm} = 380/660V$, đấu Δ/Y.

Ta có tỉ số: $\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{U_{dmpha1}}{U_{dmpha2}} = \frac{220}{380} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$N_{pha2} = \sqrt{3}.N_{pha1} = 432.\sqrt{3} = 748$ (vòng/pha)

Tỉ số tiết diện dây quấn: $\frac{S_2}{S_1} = \frac{U_{pha1}}{U_{pha2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

Nên: $S_2 = \frac{S_1}{\sqrt{3}} = \frac{0{,}159}{\sqrt{3}} = 0{,}09\,mm^2$ (kể cả cách điện)

C. BÀI TẬP

Bài 1: Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn dạng 1 lớp có thể có cho stator động cơ 1 pha hay 2 pha với kết cấu như sau:

a. Z = 16, 2p = 2; Z = 16, 2p = 4.

b. Z = 36, 2p = 6; Z = 48, 2p = 6.

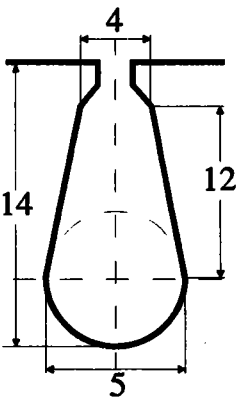
Bài 2: Giải lại bài tập 1 với dây quấn dạng 2 lớp.

Bài 3: Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn sin có thể có cho stator động cơ 1 pha hay 2 pha với kết cấu như sau:

a. Z = 24, 2p = 2.

b. Z = 36, 2p = 4.

Bài 4: Cho stator của một động cơ ĐCKĐB 3 pha nội địa Nhật Bản, có kích thước lõi thép như sau:



D_t = 85mm.

L = 60mm.

b_g = 13mm.

b_r = 4mm.

Z = 36.

Bây giờ người ta muốn quấn lại động cơ này để vận hành ở lưới 1 pha 220V, theo dạng động cơ một pha khởi động bằng pha phụ. Tuy nhiên người ta muốn thực hiện theo một trong hai phương án: 2p = 2 hay 2p = 4.

a. Xác định số liệu dây quấn pha chính và pha phụ khi chọn 2p = 2. Ước lượng công suất động cơ đạt được lúc này.

b. Tính lại số liệu dây quấn pha chính và pha phụ khi chọn 2p = 4.

So sánh công suất động cơ đạt được trong hai trường hợp.

Bài 5: Cho động cơ quạt đứng 2 cánh dùng tụ điện thường trực, điện áp làm việc là 220V. Kích thước lõi thép stator như sau:

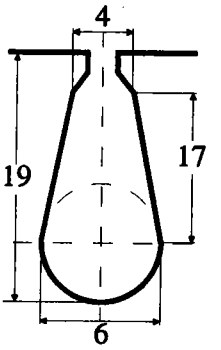
D_t = 78 mm;

L = 65 mm.

b_g = 10 mm;

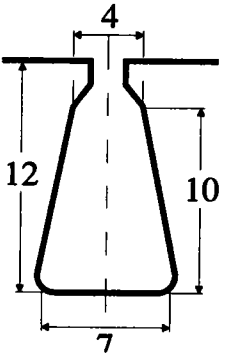
b_r = 3,5 mm.

Z = 36.



Xác định số liệu dây quấn stator khi làm việc ở điện áp định mức là 220V. Chọn C = 15μF.

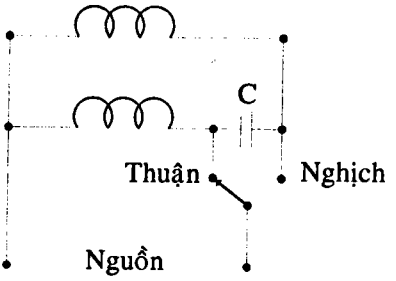
Bài 6: Cho động cơ máy giặt dùng tụ điện thường trực, điện áp làm việc là 220V. Kích thước lõi thép stator như sau:



D_t = 66 mm; L = 45 mm.

b_g = 6 mm; b_r = 4 mm. Z = 24.

Nếu động cơ được tính toán lại để vận hành 1 cấp tốc độ ứng với 2p = 4 và có thể đổi chiều quay cho động cơ theo sơ đồ sau:



Hãy tính toán số liệu dây quấn và xác định điện dung cho tụ điện làm việc.

Chương 4

TÍNH TOÁN THAY ĐỔI THAM SỐ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KBĐ 1 PHA VÀ 3 PHA

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

I. THAY ĐỔI ĐIỆN ÁP U_1

- Khi điện áp làm việc nhỏ hơn điện áp định mức: $U_1 < U_{1đm}$

Giả sử $U_1 = kU_{1đm}$.

Với $K < 1$ (điện áp giảm k lần) thì Moment sẽ giảm k^2 lần.

Khi đó ta có $M = k^2 M_{đm}$

- Mà: $M_c \approx M = C\Phi I_2 \cos\psi_2 = Const.$

ψ_2: góc lệch pha giữa I_2 và E_2.

Ta có:

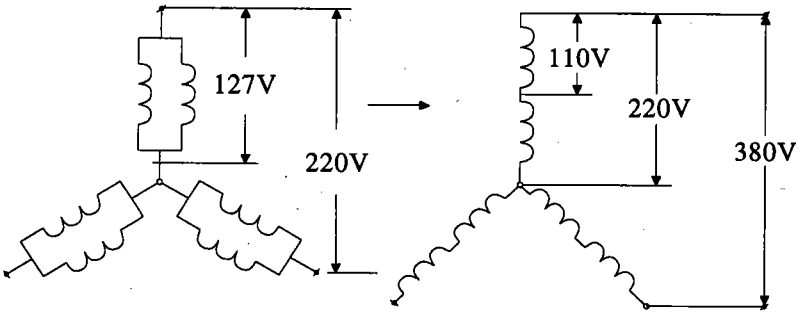
- U_1 giảm làm cho Φ giảm dẫn đến I_2 tăng do M_c = const. Do đó tổn hao đồng trên rotor tăng. Khi đó dòng điện I_1 tăng nên tổn hao đồng trên Stator tăng.

- U_1 giảm thì I_0 giảm dẫn đến tổn hao trên lõi sắt: $\Delta P_{Fe} = 3 I^2_0 . r_m$ giảm nhiều (máy mát). Do đó hệ số $\cos\varphi$ tăng lên.

Do đó để tăng $\cos\varphi$ khi động cơ làm việc bình thường ta đấu Δ, khi động cơ làm việc non tải thì đấu Y.

*** Đấu lại dây quấn stator làm việc ở điện áp mới:**

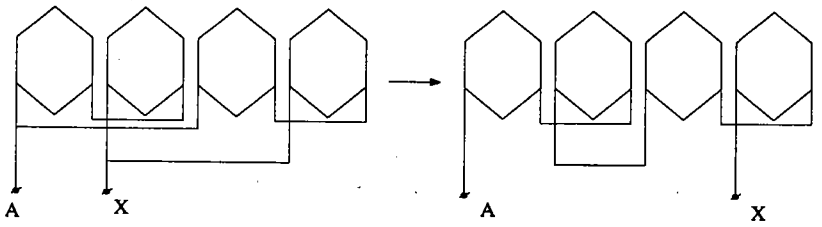
- Động cơ có điện áp 220V Y/Y để làm việc điện áp 380V thì đấu Y.



Hình 4.1: Đấu lại dây quấn stator động cơ từ 220V sang 380V

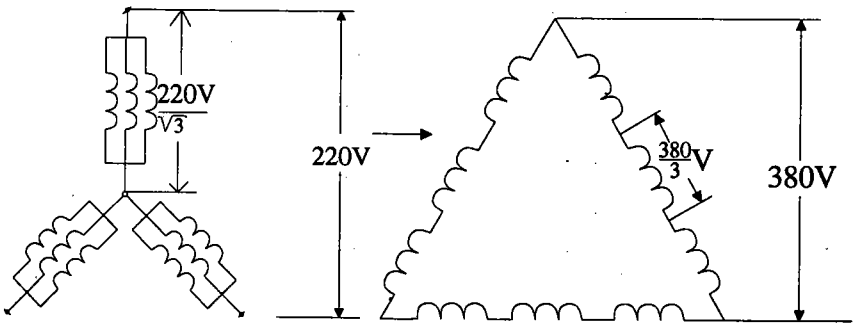
$$\frac{P_c}{P_m} = \left(\frac{U_c}{U_m}\right)^2 = \left(\frac{127}{110}\right)^2$$

- Một pha có 2 mạch nhánh song song thì được đấu lại.



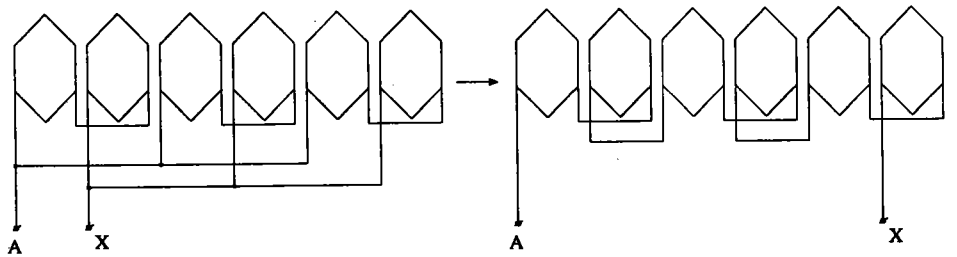
Hình 4.2: Sơ đồ đấu lại 2 mạch nhánh song song trong 1 pha

- Động cơ điện 220V, có 3 mạch nhánh song song làm việc với điện áp 380V thì đấu Δ.



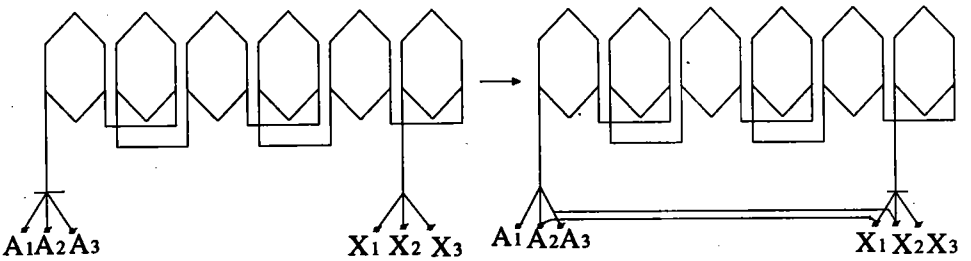
Hình 4.3: Đấu lại dây quấn động cơ điện 220V, 3 mạch nhánh song song làm việc với điện áp 380V

- Động cơ có 3 mạch nhánh song song được đấu lại:



Hình 4.4: Đấu lại dây quấn động cơ có 3 mạch nhánh song song

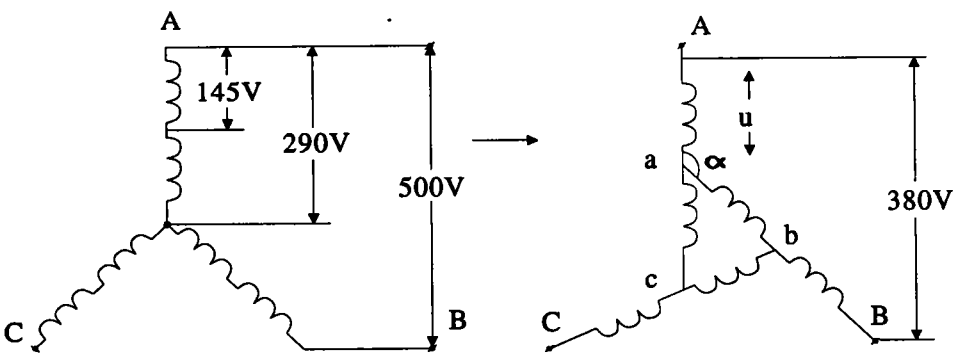
- Động cơ có 3 sợi chập được đấu lại.



Hình 4.5: Đấu lại dây quấn của động cơ có 3 sợi chập

$X_1 - A_2$; $X_2 - A_3$; A nối vào A_1; X nối vào X_3

- Động cơ không đồng bộ 3 pha có điện áp 500V đấu Y chuyển sang làm việc điện áp 380V đấu Y -Δ..



Hình 4.6: Đấu lại dây quấn ĐC KĐB 3 pha 500V sang làm việc với điện áp 380V

$$\overline{AB} = \overline{aA^2} + \overline{aB^2} - 2(\overline{aA})(\overline{aB}).\cos 120^0$$

$$= u^2 + 4u^2 - 2(u)(2u)(-\frac{1}{2}) = 7u^2$$

$$\Rightarrow AB = u\sqrt{7} = 145\sqrt{7} = 383V$$

II. THAY ĐỔI TẦN SỐ: F_1

- Khi tần số làm việc nhỏ hơn tần số định mức của động cơ: $f_1 < f_{đm}$.

Giả sử $U_{đm}$ = const thì:

- Khi f_1 giảm làm cho ϕ tăng dẫn đến dòng điện I_0 tăng.

Do đó tổn hao Fe do dòng foucault tăng:

$$\Delta P_{Fe} = (m_1 I^2_0 r_m)$$ tăng làm cho lõi thép nóng.

và hệ số $\cos\varphi$ của động cơ điện giảm.

- Khi f_1 giảm thì $n = n_1 (1-s)$ giảm nên tốc độ làm nguội của các cánh quạt sẽ giảm,do đó máy càng nóng hơn nữa.

* Nếu $f_1 > f_{đm}$:

- Khi f_1 tăng làm cho ϕ giảm dẫn đến I_0 giảm.

và ΔP_{Fe} giảm nên lõi thép ít nóng.Do đó $\cos\varphi$ tăng.

- Khi f_1 tăng thì n tăng, mà

$$M_{dt} = \frac{m_1 . p . U_1^2 . \frac{r_2'}{s}}{2\Pi f_1 \left[(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]}$$

Như vậy M_{dt} giảm khi f_1 tăng.

* Vậy ta thay dây quấn mới nếu $f_1 < f_{đm}$ và dựa vào số liệu cũ để tính toán.

Bài toán: $\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{f_2}{f_1}$

Nếu kết cấu dây quấn không thay đổi:

$$\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{N_{b1}}{N_{b2}} = \frac{S_{cd2}}{S_{cd1}} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{N_{b1}}{N_{b2}} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = \sqrt{\frac{f_2}{f_1}}$$

- Nhân tử và mẫu cho J ta được: $\frac{I_{dmpha2}}{I_{dmpha1}} = \frac{S_{cd2}}{S_{cd1}}$

Giả sử: $\eta_1, \cos\varphi_1 = \eta_2, .\cos\varphi_2$ ta được: $\frac{P_{dm2}}{P_{dm1}} = \frac{f_2}{f_1}$

III. THAY ĐỔI KIỂU DÂY QUẤN

* Từ dây quấn 1 lớp chuyển sang dây quấn 2 lớp.

$$\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{k_{dq2}}{k_{dq1}}$$

Chú ý: Dây quấn kiểu 2 lớp K_{dq} thay đổi nên N_{pha} cũng thay đổi. Vì số bối dây trong 1 pha của dây quấn 1 lớp khác dây quấn 2 lớp nên ta viết:

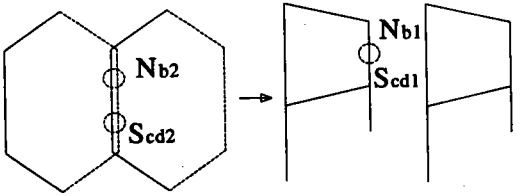
$$\frac{N_{b1}}{N_{b2}} = \frac{k_{dq2}}{k_{dq1}}$$

-Với số bối dây/pha (mới) → số vòng/bối: $N_{b2} = \frac{N_{pha2}}{\text{số bối dây/pha(mới)}}$

- Tiết diện và số vòng dây quấn trong 1 bối dây quấn cũ: S_1 và N_{b1}. Ta tìm được tiết diện dây quấn mới: S_2, N_{b2}.

- Phải dựa vào sơ đồ dây quấn ta tìm được S_{cd2}.

Thí dụ 1:



$2N_{b2}.\ S_{cd2} = N_{b1}.\ S_{cd1}$ (để đảm bảo $k_{ld} = 0,46$) → S_{cd2}.

Thí dụ 2: Cho dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp: Z = 24, 2p = 4, $S_{cđ}$ =1mm^2, N_{pha1} = 100 vòng. Nếu chuyển thành dây quấn 2 lớp thì N_{b2}, $S_{cđ2}$ được tính như thế nào?

Giải

Ta có: $\tau = \frac{Z}{2p} = 6; \quad q = \frac{\tau}{m} = 2; \quad \alpha_đ = \frac{180^0}{\tau} = 30^0$

Từ phương trình: $\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{k_{dq2}}{k_{dq1}}$

$$+ k_{dq1} = k_{1đ}.\ k_{r1} = 1\frac{\sin q\frac{\alpha_đ}{2}}{q\sin\frac{\alpha_đ}{2}} = \frac{0,5}{0,517} = 0,965$$

$$+ k_{dq2} = k_{n2}.\ k_{r2} = \sin\left(\frac{y}{\tau}.\frac{\Pi}{2}\right).\frac{\sin q\frac{\alpha_đ}{2}}{q\sin\frac{\alpha_đ}{2}} = 0,966.\frac{0,5}{0,517} = 0,931$$

$$\rightarrow N_{pha2} = \frac{K_{dq1}}{K_{dq2}}.N_{pha1} = \frac{100 \text{ x } 0,966}{0,931} = 104\,(vòng)$$

$$N_{b2} = \frac{N_{pha2}}{số\ bối\ /\ pha} = \frac{104}{4.2} = 13\,(vòng).$$

$$2N_{b2}.\ S_{cđ2} = N_{b1}.\ S_{cđ1}$$

$$\rightarrow S_{cđ2} = \frac{N_{b1}.S_{cđ1}}{2N_{b2}} = \frac{\frac{100}{4}.1}{2.13} = 0,96(mm^2)$$

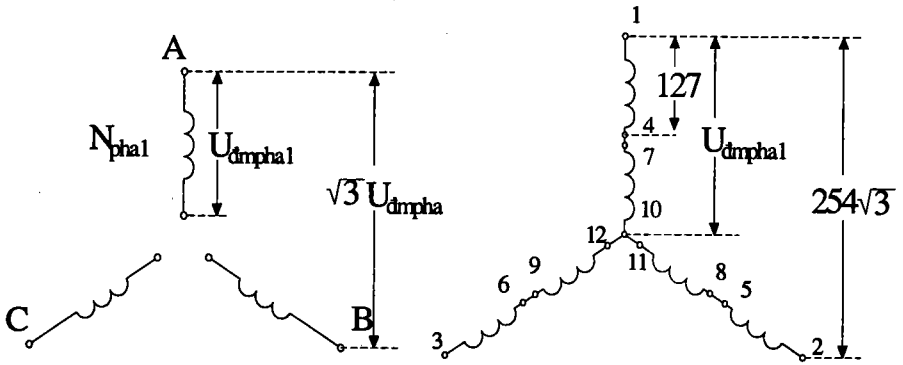
* Đối với dây quấn sin: khi thay đổi từ không mượn rãnh sang có mượn rãnh:

- Dựa vào tỷ số: $\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{k_{dq2}}{k_{dq1}}$
- Số nhóm bối trong một pha bằng 2p.
- Dựa vào 3 phương pháp xác định N/N_i để tính số vòng dây mỗi bối.

IV. THAY ĐỔI SỐ ĐẦU DÂY RA

* Dựa vào điện áp cách đấu cũ:

+ 6 đầu dây ra: Δ/Y.



Hình 4.7: Sơ đồ dây quấn có 6 đầu ra

* Nếu 12 đầu dây ra: Y/Δ, Y//Y, Δ//Δ.

- Giả sử ta có điện áp: 440/254/220/127 tương ứng với cách đấu này thì $U_{dmpha2} = 254V$

Ta có: $\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{U_{dmpha1}}{U_{dmpha2}}$; $N_{b2} = \frac{N_{pha2}}{\text{số bối/pha}}$

* Để k_{ld} = const khi kiểu dây quấn không đổi và chỉ thay đổi số đầu dây ra thì:

$$\rightarrow \frac{N_{b1}}{N_{b2}} = \frac{S_{cd2}}{S_{cd1}}$$

* Nếu kiểu dây quấn cũng đổi:

+ Tính toán số liệu khi thay đổi kiểu dây quấn.

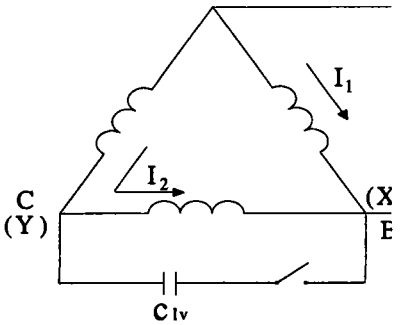
+ Tính toán thay đổi số đầu dây ra theo số liệu đã thay đổi kiểu dây quấn.

IV. SỬ DỤNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN 3 PHA TRONG LƯỚI ĐIỆN 1 PHA

Ta có: $\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2$

$$\dot{I}_2 = \frac{1}{2}.\dot{I}_1$$

$$\dot{I} = \frac{3}{2}\dot{I}_1$$



Sơ đồ 1

$I_{max} = 3/2 I_{đmpha}$

+ $P_{đm3pha} = 3U_{đmpha}.\ I_{đmpha}.\eta_{3pha}.\cos\varphi_{3pha}$

+ $P_{đm1pha} = U_{đmpha}.\ I_{đmpha}.\eta_{1pha}.\cos\varphi_{pha}$

→ $P_{đm1pha} = 0{,}5\ P_{đm3pha}$

$$C_{iv} = k\frac{I_{đmpha}}{U_{nguồn/pha}}(\mu F)$$

- Trong đó: $U_{nguồn\ 1\ pha}$ - điện áp nguồn 1 pha đặt vào động cơ

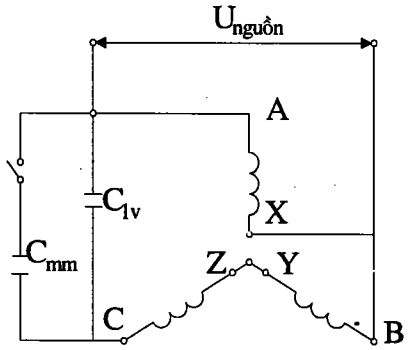
k - hệ số phụ thuộc vào sơ đồ đấu dây

- Nếu dùng thêm tụ khởi động thì điện dung của tụ khởi động là:

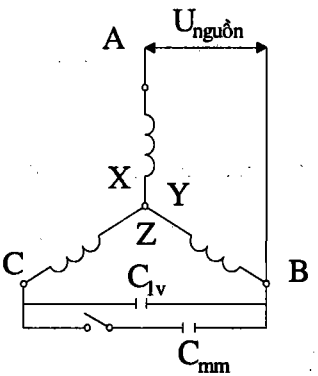
$C_{mm} = (2{,}5 \div 3)\ C_{iv}$

Do đó: $C'_{mm} = C_{mm} - C_{iv}$.

Ví dụ: sơ đồ

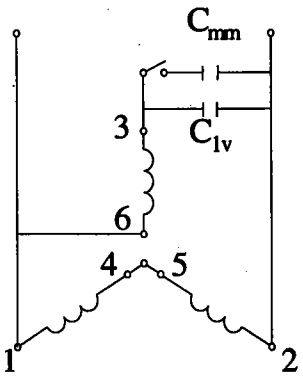


Sơ đồ 2

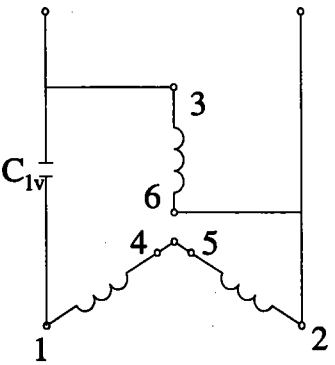


Sơ đồ 3

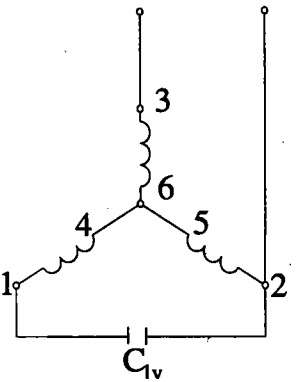
- Ngoài cách đấu biến đổi động cơ 3 pha về vận hành ở lưới 1 pha như trên, ta còn có các sơ đồ sau



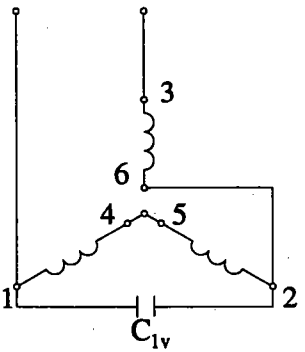
Sơ đồ 4



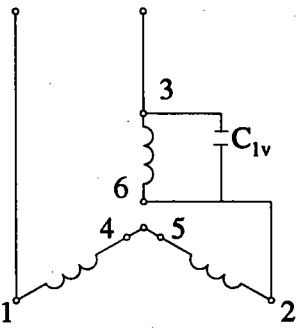
Sơ đồ 5



Sơ đồ 6



Sơ đồ 7



Sơ đồ 8

Sơ đồ đấu dây	k	U_c: điện áp trên 2 đầu tụ (V)
Sơ đồ 4	2800	$1,15U_{nguồn\ điện}$
Sơ đồ 5	1600	$2\ U_{nguồn\ điện}$
Sơ đồ 6	2800	$U_{nguồn\ điện}$
Sơ đồ 1	4800	$U_{nguồn\ điện}$

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: Cho động cơ KĐB 3 pha có $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 36,dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp. Số vòng dây quấn trong mỗi pha N_{pha} = 432vòng/pha, tiết diện rãnh stator S_r = 50 mm^2, số sợi chập: 1. Mỗi pha có 1 nhánh song song. Cách điện cấp A.

1. Tính dòng điện định mức pha của động cơ
2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 1 pha với điện áp nguồn là 220V. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ. Tính giá trị của điện dung làm việc C_{lv} và điện dung mở máy C'_{mm} của động cơ
3. Tính số vòng dây mỗi pha và tiết diện dây quấn khi cho động cơ trên làm việc trong lưới điện có điện áp $U_{đm}$ = 380/660V, đấu Δ/Y

Giải:

1. Tính dòng điện định mức của động cơ

Chọn hệ số lấp đầy K_{ld} = 0,46

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_r}{u_r.n.N_b} = \frac{0,46.50}{1.1.72} = 0,32mm^2$

Với $N_b = \frac{N_{pha}}{6} = 72$ vòng (một pha có 1 nhánh song song)

$\rightarrow d_{cd} = 1,128.\sqrt{S_{cd}} = 0,64mm$

$\rightarrow d = d_{cd} - 0,05 = 0,59mm$

Vậy ta chọn đường kính dây trần là: d = 0,6mm

Chọn mật độ dòng điện J = 6,5A/mm^2

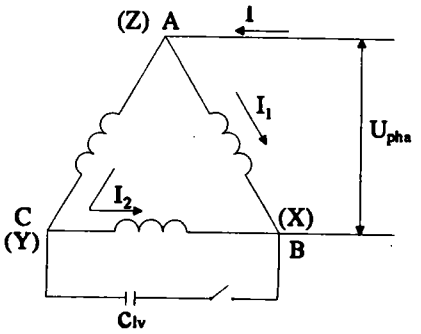
Ta có công thức tính dòng điện định mức:

$$I_{đm} = \frac{\pi.d^2}{4}.J = \frac{3,14.0,6^2}{4}.6,5 = 1,84A$$

$$\rightarrow I_{đm\ pha} = I_{đm} = 1,84A$$

2. Tính giá trị của điện dung làm việc C_{lv} và điện dung mở máy C'_{mm} của động cơ

* Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ:



Đấu theo sơ đồ trên ta có K = 4800; $U_c = U_{nguon1\,pha}$

Ta có $C_{lv} = K\dfrac{I_{đmpha}}{U_{đmpha}} = 4800.\dfrac{1{,}84}{220} = 40\mu F$

Chọn $C_{lv} = 40\,\mu$ F

$\rightarrow C_{mm} = (2{,}5 \div 3)C_{lv} = (2{,}5 \div 3)40 = (100 \div 120)\ \mu$ F

$\rightarrow C'_{mm} = C_{mm} - C_{lv} = (60 \div 80)\ \mu$ F

3. Tính $N_{phà_2}$ và S_2

- Khi vận hành ở trạng thái 1: $U_{đm} = 220/380V$, đấu Δ/Y ta có:

$U_{đm\,pha} = 220V, N_{pha1} = 432vòng$

- Khi vận hành ở trạng thái 2: $U_{đm} = 380/660V$, đấu Δ/Y ta có

$U_{đm\,pha_2} = 380V$

Ta có:

$$\frac{N_{b1}}{N_{b2}} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} \rightarrow N_{b2} = \frac{U_{đmpha2}}{U_{đmpha1}}.N_{b1} = \frac{380}{220}.72 = 124{,}36vòng/b$$

Chọn N_{b2} = 125vòng/bối

$N_{phà_2}$ = 125.6 = 750vòng/pha

+ Xem $\dfrac{S_2}{S_1} = \dfrac{S_{cd2}}{S_{cd1}} = \dfrac{U_{đmpha_1}}{U_{đmpha2}}$

Hay:

$$\frac{d^2_2}{d^2_1} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} \rightarrow d_2 = d_1.\sqrt{\frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}}}$$

$$d_2 = 0{,}6.\sqrt{\frac{220}{380}} = 0{,}45mm \rightarrow S_2 \doteq \frac{\pi.d_2^{\ 2}}{4} = 0{,}16mm^2$$

Vậy khi vận hành ở 380/660V thì số vòng dây quấn mỗi pha: 750vòng; tiết diện dây quấn là $0{,}16mm^2$

Bài 2:: Cho động cơ KĐB 3 pha có $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 36. Mỗi pha có một mạch nhánh song song, có 4 nhóm, mỗi nhóm có 3 bối dây, số vòng dây mỗi bối là: 16vòng, dùng 2 sợi chập song song, mỗi sợi có đường kính 1mm.

Muốn dây quấn stator ra 9 đầu dây, đấu: Δ nối tiếp/Δ//Δ, điện áp 440/220V, f = 50Hz, dùng 1 sợi chập. Tính số vòng dây quấn mỗi bối và đường kính dây để động cơ làm việc theo yêu cầu

Giải:

- Khi vận hành ở trạng thái 1: $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y ta có:

$$U_{đm\ pha1} = 220V, N_{b1} = 16vòng/b, n_1 = 2, d_1 = 1mm,$$

- Khi vận hành ở trạng thái 2: điện áp 440/220V, đấu: Δ nối tiếp/Δ//Δ, ra 9 đầu dây, dùng 1 sợi chập. Ta có:

$U_{đm\ pha_2} = 440V, n_2 = 1$. Tính N_{b2} và d_2

Ta có: $\frac{N_{b1}}{N_{b2}} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} \rightarrow N_{b2} = \frac{U_{đmpha2}}{U_{đmpha1}}.N_{b1} = \frac{440}{220}.16 = 32vòng/b$

$$\frac{d^2_2}{d^2_1} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} \rightarrow d_2 = d_1.\sqrt{\frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}}}$$

$$d_2 = 1\sqrt{\frac{220}{440}} = 0{,}77mm$$

(có 2 sợi chập)

Khi chỉ có 1 sợi chập thì đường kính dây là: $d'_2 = \sqrt{2}.d_2 = 1mm$

Vậy khi ra 9 đầu dây, đấu: Δ nối tiếp/Δ //Δ , điện áp 440/220V, 1 sợi chập thì:

- Số vòng dây mỗi bối là: 32vòng
- Đường kính dây: $d'_2 = \sqrt{2}.d_2 = 1mm$

Bài 3: Cho động cơ KĐB 3 pha có $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 36,dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp. Số vòng dây quấn trong mỗi pha N_{pha} = 432vòng/pha, tiết diện rãnh stator S_r = $50\,mm^2$, số sợi chập: 1. Mỗi pha có 2 nhánh song song. Cách điện cấp A.

1.Tính dòng điện định mức pha của động cơ

2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 1 pha có điện áp là 220V. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ. Tính giá trị của điện dung làm việc C_{lv} và điện dung mở máy C'_{mm} của động cơ

3. Tính số vòng dây mỗi pha và tiết diện dây quấn khi cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 3 pha có điện áp $U_{đm}$ = 380/660V, đấu Δ/Y. Tính dòng điện định mức pha mới của động cơ (Biết số sợi chập và số mạch nhánh song song không thay đổi)

Giải:

1. Tính dòng điện định mức mỗi pha

Chọn hệ số lấp đầy K_{ld} = 0,46

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cđ} = \dfrac{K_{ld}.S_r}{u_r.n.N_b} = \dfrac{0,46.50}{1.1.144} = 0,16mm^2$

Với $N_b = \dfrac{N_{pha}}{3}$ = 144 vòng (một pha có 2 nhánh song song)

$\rightarrow d_{cđ} = 1,128.\sqrt{S_{cđ}} = 0,45mm$

$\rightarrow d = d_{cđ} - 0,05 = 0,4mm$

Vậy đường kính dây trần là: d = 0,4mm

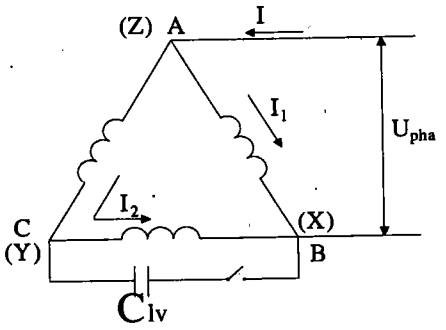
Chọn mật độ dòng điện J = 6,5A/mm2

Ta có công thức tính dòng điện định mức:

$$I_{đm} = \frac{\pi.d^2}{4}.J = \frac{3,14.0,4^2}{4}.6,5 = 0,82A \rightarrow I_{đm\,pha} = 2I_{đm} = 1,64A$$

2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 1 pha

* Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ:



Đấu theo sơ đồ trên ta có K = 1600; $U_c = U_{nguon1\,pha} = 220V$

Ta có $C_{lv} = K\dfrac{I_{đmpha}}{U_{đmpha}} = 4800.\dfrac{1,64}{220} = 35,78\mu F$

Chọn C_{lv}=40 μ F

$\rightarrow C_{mm} = (2,5 \div 3)C_{lv} = (2,5 \div 3)40 = (100 \div 120)\ \mu F$

$\rightarrow C'_{mm} = C_{mm} - C_{lv} = (60 \div 80)\ \mu F$

3. Tính $N_{phà_2}$ và S_2

- Khi vận hành ở trạng thái 1: $U_{đm} = 220/380V$, đấu Δ/Y ta có

$U_{đm\,pha} = 220V, N_{pha1} = 432 vòng$

- Khi vận hành ở trạng thái 2: $U_{đm} = 380/660V$, đấu Δ/Y ta có

$U_{đm\,pha_2} = 380V$,

Ta có:

$$\frac{N_{pha1}}{N_{pha2}} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} \rightarrow N_{pha2} = \frac{U_{đmpha2}}{U_{đmpha1}}.N_{pha1} = \frac{380}{220}.432 = 746,2 vòng/pha$$

Chọn N_{pha2} = 750vòng/pha

+ xem $\dfrac{S_2}{S_1} = \dfrac{S_{cđ2}}{S_{cđ1}} = \dfrac{U_{đmpha_1}}{U_{đmpha2}}$

$$\frac{d^2_2}{d^2_1} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} \rightarrow d_2 = d_1 . \sqrt{\frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}}}$$

$$d_2 = 0{,}4 . \sqrt{\frac{220}{380}} = 0{,}3mm \rightarrow S_2 = \frac{\pi . d_2^{\ 2}}{4} = 0{,}07mm^2$$

+ Tính $I_{đmpha2}$

Ta có:

$$\frac{I_{đmpha2}}{I_{đmpha1}} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}}; \rightarrow I_{đmpha2} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} . I_{đmpha1} = 1{,}64 . \frac{220}{380} = 0{,}95A$$

Vậy khi vận hành ở 380/660V thì:

+ Số vòng dây quấn mỗi pha:750vòng;

+ Tiết diện dây quấn là 0,07 mm^2

+Dòng điện định mức là: 2*0.95=1,9A

Bài 4: Cho động cơ KĐB 3 pha có $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 36,dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp. Số vòng dây quấn trong mỗi pha N_{pha} = 432vòng/pha, tiết diện rãnh stator S_r = 50 mm^2, số sợi chập: 2. Mỗi pha có 2 nhánh song song. Cách điện cấp A.

1.Tính dòng điện định mức pha của động cơ

2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 1 pha có điện áp là 380V. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ. Tính giá trị của điện dung làm việc C_{lv} và điện dung mở máy C'_{mm} của động cơ và điện áp của tụ điện

Giải:

1. Tính dòng điện định mức mỗi pha

Chọn hệ số lắp đầy K_{ld} = 0,46

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{K_{ld} . S_r}{u_r . n . N_b} = \frac{0{,}46 . 50}{2 . 1 . 144} = 0{,}08mm^2$

Với $N_b = \frac{N_{pha}}{3} = 144$ vòng (một pha có 2 nhánh song song)

$\rightarrow d_{cd} = 1{,}128.\sqrt{S_{cd}} = 0{,}32mm$

$\rightarrow d = d_{cd} - 0{,}05 = 0{,}27mm$

Vậy ta chọn đường kính dây trần là d = 0,3mm

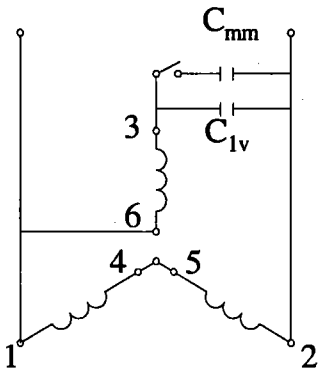
Chọn mật độ dòng điện J = 6,5A/mm^2

Ta có công thức tính dòng điện định mức:

$$I_{đm} = \frac{\pi.d^2}{4}.J = \frac{3{,}14.0{,}3^2}{4}.6{,}5 = 0{,}46A \rightarrow I_{đm\ pha} = 2I_{đm} = 0{,}92A$$

2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 1 pha

* Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ:



Đấu theo sơ đồ trên ta có K = 2800;

$U_c = 1{,}5U_{nguon1pha} = 1{,}5.380 = 570V$

Ta có $C_{lv} = K\frac{I_{đmpha}}{U_{đmpha}} = 2800.\frac{0{,}92}{380} = 6{,}78\mu F$

Chọn $C_{lv} = 10\,\mu F$

$\rightarrow C_{mm} = (2{,}5 \div 3)C_{lv} = (2{,}5 \div 3)10 = (25 \div 30)\ \mu F$

$\rightarrow C'_{mm} = C_{mm} - C_{lv} = (15 \div 20)\ \mu F$

Bài 5: Cho động cơ KĐB 3 pha có các số liệu sau: $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 36, dây quấn xếp 2 lớp; y = 6; mỗi pha có 1 mạch nhánh song song. Số vòng dây mỗi bối là:10vòng. Đường kính dây d = 1,2mm. Cách điện cấp B

1. Tính công suất định mức của động cơ biết $\eta = 0{,}85; \cos\varphi = 0{,}82$

2. Khi đổi thành dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp, bước đủ: mỗi pha có 2 mạch nhánh song song. Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn cho 1 pha. Tính số liệu dây quấn mới: $N_{pha}; N_b$

Giải:

1. Tính công suất định mức của động cơ

Khi vận hành ở $U_{đm} = 220/380V$, đấu Δ/Y ta có: $U_{đm\,pha} = 220V$

Chọn mật độ dòng điện J = 6,5A/mm^2. Cách điện cấp B

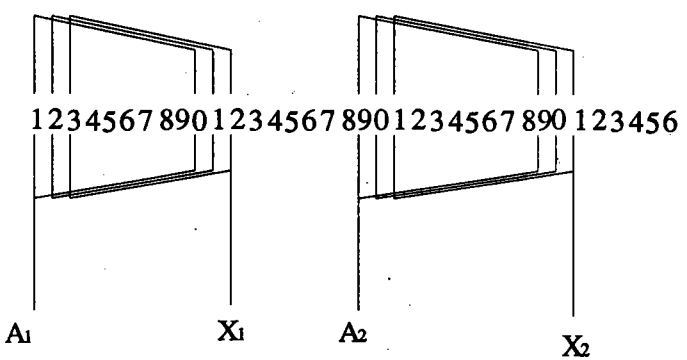
$$I_{đm} = \frac{\pi.d^2}{4}.J = \frac{3{,}14.1{,}2^2}{4}.6{,}5 = 7{,}348A \rightarrow I_{đmpha} = I_{đm} = 7{,}348A$$

$$\rightarrow P_{đm} = 3U_{đm}.I_{đm}.\eta.\cos\varphi = 3.220.7{,}348.0{,}85.0{,}82 = 3380W$$

Vậy công suất định mức của động cơ: P = 3380W = 4,5HP

2. Vẽ sơ đồ khai triển và tính

* Sơ đồ khai triển dây quấn cho 1 pha:



* Tính $N_{phà_2}$ và N_{b2}

- Khi vận hành ở trạng thái 1: dây quấn xếp 2 lớp, y = 6; mỗi pha có 1 mạch nhánh song song

$$N_{pha1} = N_{b1}.12 = 10.12 = 120 vòng/pha$$

$$K_{dq1} = \frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_đ}{2}\right)}{q.\sin\left(\frac{\alpha_đ}{2}\right)}.\sin\left(\frac{y}{\tau}.90^0\right) = \frac{\sin\left(3.\frac{20}{2}\right)}{3.\sin\left(\frac{20}{2}\right)}.\sin\left(\frac{6}{9}.90^0\right) = 0{,}831$$

Với $q = \frac{Z}{3.2p} = \frac{36}{3.4} = 3$; $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{4} = 9; y = 6; \alpha_d = \frac{180}{\tau} = 20^0$

- Khi vận hành ở trạng thái 2: dây quấn đồng khuôn tập trung 1 lớp, bước đủ. Mỗi pha có 2 mạch nhánh song song

$$K_{dq2} = \frac{\sin\left(q.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{q.\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)} = \frac{\sin\left(3.\frac{20}{2}\right)}{3.\sin\left(\frac{20}{2}\right)} = 0{,}96$$

Ta có: $\frac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \frac{K_{dq1}}{K_{dq2}} \rightarrow N_{pha2} = \frac{K_{dq1}}{K_{dq2}}.N_{pha1} = \frac{0{,}831}{0{,}96}.120 = 103{,}875$

Chọn N_{pha2} = 105vòng/pha

Mỗi pha có 2 mạch nhánh song song, mỗi nhánh có 3 bối

$\rightarrow N_b = \frac{N_{pha}}{3} = \frac{105}{3} = 35$ vòng/bối

Bài 6: Cho động cơ KĐB 3 pha có các số liệu sau: $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 48, dây quấn xếp 2 lớp; y = 9; mỗi pha có 2 mạch nhánh song song. Số vòng dây của 1 phần tử là: 11vòng. Đường kính dây d = 1,414mm. Cách điện cấp A.

1. Tính công suất định mức của động cơ. Biết $\eta = 0{,}85; \cos\varphi = 0{,}8$

2. Khi thay đổi bước dây y = 10 (số mạch nhánh song song không đổi). Tính số liệu dây quấn mới (N_{pha}, N_b, d) và công suất định mức của động cơ.

Giải

1. Tính công suất định mức của động cơ

- Khi vận hành ở $U_{đm} = 220/380V$, đấu Δ/Y: $U_{đm\,pha} = 220V$, 1 pha có 2 mạch nhánh song song:

Chọn mật độ dòng điện J = 6,5A/mm^2. Cách điện cấp A

$$d = 1{,}414mm \rightarrow I_{đm} = \frac{\pi.d^2}{4}J = \frac{3{,}14.1{,}414^2}{4}.6{,}5 = 10{,}2A$$

$$I_{đmpha} = 2I_{đm} = 2.10{,}2 = 20{,}4A$$

$$\rightarrow P_{đm} = 3.U_{đmpha}.I_{đmpha}.\eta.\cos\varphi = 3.220.20{,}4.0{,}85.0{,}8 = 9155{,}52 \text{ W}$$

2. Tính $N_{phà}$, N_{b2}, d_2 và $P_{đm2}$

- Khi vận hành ở trạng thái 1: $U_{đm} = 220/380V$ - Δ/Y

Ta có:

$$q = \frac{Z}{3.2p} = \frac{48}{2.4} = 4$$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{48}{4} = 12; Y_1 = 9$$

$$N_{b1} = 11 vòng/boi \rightarrow N_{pha1} = 11.8 = 88 vg/b$$

$$\alpha_d = \frac{180^o}{\tau} = \frac{180^o}{12} = 15^o$$

$$\rightarrow K_{dq1} = \frac{\sin(q\frac{\alpha_d}{2})}{q\sin(\frac{\alpha_d}{2})}\sin(\frac{y_1}{\tau}.90^o) = \frac{\sin(4\frac{15}{2})}{4\sin(\frac{15}{2})}\sin(\frac{9}{12}90^0) = 0{,}885$$

- Khi vận hành ở trạng thái 2: $U_{đm} = 220/380V$ - Δ/Y

$q = 4, \tau = 12; y_2 = 10; \alpha = 15^0$

$$\rightarrow K_{dq2} = \frac{\sin(q\frac{\alpha_d}{2})}{q\sin(\frac{\alpha_d}{2})}\sin(\frac{y_2}{\tau}.90^o) = \frac{\sin(4\frac{15}{2})}{4\sin(\frac{15}{2})}\sin(\frac{10}{12}90^0) = 0{,}925$$

Ta có $\frac{N_{ph1}}{N_{phà}} = \frac{K_{dq2}}{K_{dq1}} \rightarrow N_{pha2} = \frac{K_{dq1}}{K_{dq2}} N_{pha1} = \frac{0{,}885}{0{,}925}.88 = 84{,}2$

Chọn $N_{pha2} = 84 vg/pha$

$$\rightarrow N_{b2} = \frac{84}{8} = 10{,}5 vg/b, \text{ chọn } \rightarrow N_{b2} = 10 v/b$$

+ Ta có:

$$\frac{d_{cd2}}{d_{cd1}} \approx \frac{d_2}{d_1} = \sqrt{\frac{K_{dq2}}{K_{dq1}}} \rightarrow d_2 = d_1.\sqrt{\frac{K_{dq2}}{K_{dq1}}} = 1{,}414.\sqrt{\frac{0{,}925}{0{,}885}} = 1{,}45mm$$

$$P_{đm} = \frac{K_{dq2}}{K_{dq1}}.P_{đm} = \frac{0{,}925}{0{,}885}.9155{,}52 = 9569W \rightarrow P_{đm} = 13Hp$$

Bài 7: Cho động cơ KĐB 3 pha có $U_{đm}$ = 220/380V, đấu Δ/Y, f = 50Hz, 2p = 4, Z = 36,dây quấn xếp 2 lớp. Số vòng dây quấn trong mỗi pha N_{pha} = 432 vòng/pha, tiết diện rãnh stator $S_r = 50\,mm^2$, số sợi chập: 2. Mỗi pha có 1 nhánh song song. Cách điện cấp A.

1.Tính dòng điện định mức pha của động cơ

2. Cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 1 pha có điện áp là 380V. Vẽ sơ đồ đấu dây của động cơ. Tính giá trị của điện dung làm việc C_{lv} và điện dung mở máy C'_{mm} của động cơ

3. Tính số vòng dây mỗi pha và tiết diện dây quấn khi cho động cơ trên làm việc trong lưới điện 3 pha có điện áp $U_{đm}$ = 254/440V, đấu Δ/Y.

Giải

1.Tính $I_{đmpha}$

Chọn $K_{ld} = 0,46, J = 6,5A/mm^2$

Tiết diện dây kể cả cách điện

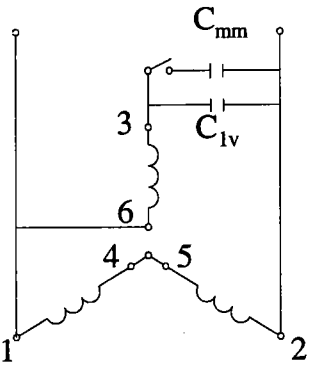
$$S_{cđ} = \frac{K_{ld}.S_r}{u_r.n.N_b} = \frac{0,46.50}{2.2.\frac{432}{12}} = 0,16mm^2$$

$$\rightarrow d_{cđ} = 1,128\sqrt{S_{cđ}} = 0,45mm \rightarrow d = d_{cđ} - 0,05 = 0,4mm$$

$$\rightarrow I_{đm} = I_{đmpha} = \frac{\pi d^2}{4} J = \frac{3,14.0,4^2}{4} 6,5 = 0,82A$$

2. Vẽ sơ đồ đấu dây

Sơ đồ hình bên



Ta có: K = 2800; $U_c = 1,15U_{ng1pha} = 537V$

Tính C_{lv}, C'_{mm}

$$C_{lv}, = K\frac{I_{đmpha}}{U_{đmpha}} 2800\frac{0,82}{380} = 6,08\mu F$$

Chọn $C_{lv} = 6\mu F$

$$\rightarrow C_{mm} = (2,5 \div 3)C_{lv} = (15 \div 18)\mu F$$

$$\rightarrow C'_{mm} = C_{mm} - C_{lv} = (9 \div 12)\mu F$$

3. Khi vận hành ở trạng thái 1: $U_{đmphà1} = 220V$

$N_{phá} = 432vg$

- Khi vận hành ở trạng thái 2: $U_{đmpha2} = 254V$

Ta có $\frac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \frac{U_{đmpha2}}{U_{đmpha1}}$

$$\rightarrow N_{pha2} = \frac{U_{đmpha2}}{U_{đmpha1}} N_{pha1} = \frac{254}{220} 432 = 491 vòng$$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{S_{2cđ}}{S_{1cđ}} = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}}$$

$$\rightarrow S_2 = \frac{U_{đmpha1}}{U_{đmpha2}} S_1 = \frac{U_{đmph1}}{U_{đmph2}} \frac{\pi d_1^{\,2}}{4} = \frac{220}{254} \frac{3,14.0,4^2}{4} = 0,11 mm^2$$

Bài 8: Cho một động cơ 3 pha 220V/127V, công suất 20Hp, 2p = 4; f = 60Hz; Z = 48. Có số liệu dây quấn stator như sau:

+ Dây quấn 2 lớp

+ Bước bối dây y = 10

+ Tổng số vòng 1 pha dây quấn là: 64 vòng/pha

+ Tiết diện của một vòng dây là: 20.800 circularmils

Hãy qui đổi số liệu dây quấn về làm việc ở tần số 50Hz, điện áp làm việc giả sử vẫn là Y/Δ: 220V/127V

Giải

- Đổi đơn vị:

Ta có: 1 circularmil = $\frac{\pi}{4}.10^{-6} sq.in(in^2)$ =0,7854.10^{-6} sq.in

1sq.in = 645,16mm^2

1 circularmil = 0,7854. 10^{-6}.645,16 = 0,5067.10^{-3} mm^2

Nên ta có: 20.800 circularmil = 10,54 mm^2

* Tính đổi số liệu từ 60Hz về vận hành ở 50Hz

+ Tính số vòng của 1 pha dây quấn:

Ta có: $\frac{N_{pha2}}{N_{pha1}} = \frac{f_2}{f_1} \rightarrow N_{pha2} = \frac{f_2}{f_1}.N_{pha1} = \frac{60}{50}.64 = 76,8vg/pha$

Chọn $N_{pha2} = 80$ vòng/pha

Số vòng dây mỗi bối: $N_{b2} = \frac{N_{pha2}}{16} = \frac{80}{16} = 5vg/b$

+ Tính tiết diện dây quấn:

Ta có: $\frac{S_2}{S_1} = \frac{S_{2cđ}}{S_{1cđ}} = \frac{f_1}{f_2} \rightarrow S_2 = \frac{f_1}{f_2}.S_1 = \frac{60}{50}.10,54 = 8,78mm^2$

+ Tính công suất của động cơ:

Ta có: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{f_1}{f_2} \rightarrow P_2 = \frac{f_2}{f_1}.P_1 = \frac{50}{60}.20 = 16,66Hp \approx 12,5KW$

Vậy khi động cơ vận hành ở tần số 50Hz thì:

+ Số vòng của 1 pha dây quấn là: 80 vong/pha (hay 5vòng/bối)
+ Tiết diện dây quấn: 8,78 mm^2
+ Công suất định mức của động cơ: 16,66Hp (12,5KW)

B. BÀI TẬP

Bài 1: Cho một động cơ 3 pha: Δ/Y: 220V/380V; Z = 36; 2p = 4; f = 50Hz. Dây quấn dạng 2 lớp, y = 7, một pha có 4 nhóm bối dây, mỗi nhóm chứa 3 bối; số vòng mỗi bối dây là 16 vòng/bối. Một pha chỉ có 1 nhánh nối tiếp 4 nhóm, đường kính dây quấn là d = 1,3mm

a/ Bây giờ muốn sửa số liệu dây quấn stator để động cơ ra 9 đầu, đấu vận hành theo kiểu Δ nối tiếp/ Δ song song: 440V/220V-50Hz. Tính số liệu dây quấn stator để vận hành theo yêu cầu mới vừa nêu

b/ Tính lại câu a, khi động cơ nuốn ra 12 đầu vận hành được 4 kiểu đấu dây Y nối tiếp/ Δ nối tiếp/Y song song/ Δ song song: 440V/254V/220V/127V

Bài 2: Nếu động cơ cho trong bài 1. dự trù được tính lại số liệu dây quấn stator để vận hành theo chế độ Δ/Y: 380V/660V. Hãy xác định số liệu dây quấn

Bài 3: Một động 3 pha Δ/Y: 220V/380V; Z = 48; 2p = 4; f = 50Hz. Có số liệu dây quấn stator được ghi nhận như sau:

+ Dây quấn 2 lớp, bước bối dây y = 10

+ Một pha đấu 2 nhánh song song

+ Số vòng 1 bối dây N_b = 11vòng/bối

+ Một nhánh chập 2 sợi với đường kính d = 1mm

a/ Với hiệu suất là 0,8; hệ số công suất động cơ là 0,85. Tính công suất định mức của động cơ

b/ Ta có thể qui đổi số liệu dây quấn nói trên để thực hiện 1 pha có 1 nhánh nối tiếp duy nhất hay không ? Nếu thực hiện 1 pha có 1 nhánh nối tiếp, công suất động cơ tăng hay giảm ? Số liệu mới có ảnh hưởng đến trị số cho mật độ từ B_δ, B_g, B_r trên lõi stator không ?

c/ Nếu bây giờ ta vẫn bố trí 1 pha có 2 nhánh song song nhưng thay đổi y = 8. Số liệu dây quấn có thay đổi không ? Lúc đó, công suất động cơ nhận được tăng hay giảm ?

Chương 5

TÍNH TOÁN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

§1. ĐẠI CƯƠNG

Động cơ vạn năng là động cơ có thể làm việc với nguồn cung cấp là một chiều hay xoay chiều với tốc độ quay hầu như không thay đổi.

Cấp công suất thường gặp dưới 1 HP được sử dụng trong các thiết bị điện gia dụng như máy hút bụi, máy xay thực phẩm, khoan ....

Động cơ vạn năng có cấu tạo tương tự như động cơ một chiều kích từ nối tiếp, động cơ có đặc điểm đạt được moment mở máy lớn và dễ dàng điều chỉnh tốc độ. Tuy nhiên sẻ đạt tốc độ khá cao khi máy làm việc không tải, do đó chúng thường được lắp với hệ thống cơ khí truyền động trong thiết bị dùng chúng làm nguồn động lực, như vậy động cơ luôn khởi động trong điều kiện có tải

Động cơ vạn năng có các loại sau:

- ***Loại 1:*** Stator cực lồi, dây quấn kích từ trên stator là dạng dây quấn tập trung thường số cực 2p = 2.
- ***Loại 2:*** Stator có cấu tạo răng rãnh phân bố đều, dây quấn kích thích là dây quấn rải và cũng có thể là dây quấn SIN.
- ***Loại 3:*** Stator có hai bộ dây bố trí lệch 90^0 trong t bộ không gian, khi làm việc cả hai bộ dây đều nối tiếp với dây quấn rotor, một bộ là kích thích chính, một bộ là cuộn dây bù.

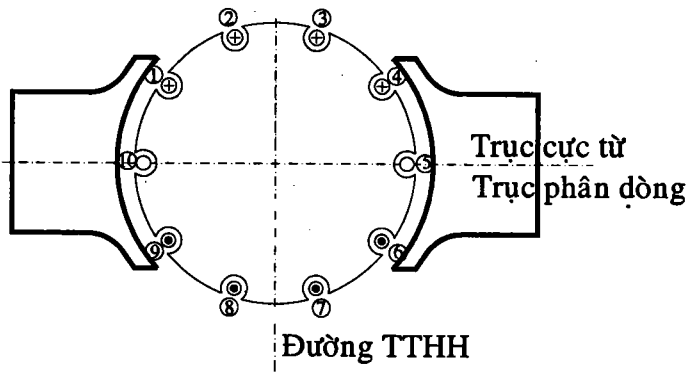
§2. ĐIỀU KIỆN MOMENT ĐẠT CỰC ĐẠI

Khi đặt một khung dây dẫn có dòng điện I đi qua trong từ trường, tuỳ theo vị trí của khung dây so với phương của đường sức từ trường ta có ba dạng khác nhau cho ba dạng moment hình thành trên khung dây:

- Vị trí chết, moment quay trên khung dây bằng không.
- Vị trí tạo moment quay trên khung dây.
- Vị trí tạo moment cực đại trên khung dây.

➢ Vị trí chết của khung dây

Với khung dây đơn giản vị trí chết xảy ra khi vị trí cuộn dây cho từ thông qua cực đại. Lúc đó lực từ hình thành trên hai thanh dẫn có khuynh hướng méo dạng khung dây, chứ không hình thành moment quay.

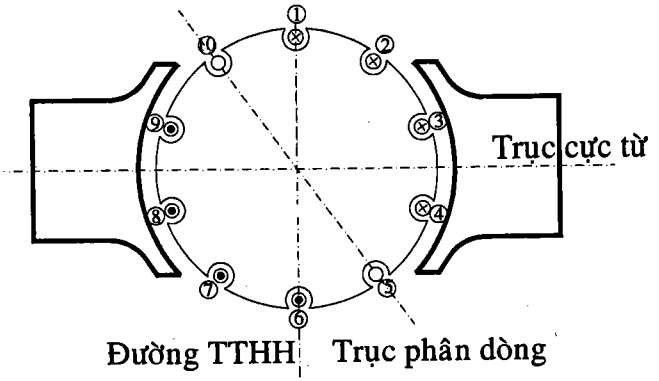


Hình 5A: Trục phân dòng trùng với trục cực từ M = 0

Nhận xét: gọi trục phân dòng chia 2 nhóm cạnh tác dụng có dòng điện đi qua ngược hướng nhau, được tách thành hai nhóm riêng biệt nằm trên mỗi nửa mặt phẳng thì khi trục phân chia dòng điện trùng với trục cực từ stator hay thẳng góc với đường trung tính hình học thì động cơ đang ở vị trí chết.

➢ Vị trí tạo moment quay trên khung dây

Động cơ ở vị trí tạo moment quay (chưa đạt cực đại) khung dây dẫn đặt ở vị trí cho đường sức từ qua khung dây (phương của đường sức từ hợp với pháp tuyến khung dây một góc θ) lực điện từ tạo nên trên hai thanh dẫn của khung dây tạo thành moment quay nhưng chưa đạt cực đại.

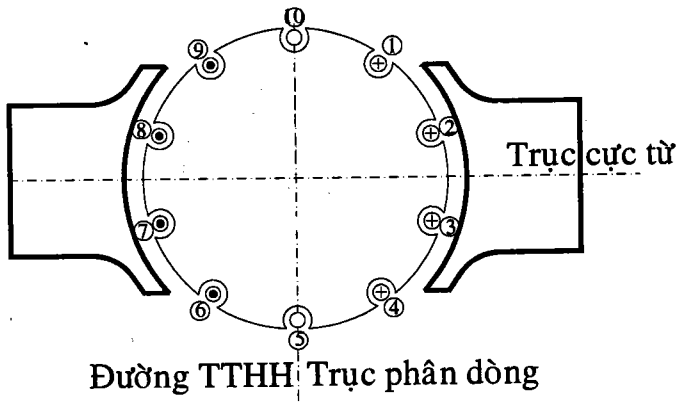


Hình 5B: Trục phân dòng không trùng với trục cực từ M ≠ 0

Nhận xét: khi trục phân dòng không trùng với trục cực từ và không trùng với đường trung tính hình học thì rotor đang ở vị trí quay nhưng chưa đạt moment cực đại

➢ **Vị trí tạo moment cực đại trên khung dây**

Ta thực hiện vị trí đặt khung dây để có được moment quay tối đa, lúc đó đường sức từ sẽ lướt trên mặt khung dây(từ thông không đi qua khung dây).



Hình 5C: Trục phân dòng trùng với đường TTHH M_{max}

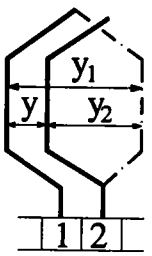
Tóm lại: khi trục phân dòng trùng với đường trung tính hình học hay thẳng góc với trục cực từ stator, thì đạt được moment cực đại trên rotor.

Ví dụ: Vẽ sơ đồ triển khai dây quấn xếp của phần ứng có Z = G = 12, 2p = 2. biết chổi than lệch phải so với đường trung tính hình học 1 góc 60^0.

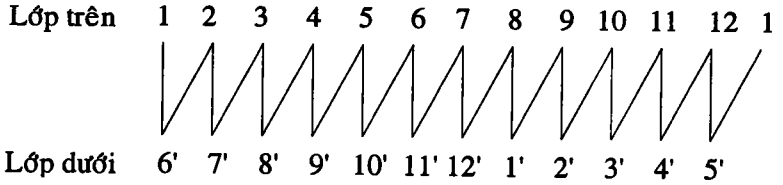
Giải:

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{12}{2} = 6$$

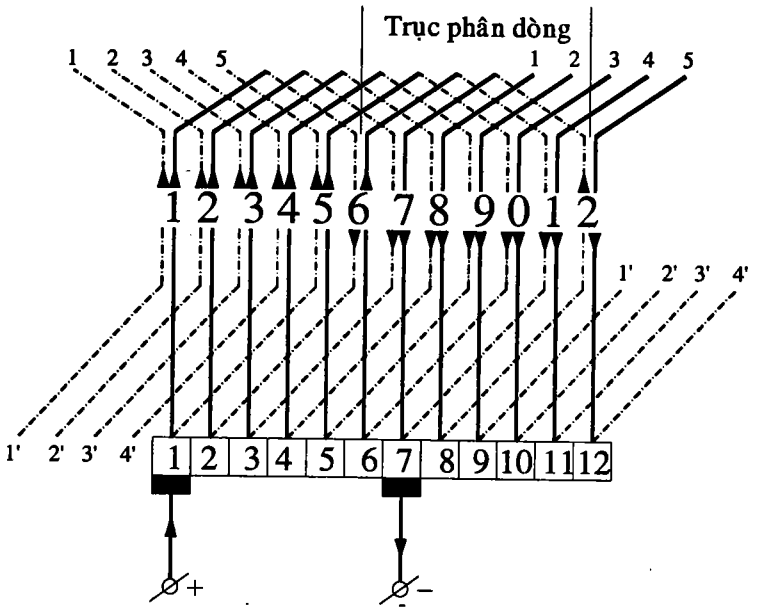
$y_1 = \tau - 1 = 6 - 1 = 5$; $y = y_G = 1$; $y_2 = y_1 - y = 4$



Cách quấn dây:



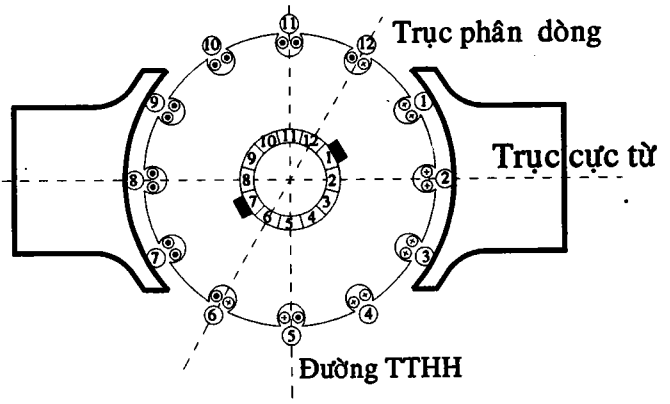
Sơ đồ dây quấn xếp:



Hình 5D: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng

Z = G = 12, 2p = 2

Vị trí trục chổi than so với đường trung tính hình học:



Hình 5E: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm lệch bên phải đường TTHH 60^0

§3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC ĐẦU DÂY CỦA DÂY QUẤN PHẦN ỨNG NỐI VÀO PHIẾN GÓP

Các bước thực hiện:

Vẽ sơ bộ sơ đồ khai triển của dây quấn rotor và xác định trục phân dòng. Dựa vào vị trí chổi than trên cổ góp điện để xác định vị trí của trục phân dòng so với đường trung tính hình học.Di chuyển trục phân dòng về đường trung tính hình học. Từ đó ta xác định hướng dời trục phân dòng, số phiến góp cần phải dịch chuyển và vẽ được giãn đồ của dây quấn với M_{max}

§4. PHƯƠNG PHÁP QUẤN DÂY ROTOR ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

I. PHƯƠNG PHÁP QUẤN DÂY TỪNG CẶP BỐI SONG SONG

$$\tau = \frac{z}{2p},\ y_1 = \tau - 1$$

Lưu ý: Các bối dây trong từng cặp bối song song được quấn liên tục các cặp bối song song được quấn liên tục được cách nhau 3 rãnh (tính từ đầu ra của cặp 1 đến đầu vào của cặp thứ 2)

- Khi Z/2 là số chẵn bộ dây được tạo bởi 2 nhánh độc lập cách nhau 2 rãnh (tính từ đầu ra của cặp 1 đến đầu vào của cặp thứ 2)
- Khi Z/2 là số lẻ bộ dây chỉ có một nhánh được quấn liên tục.

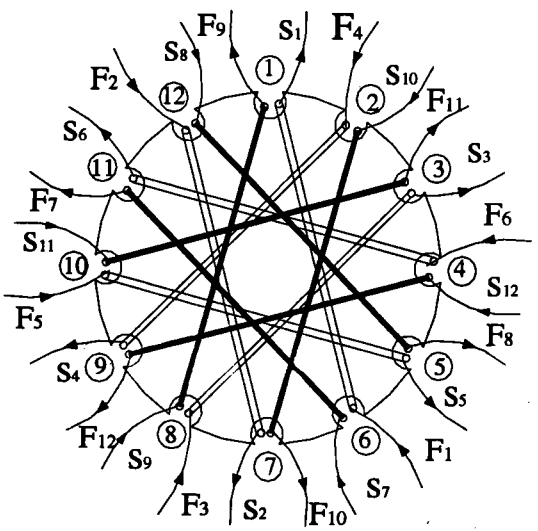
Ví dụ: Vẽ sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song của rotor động cơ vạn năng có: Z = G = 12, 2p = 2.

Giải

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{12}{2} = 6$$

$y_1 = \tau - 1 = 6 - 1 = 5$; $y = y_G = 1$; $y_2 = y_1 - y = 4$

Z/2 chẵn nên bộ dây tạo bởi hai nhóm độc lập.

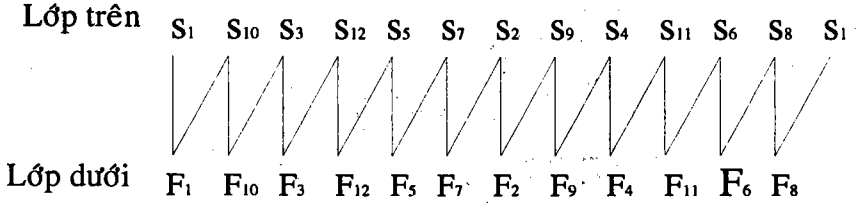


Hình 5F: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 12, 2p = 2

Sơ đồ thứ tự nối các phần tử:

Lớp trên	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Lớp dưới	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	1'	2'	3'	4'	5'	6'
Phần tử	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	①

Các phần tử tương ứng của sơ đồ lồng dây:



Bảng thứ tự nối các đầu dây vào phiến góp:

Đầu vào	S_1	S_{10}	S_3	S_{12}	S_5	S_7	S_2	S_9	S_4	S_{11}	S_6	S_8
Đầu ra	F_8	F_1	F_{10}	F_3	F_{12}	F_5	F_7	F_2	F_9	F_4	F_{11}	F_6
Phiến góp	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1

II. PHƯƠNG PHÁP QUẤN DÂY HÌNH V

- Khi Z/2 là số chẵn bộ dây chỉ có 1 nhánh độc lập
- Khi Z/2 là số lẻ bộ dây chỉ có 2 nhánh độc lập
- Các bộ dây mở đầu cho 2 nhóm song song nhau và đối xứng qua tâm

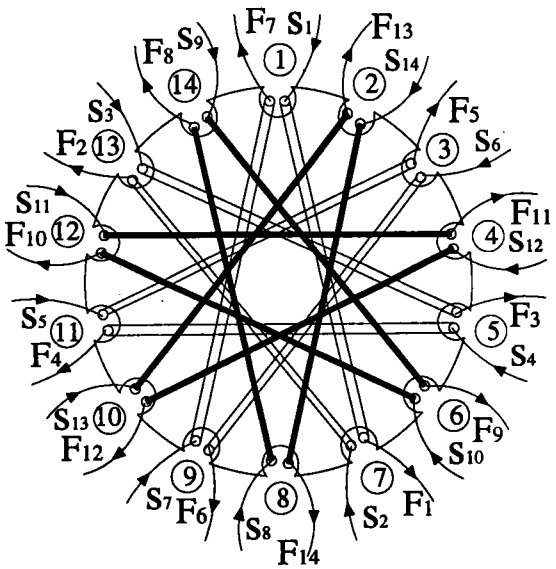
Ví dụ: Vẽ sơ đồ lồng dây kiểu hình V cho rotor động cơ vạn năng có: Z = G = 14, 2p = 2. Kiểu xếp đơn.

Giải

$$\tau = \frac{z}{2p} = \frac{14}{2} = 7$$

$y_1 = \tau - 1 = 7 - 1 = 6$; $y = y_G = 1$; $y_2 = y_1 - y = 5$

Z/2 chẵn nên bộ dây tạo bởi hai nhóm độc lập.



Hình 5G: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng hình V cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 14, 2p = 2

Sơ đồ thứ tự nối các phần tử:

Lớp trên	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lớp dưới	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	1'	2'	3'	4'	5'	6'
Phần tử	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭

Các đầu dây tương ứng:

Lớp trên	S_1	S_{14}	S_6	S_{12}	S_4	S_{10}	S_2	S_8	S_7	S_{13}	S_5	S_{11}	S_3	S_9
Lớp dưới	F_1	F_{14}	F_6	F_{12}	F_4	F_{10}	F_2	F_8	F_7	F_{13}	F_5	F_{11}	F_3	F_9

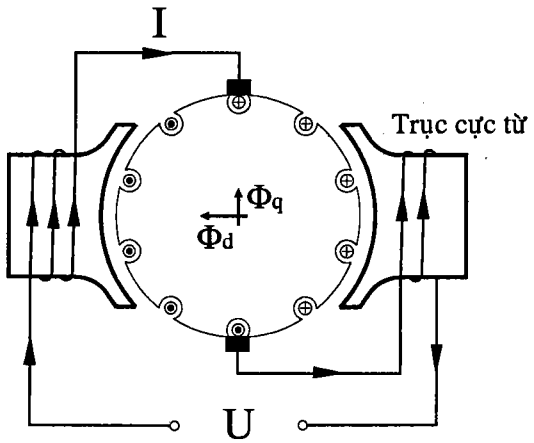
Bảng thứ tự nối các đầu dây vào phiến góp:

Đầu vào	S_1	S_{14}	S_6	S_{12}	S_4	S_{10}	S_2	S_6	S_7	S_{13}	S_5	S_{11}	S_3	S_9
Đầu ra	F_9	F_1	F_{14}	F_6	F_{12}	F_4	F_{10}	F_2	F_8	F_7	F_{13}	F_5	F_{11}	F_3
Phiến góp	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**

§5. LÍ THUYẾT TÍNH TOÁN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

Φ_d: Từ thông dọc trục do dòng điện trong dây quấn stator sinh ra

Φ_q: Từ thông ngang trục do dòng điện trong dây quấn rotor sinh ra



Hình 5G: Xác định chiều từ thông dọc trục và từ thông ngang trục

➢ Φ_d tạo ra E_{tsd}: sức điện động biến áp trên dây quấn stator.

$$E_{std} = 4{,}44.f.\Phi_{dm}.N_s.k_\gamma$$

Trong đó: Φ_{dm} - biên độ của Φ_d;

N_s - số vòng dây stator;

k_γ - hệ số mặt cực từ: $k_\gamma = \cos\gamma$;

Với: $\gamma = \dfrac{p.\theta - 180^0}{2}$

Trong đó: θ - góc mở của mặt cực

p - số đôi cực

f - tần số nguồn.

➢ Φ_q tạo ra E_{taq}: sức điện động biến áp trên dây quấn rotor.

$$E_{taq} = 4{,}44.f.\Phi_{qm}.N_{nhanh}.k_{dqr}$$

Trong đó: Φ_{qm} - biên độ từ thông theo hướng ngang trục: $\Phi_{qm} = 0{,}2\ \Phi_{đm}$;

$N_{nhánh}$ - số vòng dây của một mạch nhánh song song

$N_{nhánh}$ = số vòng của một bối * số phần tử nhánh song song

$K_{dqR} = k_{nR}.\ k_{rR}$

Với:

$$K_{nR} = \sin\frac{y_1}{\tau'}(90^0);\ K_{rR} = \frac{\sin\left(\tau'\frac{\alpha_d}{2}\right)}{\tau'.\sin\frac{\alpha_d}{2}};\ \text{với}\ \tau' = \frac{Z}{2p}$$

$E_{rad} = \sqrt{2}.2p.\Phi_d.n.N_{nhanh}$; là sức điện động quay trên dây quấn rotor do Φ_d gây ra

Với: $\Phi_d \approx \frac{2}{\pi}\Phi_{dm}$ - từ thông trung bình theo hướng dọc trục

n - tốc độ quay của rotor

$N_{nhánh}$ - số vòng dây của một mạch nhánh song song.

Khi có dòng điện AC thì phương trình cân bằng điện áp là:

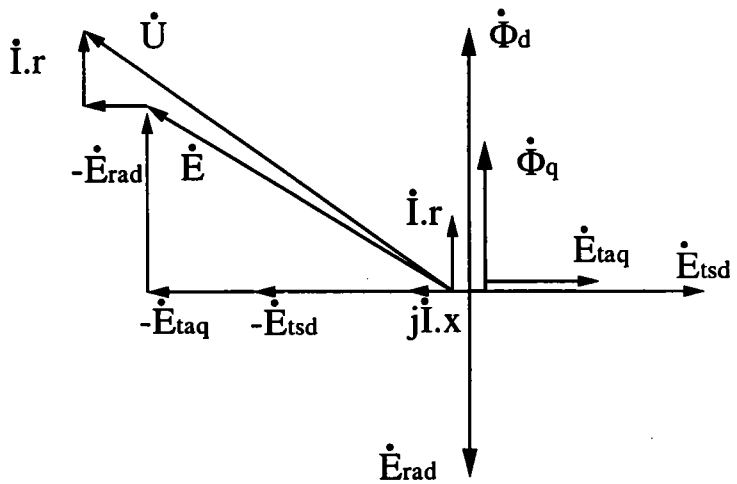
$$\dot{U} = -\left(\dot{E}_{tsd} + \dot{E}_{taq} + \dot{E}_{rad}\right) + \dot{I}(r + jx)$$

Trong đó: I - dòng điện đi vào stator

R - điện trở rotor và stator

x - điện kháng tản dây quấn rotor và stator

Đồ thị véctơ:



Ta có:

$E_{tsd} = \sqrt{E^2 - E_{rad}^2} - E_{taq}$; với E là sức điện động tổng

$K_E = \dfrac{E}{U_{dm}}$ phụ thuộc vào kích thước (τ.L)

Khi tìm được E_{tsd} suy ra $N_s = \dfrac{E_{tsd}}{4{,}44.f.\Phi_{dm}.k_\gamma}$

- E_{tbd} là sức điện động biến áp trên mỗi phần tử do Φ_d gây nên:

$$E_{tbd} = 4{,}44.f.\Phi_{dm}.N_b.k_{nR} \qquad (1)$$

Trong đó: k_{nR}: hệ số bước ngắn của rotor

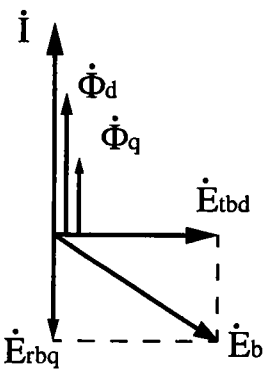
N_b: số vòng của một bối dây(số vòng/phần tử)

- E_{rad} là sức điện động quay trên mỗi phần tử do Φ_d gây nên:

$$E_{rad} = \sqrt{2}.2p.\Phi_q.n.N_q \qquad (2)$$

Trong đó: $\Phi_q \approx \dfrac{2}{\pi}\Phi_{qm}$ từ thông trung bình theo hướng ngang trục.

n là tốc độ quay của rotor



Từ giản đồ véctơ ta có: $\overrightarrow{E_b} = \overrightarrow{E_{tbd}} + \overrightarrow{E_{rbq}}$

Giá trị: $E_b = \sqrt{E_{tbq}^2 + E_{rbq}^2}$;

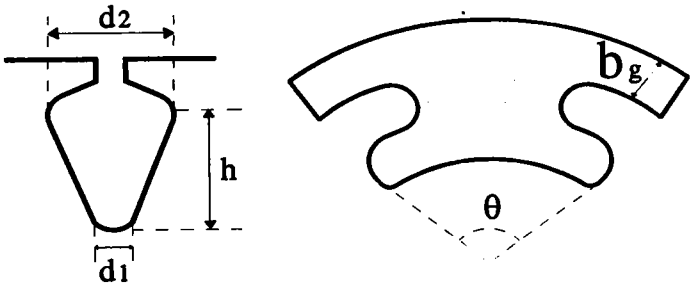
Thay vào (1) và (2), ta được số vòng dây quấn của một bối dây rotor:

$$N_b = \frac{E_b}{\sqrt{2}.\Phi_{dm}.\sqrt{(0{,}4.p.n)^2 + (\pi.f.k_n)^2}}$$

§6. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG

B1: Xác định các thông số cần thiết cho việc tính toán

*** Các tham số về lõi thép stator và rotor:**



➢ Phía **STATOR**:

- Đường kính lõi thép stator D_s
- Bề dày lõi thép stator L_s
- Bề dày gông stato b_g
- Góc mở mặt cực từ stator θ

➢ Phía **ROTOR**:

- Đường kính lõi thép rotor D_r
- Bề dày lõi thép rotor L_r
- Bề dày răng rotor b_r
- Hình dạng và kích thước rãnh rotor
- Số lượng phiến góp k số rãnh z
- Vị trí đặt chổi than so với đường trung tính hình học hay trục cực từ

***Tham số về điện và chế độ làm việc**

- Điện áp định mức U_{dm}
- Trạng thái làm việc (dài hạn, ngắn hạn, ngắn hạn lặp lại)
- Có điều chỉnh tốc độ không

B2: Tính $\Phi_d = \tau . L_s.B_\delta$ với $\tau = \frac{\pi.D_r}{2p}$

B3: Tính $B_r = \left(\frac{\pi.D_r}{Z.b_r}\right)B_\delta$

B4: Tính $B_g = \frac{\Phi_{dm}}{2.b_g.L.k_c}$

B5: Chọn B_{rmax} = 1,7T; B_{gmax} = 1,8T; ta tính được B_δ và Φ_d

B6: Xác định số bối chứa trong 1 mạch nhánh song song của rotor

Tính hệ số dây quấn K_{dq}

$$K_{dq} = \left[\frac{\sin\left(\tau\frac{\alpha_d}{2}\right)}{\tau.\sin\frac{\alpha_d}{2}}\right]\sin\left(\frac{y_1}{\tau}90^0\right)$$

Trong đó: τ - bước cực của rotor

$\alpha_d = \frac{180^0}{\tau}$ - góc lệch điện giữa hai rãnh liên tiếp trên rotor

y_1 - bước bối dây hay bước thứ nhất, tính theo rãnh thực trên rotor

B7: Xác định quan hệ giữa số vòng của một bối dây trên rotor N_b với sức điện động E_b

$$N_b = \frac{E_b}{\sqrt{2}\Phi_{dm}.\sqrt{(\pi.f.k_n)^2 + (0{,}4.p.n)^2}}$$

B8: Tính $E_{rad} = \sqrt{2}.(2p).$(tổng số bối dây/1 mạch nhánh).$N_b.\Phi_d.n$

B9: Lập bảng

E_b(V)	
N_b(vòng/bối)	
E_{rad} (V)	

Chọn E_b = 1 ÷ 7 (V); tính được N_b

Chọn $E_{rad} = (0{,}6 \div 0{,}75)U_{dm}$

B10: Tính tiết diện rãnh S_r

Chọn hệ số lấp đầy: $k_{ld} = 0,36 \div 0,4$

Tiết diện của một dây dẫn rotor cả cách điện: $S_{cdR} = \frac{k_{ld}.S_r}{u.N_b}$

Chọn mật độ dòng điện đi qua dây quấn rotor J:

$J = (6 \div 6,5) A/mm^2$ - động cơ làm việc liên tục, cấp cách điện loại A

$J = (7 \div 7,5) A/mm^2$ - động cơ làm việc liên tục, cấp cách điện loại E, B

$J = (8 \div 9) A/mm^2$ - động cơ làm việc ngắn hạn

Tính dòng điện: $I_{nhanh} = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right).J$ và $I_{đm} = 2a.I_{nhánh}$

Tính công suất gần đúng: $P_{đm} = E_{rad}.I_{đm}$

B11: Xác định E_{taq}

Ta có: $E_{tsd} = \sqrt{(k_E.U)^2 - E_{rad}^2} - E_{taq}$; trong đó k_E phụ thuộc vào diện tích mặt cực từ

$\tau.L$ (cm^2)	15÷ 50	50÷ 100
K_E	0,75÷ 0,86	0,86÷ 0,9

Tính tổng số vòng cho dây quấn stator: $N_s = \frac{E_{tsd}}{4,44.f.\Phi_d.k_c}$ trong đó k_c là hệ số mặt cực.

B12: Sau khi tính được số vòng dây cho từng bối dây stator, dựa vào tiết diện rãnh stator và hệ số lấp đầy k_{ld} ta suy ra đường kính dây quấn stator.

Hoặc: $d_s = \sqrt{2}d_r$

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

§5.5. LÍ THUYẾT TÍNH TOÁN DÂY QUẤN

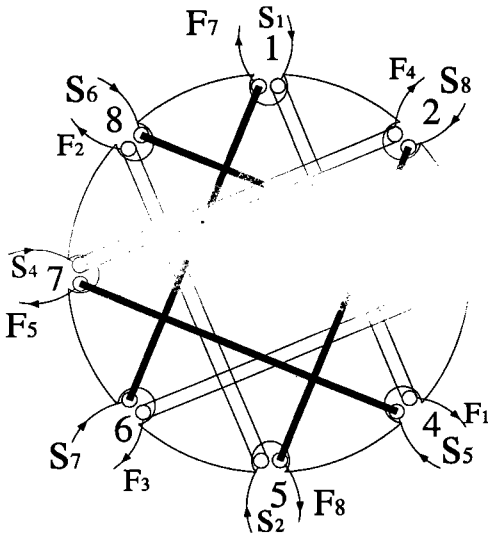
Bài 1: Vẽ sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng có Z = G = 8; 2p = 2, đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm trên đường trung tính hình học. Vẽ sơ đồ khai triển cho dây quấn rotor và lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

Ta có: $Z = G = 8; 2p = 2 \rightarrow \tau = 4; y_1 = \tau - 1 = 3; y_2 = y_1 - y = 3-1 = 2.$

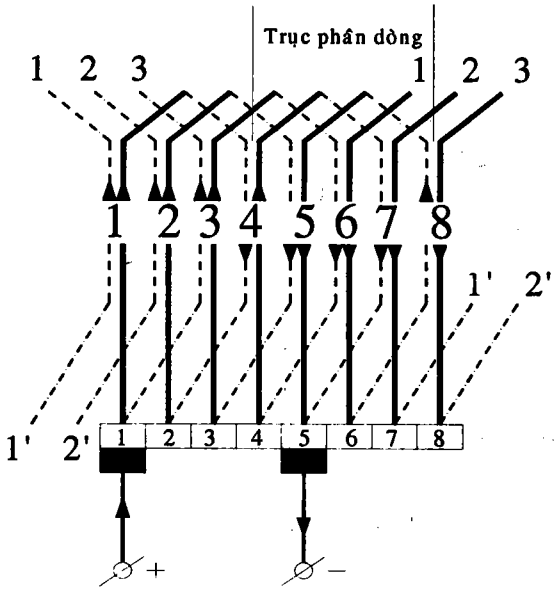
Do $y_1 = 3$ nên bộ dây quấn có hai nhóm độc lập. Các cặp bối song song được quấn liên tục cách nhau 3 rãnh, Z/2 = 4(chẵn) khoảng cách giữa đầu ra bối thứ 2 của nhóm bối dây song song đầu đến đầu vào bối thứ nhất của nhóm bối song song kế tiếp cách nhau 2 rãnh.

Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song:



Hình 5.1: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 8, 2p = 2

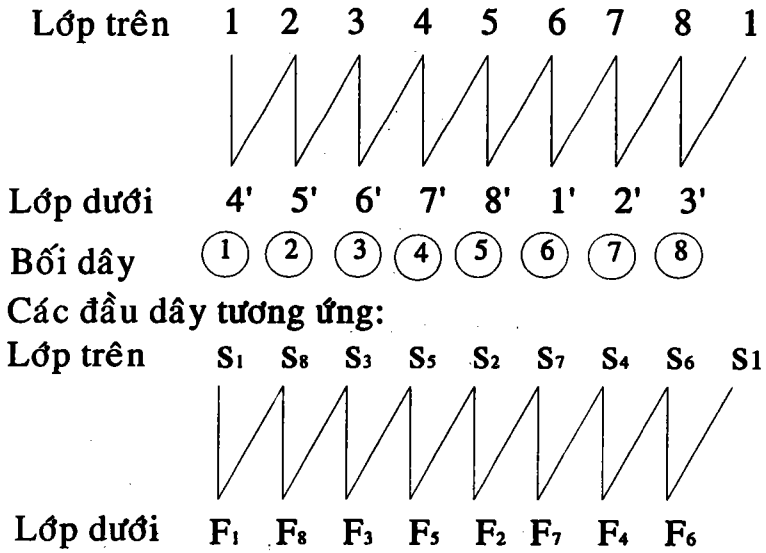
Sơ đồ khai triển dây quấn:



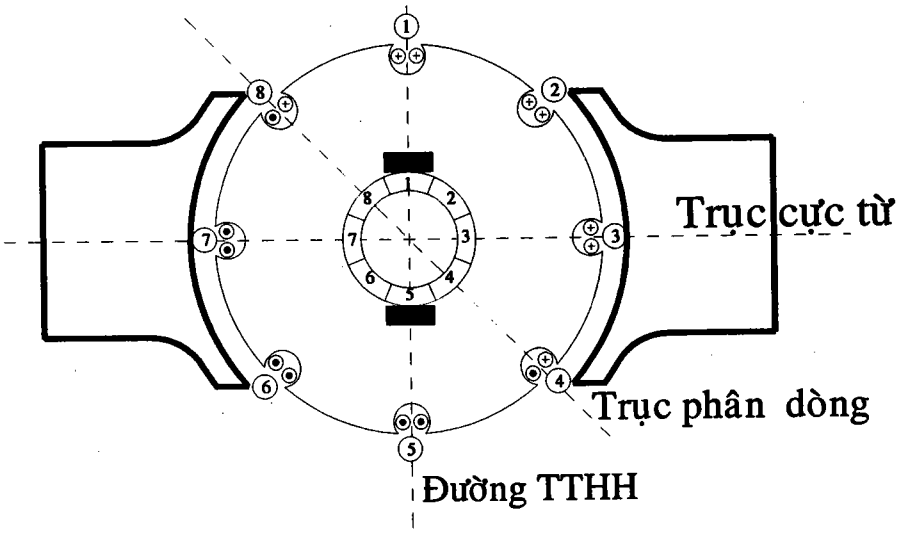
Hình 5.2: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 8, 2p = 2

Sơ đồ nối các phần tử:



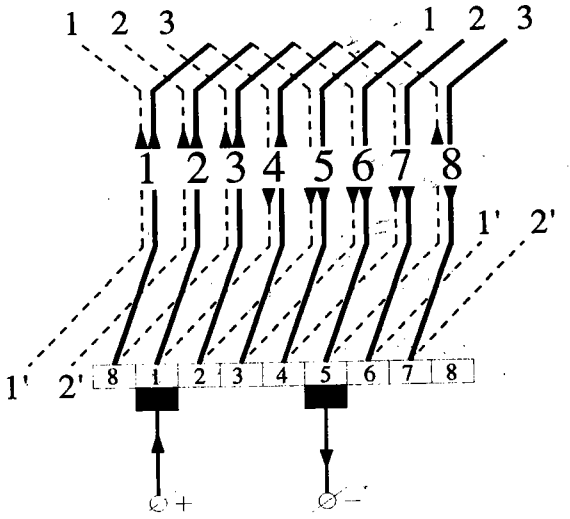
Vị trí chổi than so với đường trung tính hình học:



Hình 5.3: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm trên đường TTHH

Để động cơ đạt moment cực đại phải dời trục phân dòng sang phải 1 rãnh. Vậy phải đấu lệch trái 1 phiến góp.

Sơ đồ dây quấn sau khi hiệu chỉnh:



Hình 5.4: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây đấu lệch trái 1 phiện góp

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

Đầu vào	S_8	S_3	S_5	S_2	S_7	S_4	S_6	S_1
Đầu ra	F_1	F_8	F_3	F_5	F_2	F_7	F_4	F_6
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8

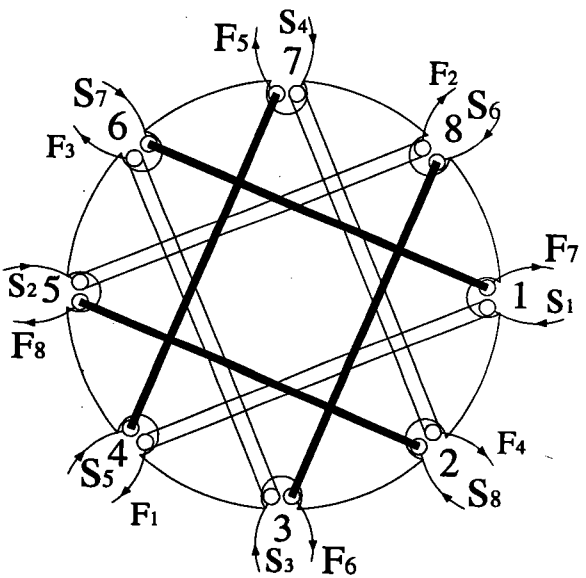
Bài 2: Vẽ sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng có Z = G = 8; 2p = 2, đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm trên trục cực từ. Vẽ sơ đồ khai triển cho dây quấn rotor và lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

Ta có: $Z = G = 8; 2p = 2 \rightarrow \tau = 4; y_1 = \tau - 1 = 3, y_2 = y_1 - y = 3-1 = 2.$

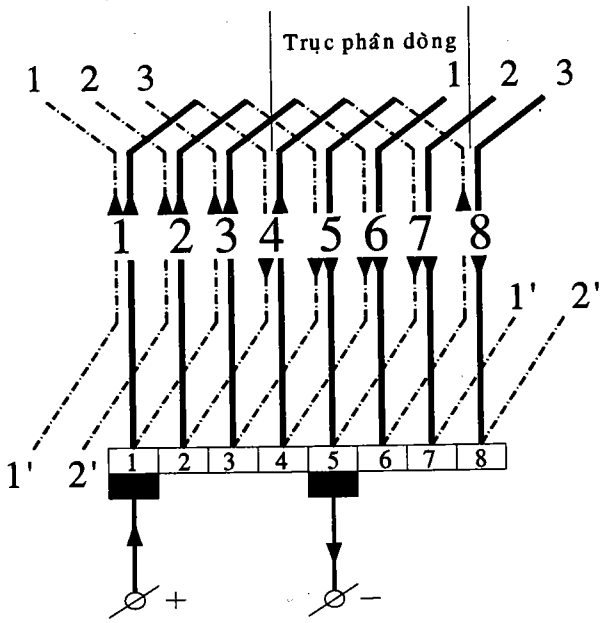
Do $y_1 = 3$ nên bộ dây quấn có hai nhóm độc lập. Các cặp bối song song được quấn liên tục cách nhau 3 rãnh. Z/2 = 4(chẵn) khoảng cách giữa đầu ra bối thứ 2 của nhóm bối dây song song đầu đến đầu vào bối thứ nhất của nhóm bối song song kế tiếp cách nhau 2 rãnh.

Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song:



Hình 5.5: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 8, 2p = 2

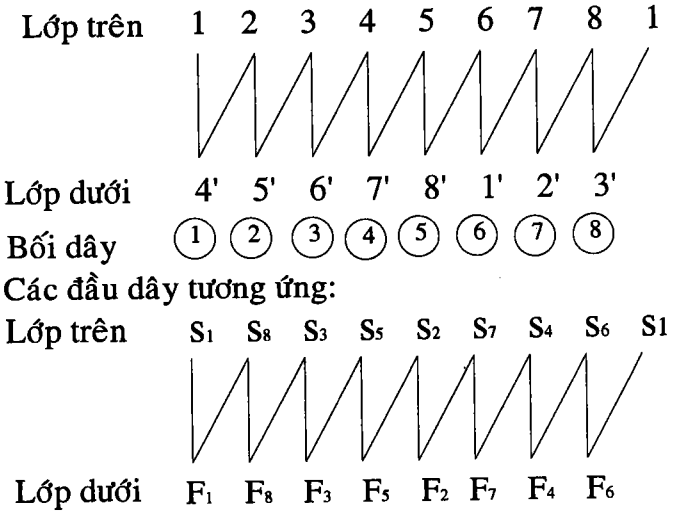
Sơ đồ khai triển dây quấn:



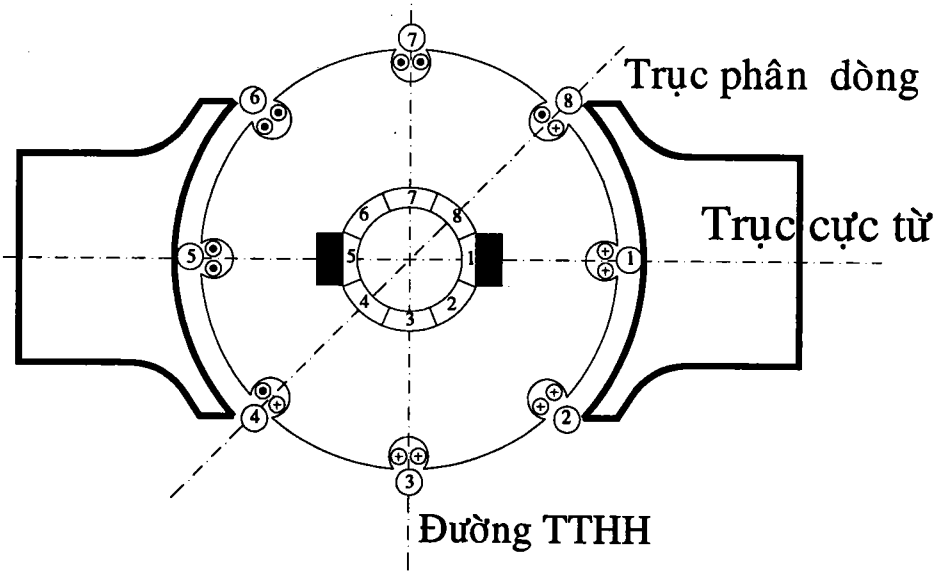
Hình 5.6: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 8, 2p = 2

Sơ đồ nối các phần tử:



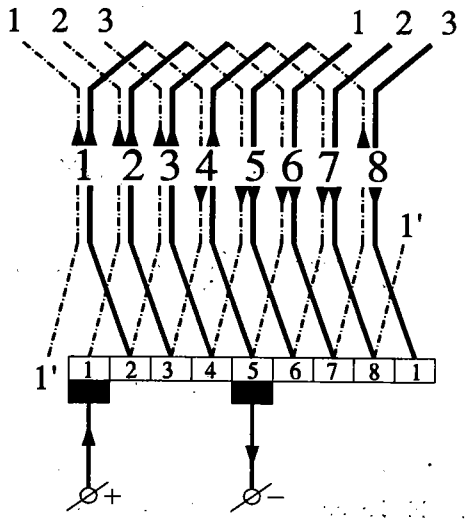
Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm trên trục cực từ:



Hình 5.7: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm trùng với trục cực từ

Để động cơ đạt moment cực đại phải dời trục phân dòng sang trái 1 rãnh. Vậy phải đấu lệch phải 1 phiến góp.

Sơ đồ dây quấn sau khi hiệu chỉnh:



Hình 5.8: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây đấu lệch phải 1 phiên góp

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

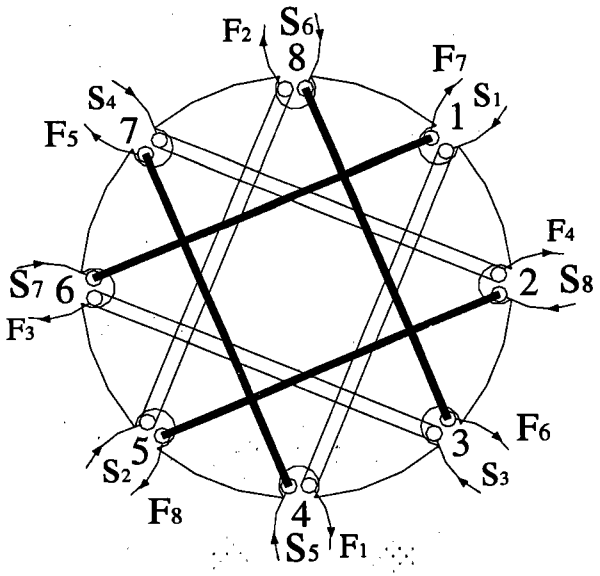
Đầu vào	S_8	S_3	S_5	S_2	S_7	S_4	S_6	S_1
Đầu ra	F_1	F_8	F_3	F_5	F_2	F_7	F_4	F_6
Phiến góp	3	4	5	6	7	8	1	2

Bài 3: Vẽ sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ 1 pha có vành góp, với Z = G = 8; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm bên phải đường trung tính hình học một góc 45^0. Vẽ sơ đồ khai triển cho dây quấn rotor và lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

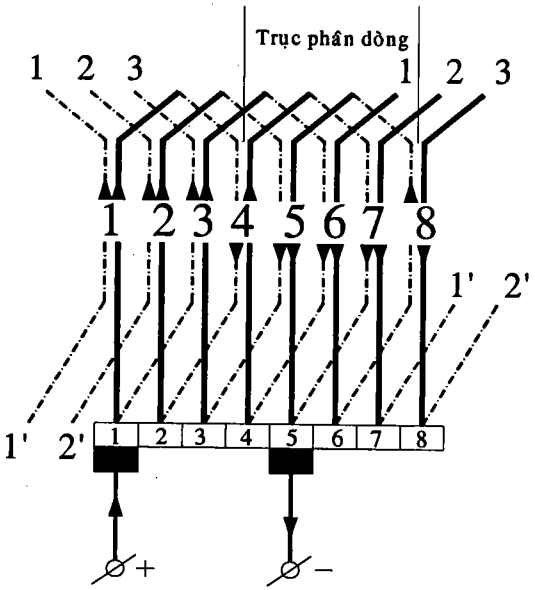
Z = G = 8; 2p = 2. nên $\tau = 4$ và $y_1 = \tau - 1 = 3$, $y_2 = y_1 - y = 3-1 = 2$.

Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song:



Hình 5.9: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 8, 2p = 2

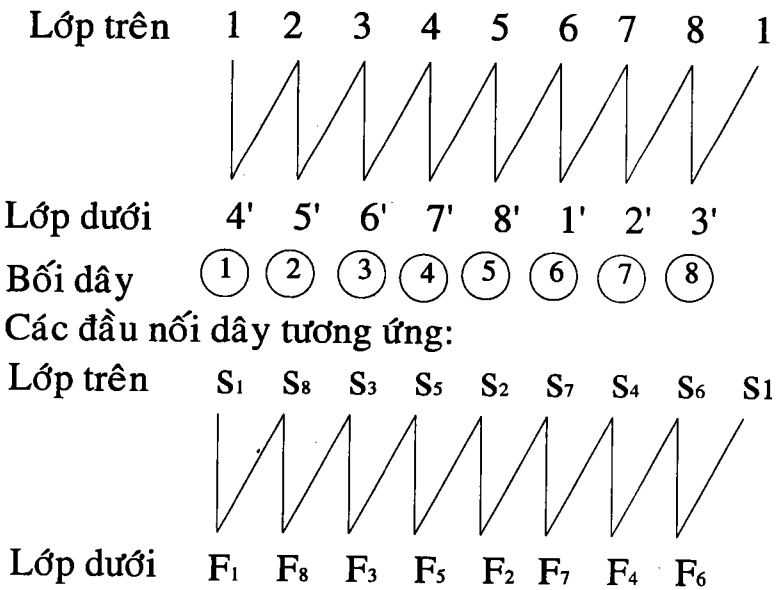
Sơ đồ khai triển dây quấn:



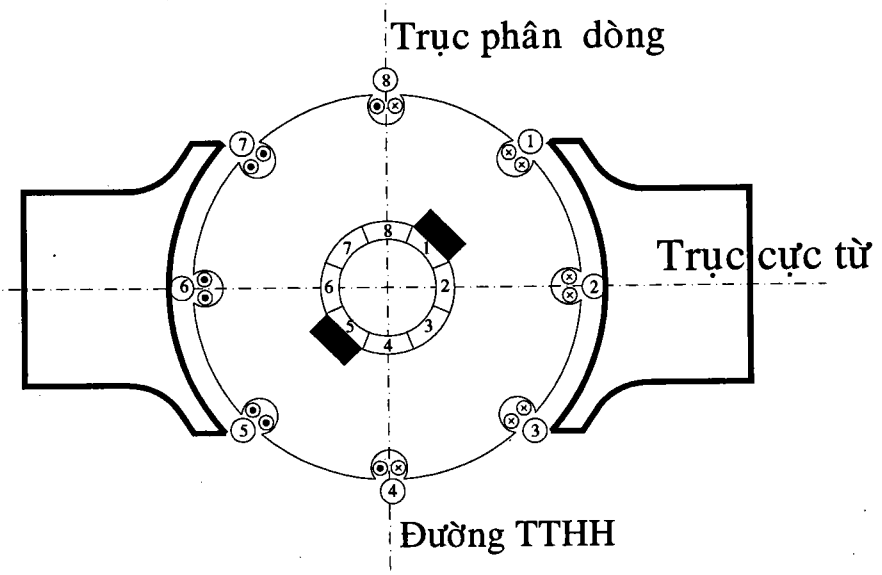
Hình 5.10: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 8, 2p = 2

Sơ đồ nối các phần tử:



Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm bên phải đường trung tính hình học một góp 45^0:



Hình 5.11: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm lệch bên trái đường TTHH một góc 45^0

Ta thấy rằng khi chổi than nằm lệch bên phải đường trung tính hình học một góc 45^0 thì trục phân dòng trùng đường trung tính hình học do đó không cần phải hiệu chỉnh động cơ vận đạt moment cực đại:

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

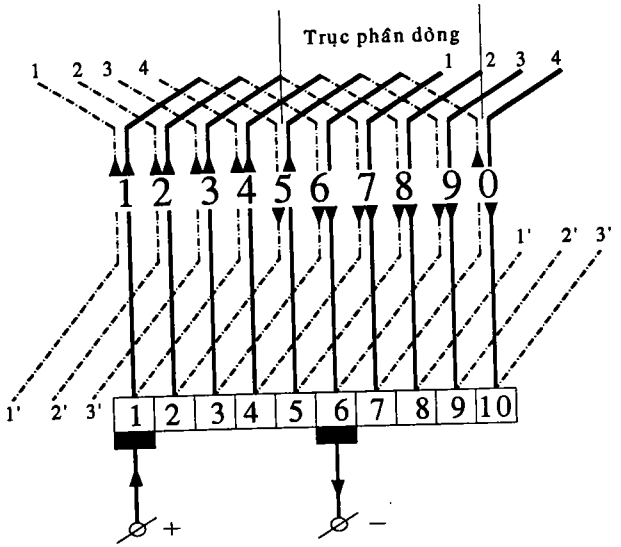
Đầu vào	S_1	S_8	S_3	S_5	S_2	S_7	S_4	S_6
Đầu ra	F_6	F_1	F_8	F_3	F_5	F_2	F_7	F_4
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8

Bài 4: Cho động cơ điện vạn năng, có Z = G = 10; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm trên đường trung tính hình học. Vẽ sơ đồ khai triển cho dây quấn rotor để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

Z = G = 10; 2p = 2. nên $\tau = 5$ và $y_1 = \tau - 1 = 4$, $y_2 = y_1 - y = 4 - 1 = 3$.

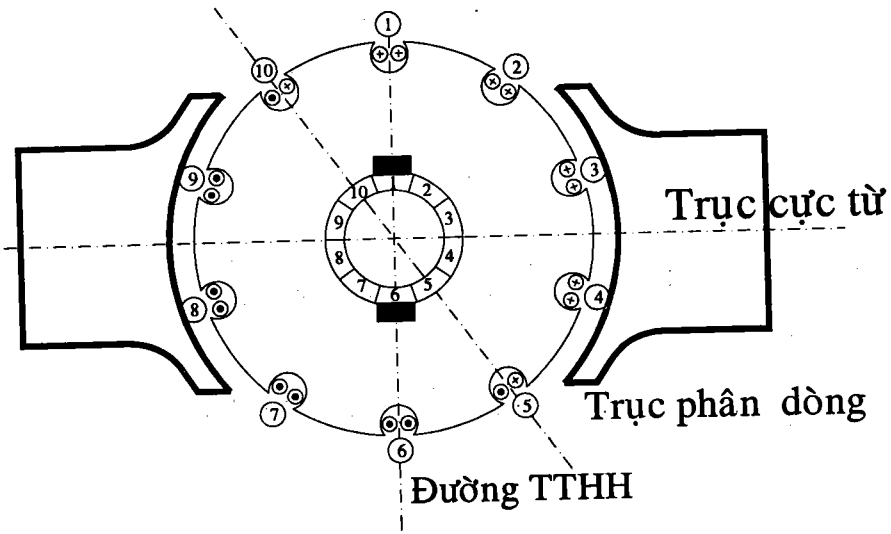
Sơ đồ khai triển dây quấn:



Hình 5.12: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 10, 2p = 2

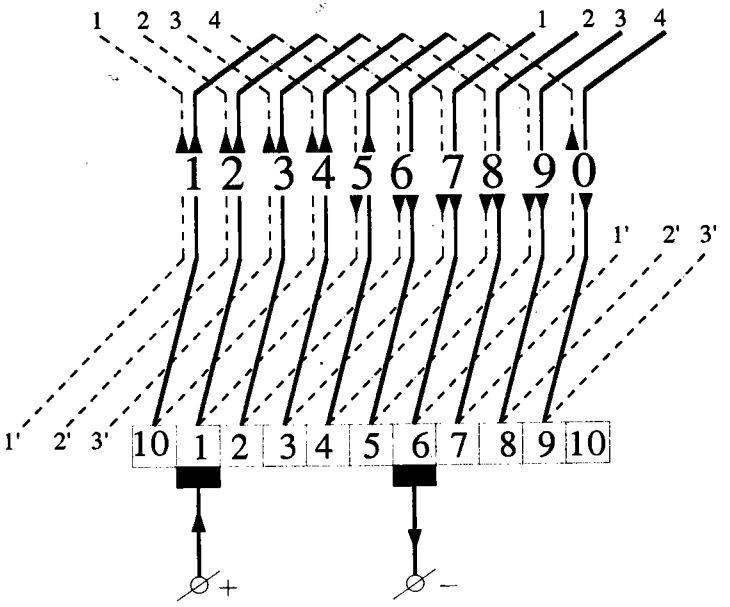
Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm trên đường trung tính hình học:



Hình 5.11: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm trên đường TTHH

Để động cơ đạt moment cực đại phải dời trục phân dòng sang phải 1 rãnh. Vậy phải đấu lệch trái 1 phiến góp.

Sơ đồ khai triển của dây quấn rotor để động cơ đạt moment cực đại:



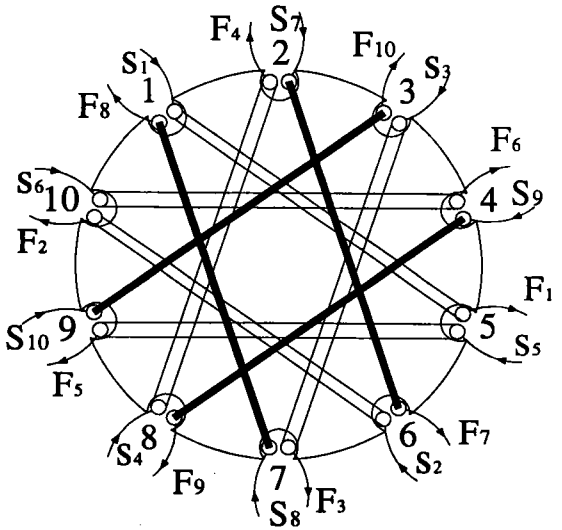
Hình 5.14: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây đấu lệch trái 1 phiên góp

Bài 5: Cho động cơ điện vạn năng, với Z = G = 10; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm lệch về phía trái đường trung tính hình học một góc 36^0. Vẽ sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song, lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp, và sơ đồ khai triển cho dây quấn rotor để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

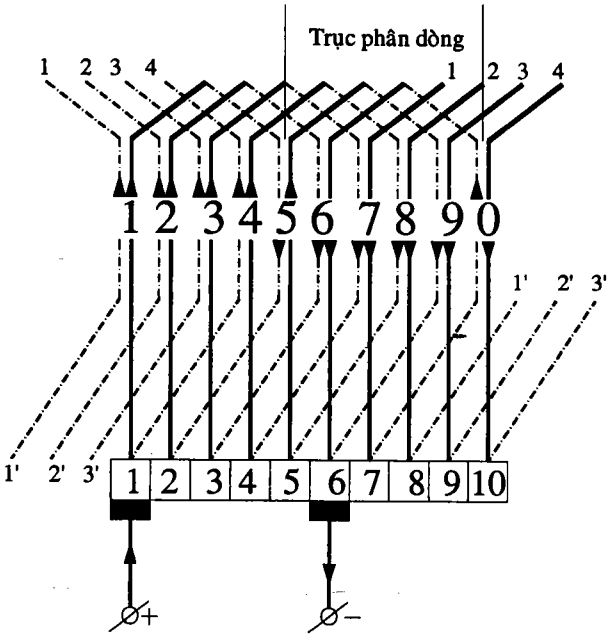
Ta có: $Z = G = 10; 2p = 2 \rightarrow \tau = 5; y_1 = \tau - 1 = 4, y_2 = y_1 - y = 4 - 1 = 3.$

Sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song:



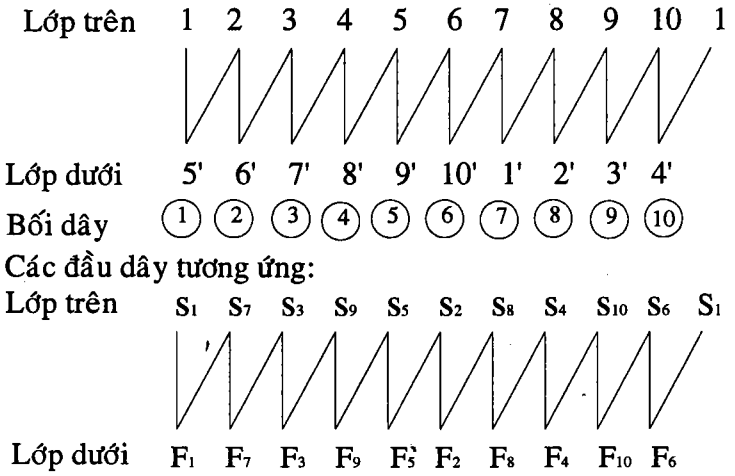
Hình 5.15: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 10, 2p = 2

Sơ đồ khai triển dây quấn:

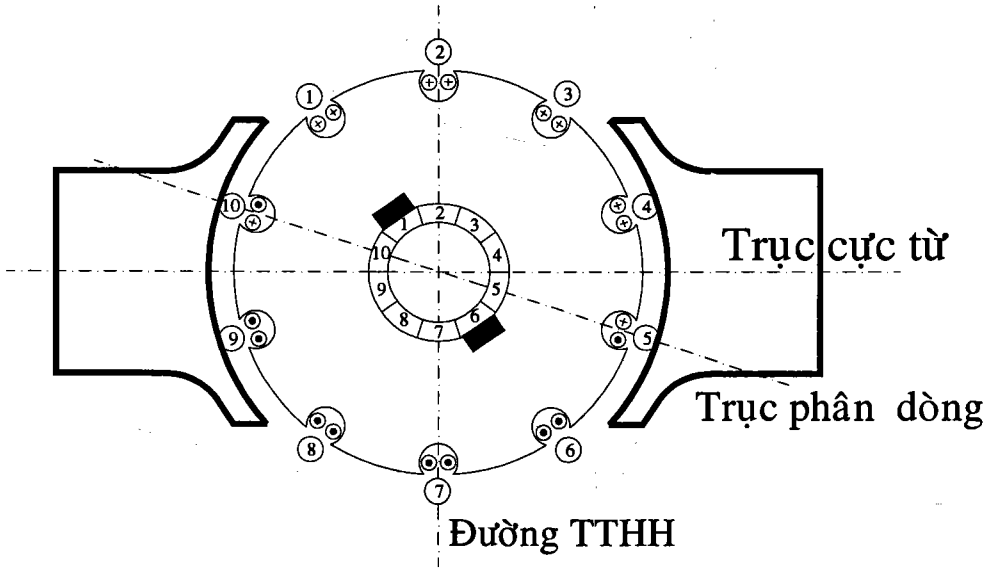


Hình 5.16: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng; Z = G = 10, 2p = 2

Sơ đồ nối các phần tử:



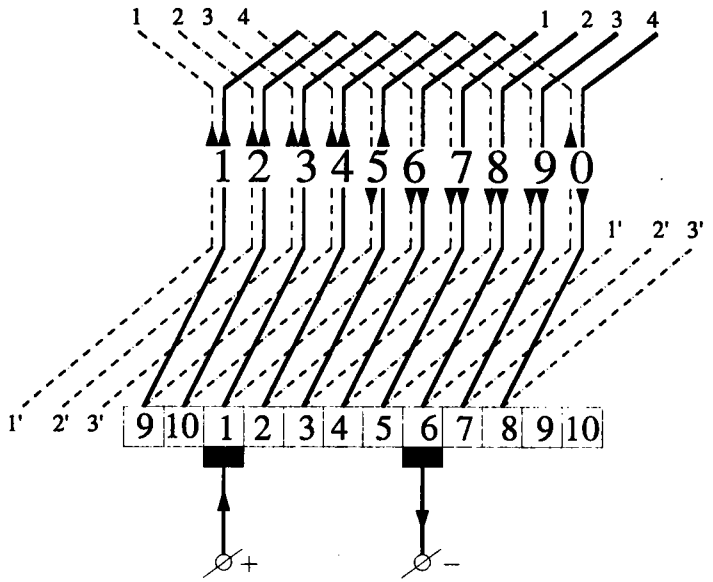
Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm lệch về phía trái đường trung tính hình học một góc 36^0.



Hình 5.17: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm về phía phải đường TTHH một góc 36^0

Để moment động cơ đạt cực đại phải di chuyển trục phân dòng sang phải 2 rãnh. Vậy phải đấu lệch trái 2 phiến góp.

Sơ đồ khai triển dây quấn rotor để moment động cơ đạt cực đại:



Hình 5.18: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây đấu lệch trái 2 phiên góp

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

Đầu vào	S_3	S_9	S_5	S_2	S_8	S_4	S_{10}	S_6	S_1	S_7
Đầu ra	F_7	F_3	F_9	F_5	F_2	F_8	F_4	F_{10}	F_6	F_1
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

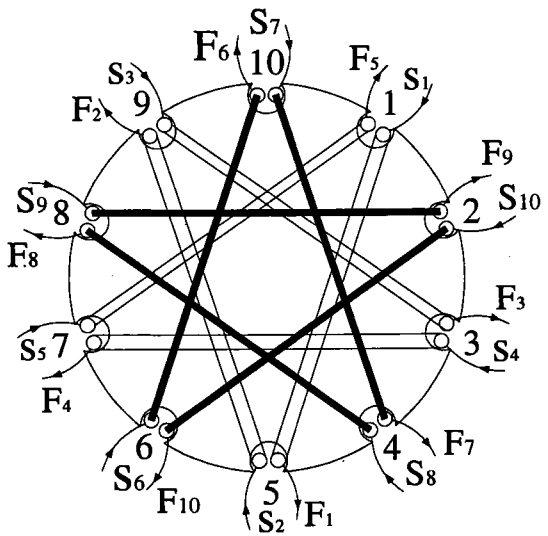
Bài 6: Cho động cơ điện vạn năng, với Z = G = 10; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm lệch về phía phải đường trung tính hình học một góc 36^0. Vẽ sơ đồ lồng dây theo kiểu hình V, lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp, và sơ đồ khai triển cho dây quấn rotor để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

Ta có: $Z = G = 10; 2p = 2 \rightarrow \tau = 5; y_1 = \tau - 1 = 4, y_2 = y_1 - y = 4 - 1 = 3.$

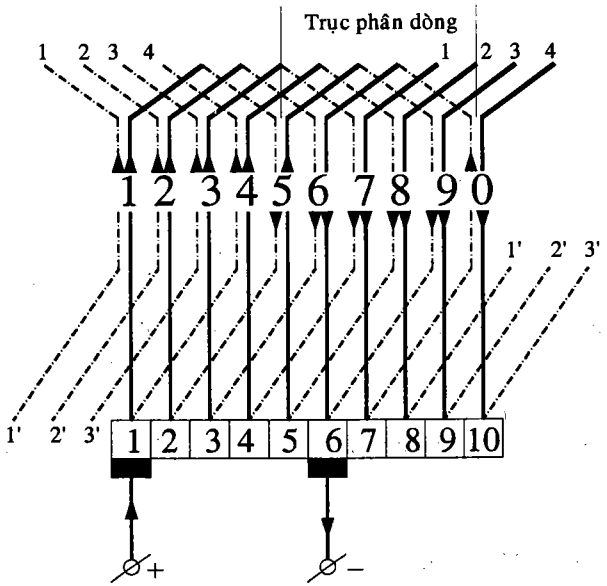
Các bối dây mở đầu cho hai nửa bộ dây độc lập song song và đối xứng qua tâm rotor.

Sơ đồ lồng dây theo kiểu hình V:



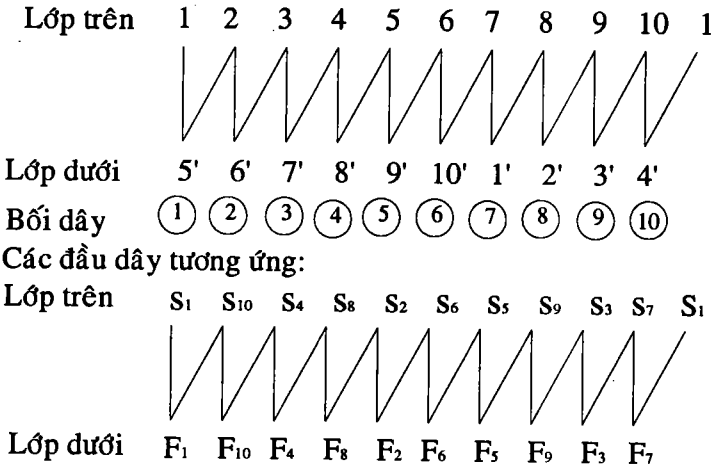
Hình 5.19: Sơ đồ dây quấn theo kiểu hình V cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 10, 2p = 2

Sơ đồ khai triển dây quấn:

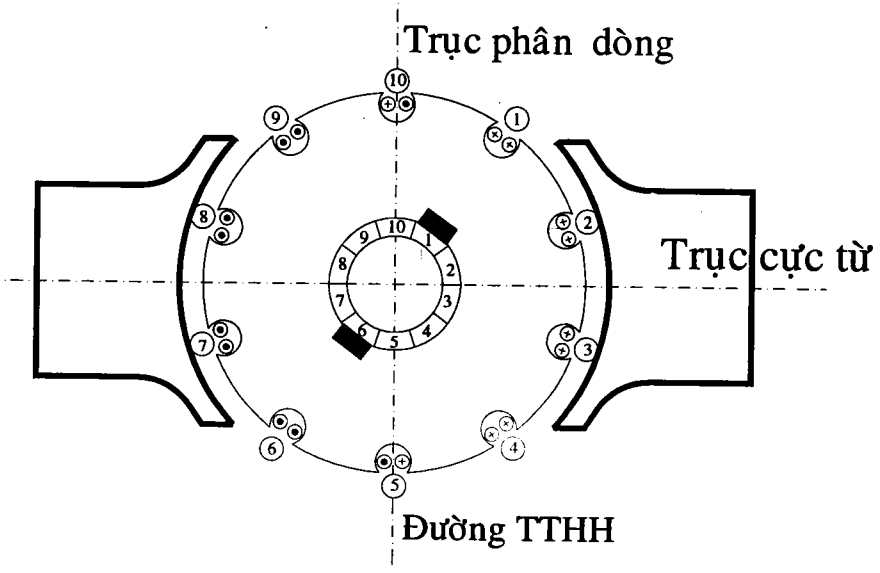


Hình 5.20: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng; Z = G = 10, 2p = 2

Sơ đồ nối cácphần tử:



Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm về phía phải đường trung tính hình học một góc 36^0.



Hình 5.21: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm về phía trái đường TTHH một góc 36^0

Ta thấy rằng khi chổi than nằm lệch bên phải đường trung tính hình học một góc 45^0 thì trục phân dòng trùng đường trung tính hình học do đó không cần phải hiệu chỉnh động cơ vẫn đạt moment cực đại:

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

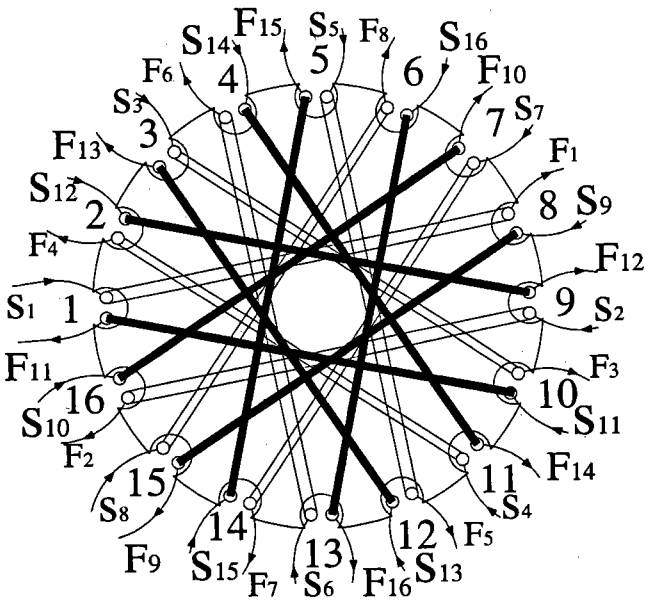
Đầu vào	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
Đầu ra	F_{10}	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Bài 7: Vẽ sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ điện vạn năng, có Z = G = 16; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm trên trục cực từ. Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn rotor (kiểu xếp đơn, tiến)và lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

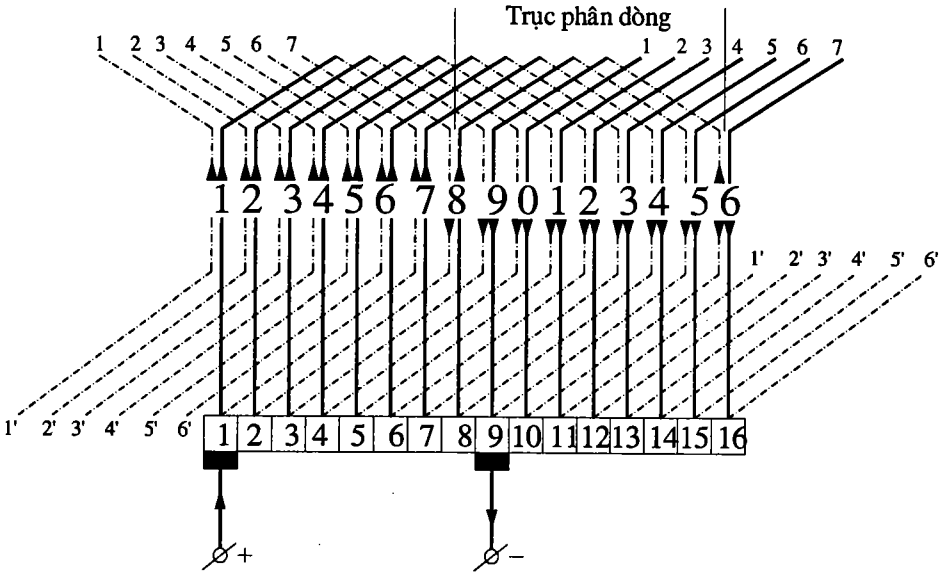
Ta có: $Z = G = 16; 2p = 2 \rightarrow \tau = 8; y_1 = \tau - 1 = 7; y_2 = y_1 - y = 7 - 1 = 6.$

Sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song:



Hình 5.22: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 16, 2p = 2

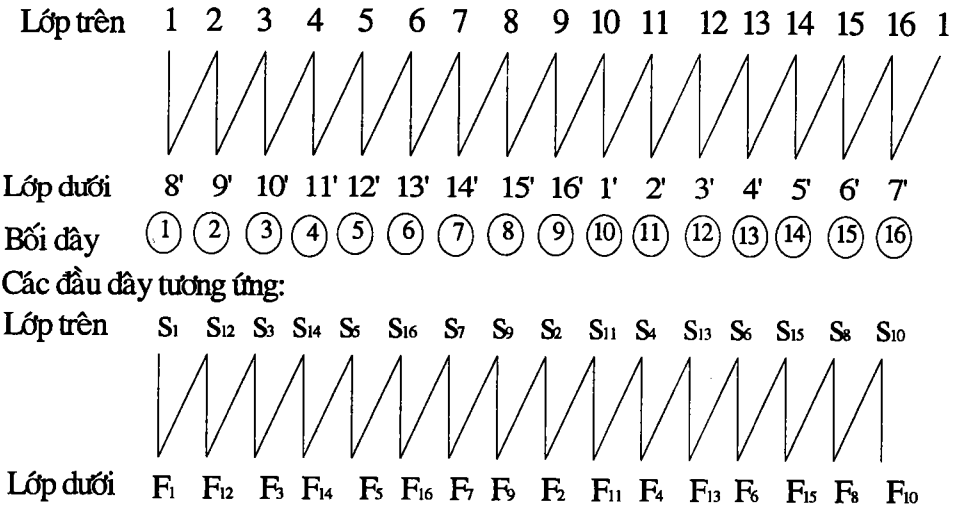
Sơ đồ khai triển dây quấn:



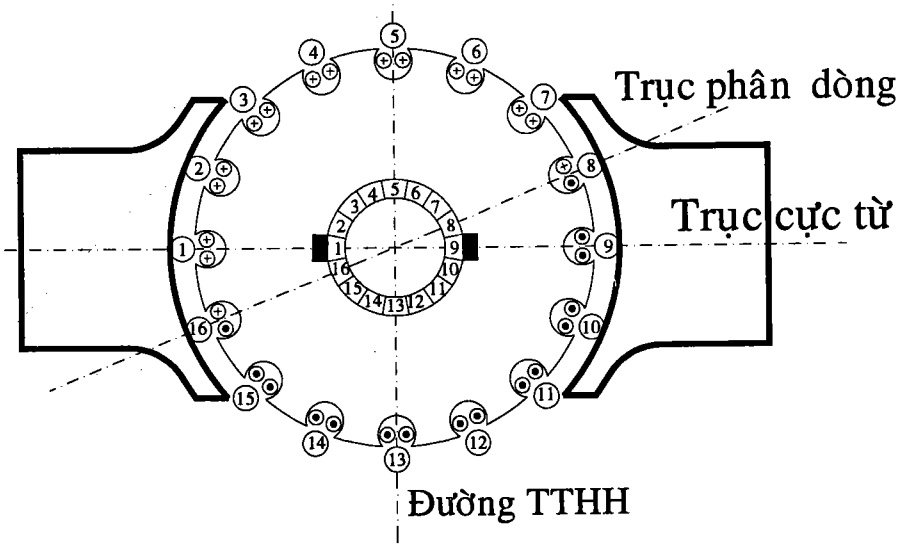
Hình 5.23: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 16, 2p = 2

Sơ đồ nối các phần tử:

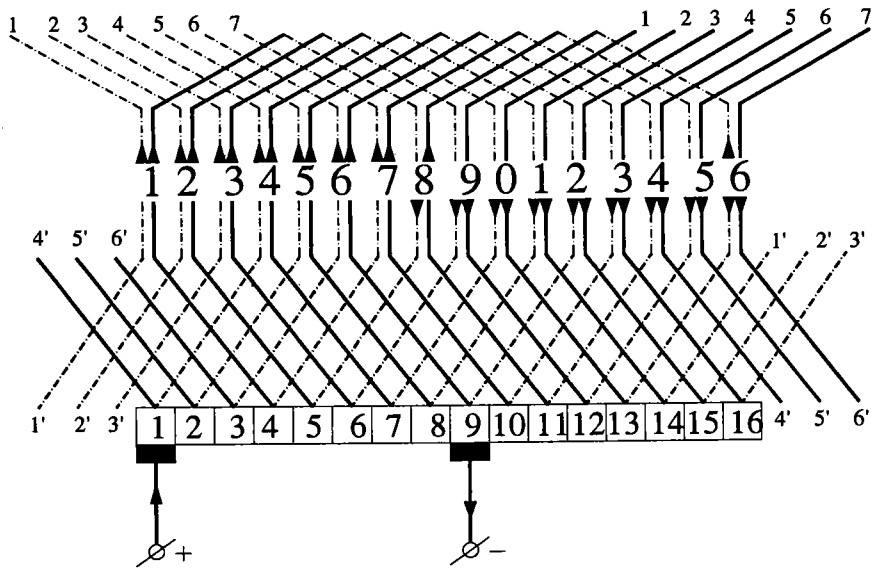


Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm trùng với trục cực từ.



Hình 5.24: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm trùng với trục cực từ

Để moment động cơ đạt cực đại phải dời trục phân dòng sang trái 3 rãnh. Vậy phải đấu lệch phải 3 phiến góp. Sơ đồ khai triển dây quấn rotor để moment động cơ đạt cực đại:



Hình 5.25: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây quấn lệch phải 3 phiến góp

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

Đầu vào	S_{15}	S_8	S_{10}	S_1	S_{12}	S_3	S_{14}	S_5
Đầu ra	F_6	F_{15}	F_8	F_{10}	F_1	F_{12}	F_3	F_{14}
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8

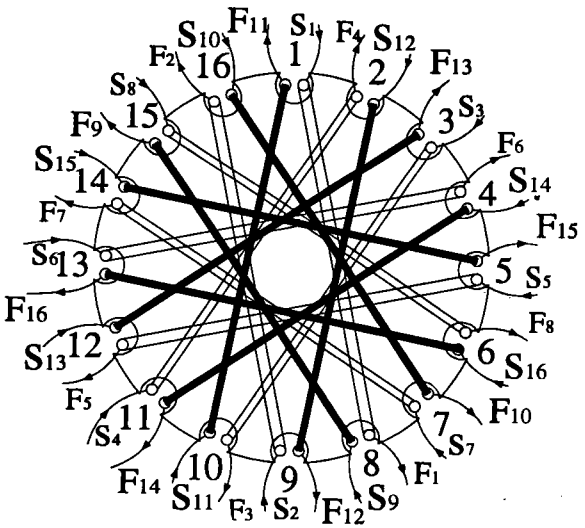
Đầu vào	S_{16}	S_7	S_9	S_2	S_{11}	S_4	S_{13}	S_6
Đầu ra	F_5	F_{16}	F_7	F_9	F_2	F_{11}	F_4	F_{13}
Phiến góp	9	10	11	12	13	14	15	16

Bài 8: Vẽ sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ điện vạn năng, có Z = G = 16; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm trên đường trung tính hình học. Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn rotor và lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

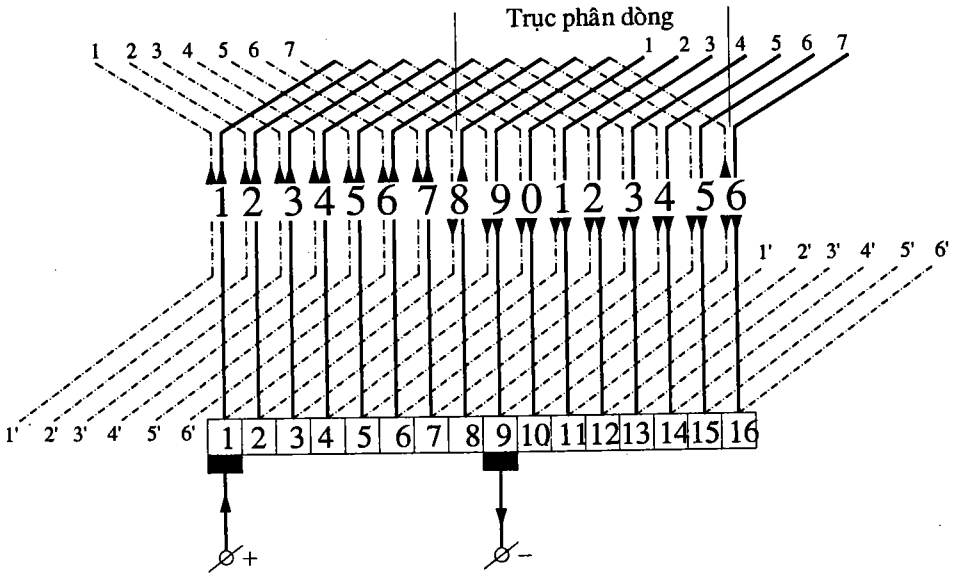
Ta có: $Z = G = 16; 2p = 2 \rightarrow \tau = 8; y_1 = \tau - 1 = 7; y_2 = y_1 - y = 7 - 1 = 6.$

Sơ đồ lồng dây theo kiểu từng cặp bối song song:



Hình 5.26: Sơ đồ dây quấn theo kiểu từng cặp bối song song cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 16, 2p = 2

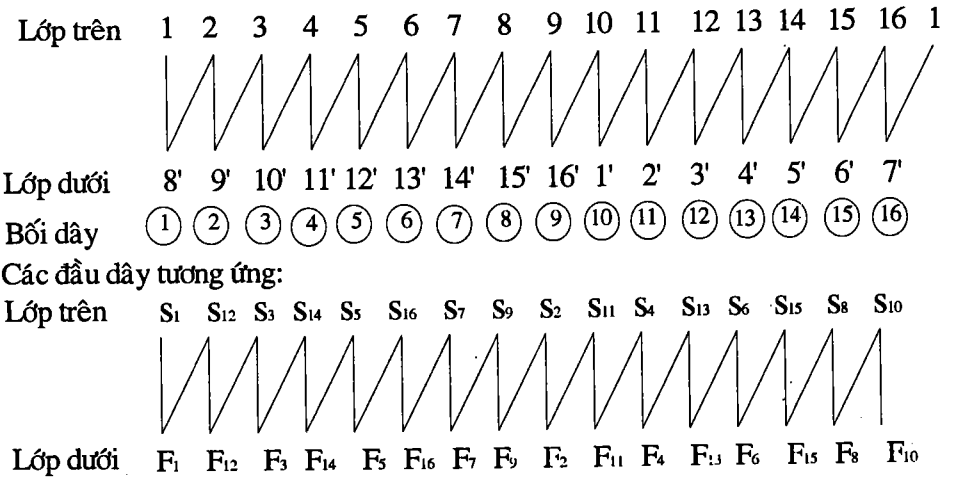
Sơ đồ khai triển dây quấn:



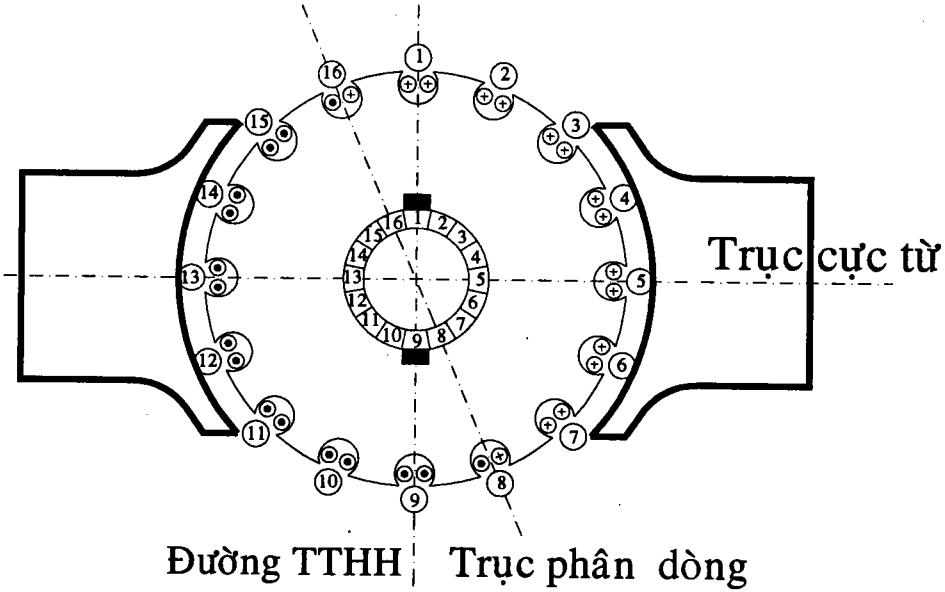
Hình 5.27: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 16; 2p =2

Sơ đồ nối các phần tử:

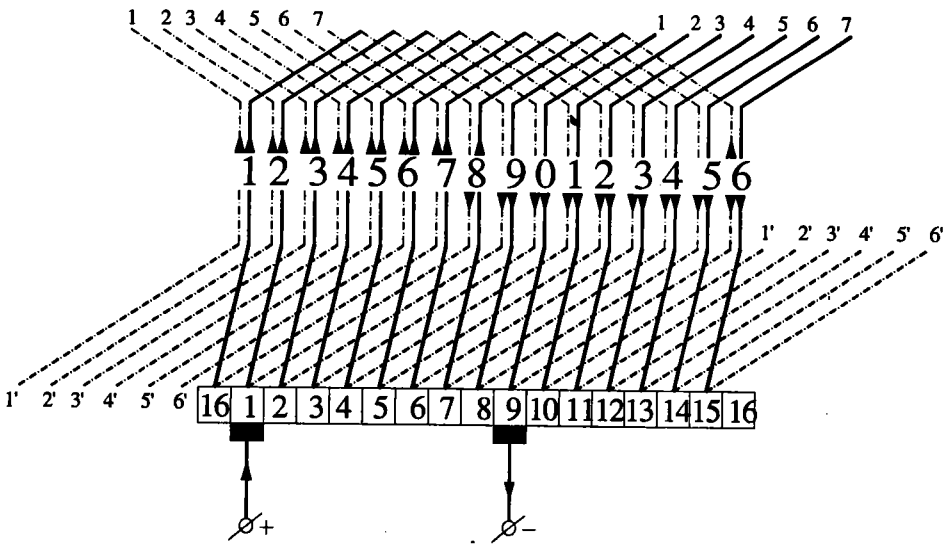


Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm trên đường trung tính hình học.



Hình 5.28: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm trên đường TTHH

Để moment động cơ đạt cực đại phải dời trục phân dòng sang phải 1 rãnh. Vậy phải đấu lệch trái 1 phiến góp. Sơ đồ khai triển dây quấn rotor để moment động cơ đạt cực đại:



Hình 5.29: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây quấn lệch trái 1 phiên góp

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

Đầu vào	S_{12}	S_3	S_{14}	S_5	S_{16}	S_7	S_9	S_2
Đầu ra	F_1	F_{12}	F_3	F_{14}	F_5	F_{16}	F_7	F_9
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8

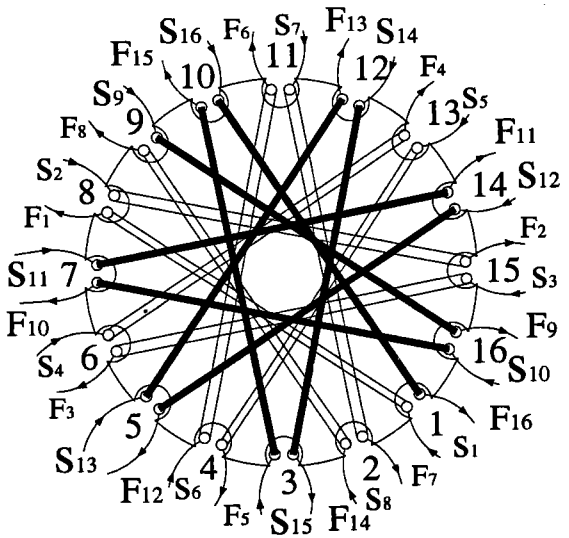
Đầu vào	S_{11}	S_4	S_{13}	S_6	S_{15}	S_8	S_{10}	S_1
Đầu ra	F_2	F_{11}	F_4	F_{13}	F_6	F_{15}	F_8	F_{10}
Phiến góp	9	10	11	12	13	14	15	16

Bài 9: Vẽ sơ đồ lồng dây theo kiểu hình V cho rotor động cơ điện vạn năng, có Z = G = 16; 2p = 2. Đường kéo dài rãnh trùng với mặt phiến góp. Vị trí chổi than nằm lệch bên trái đường trung tính hình học một góc 45^0. Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn rotor và lập bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp để động cơ đạt moment cực đại.

Bài giải:

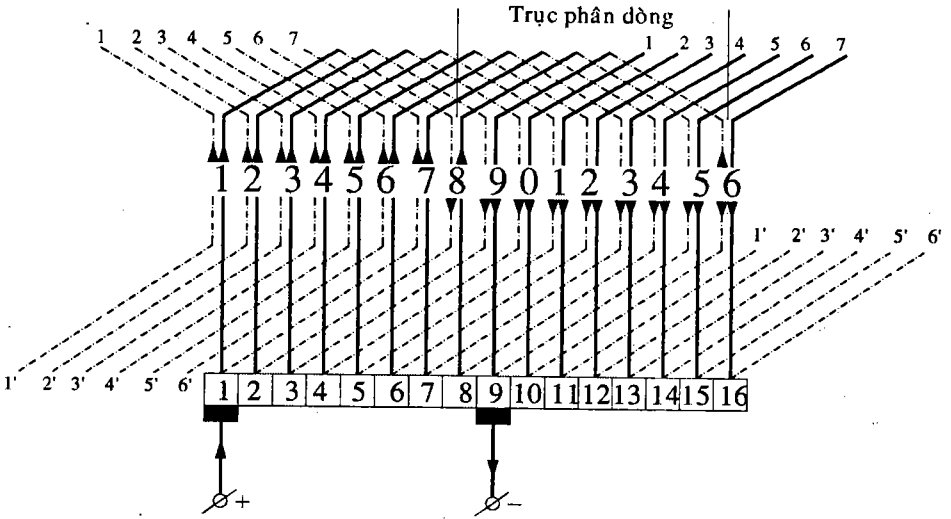
Ta có: $Z = G = 16; 2p = 2 \rightarrow \tau = 8; y_1 = \tau - 1 = 7; y_2 = y_1 - y = 7 - 1 = 6.$

Sơ đồ lồng dây theo kiểu hình V:



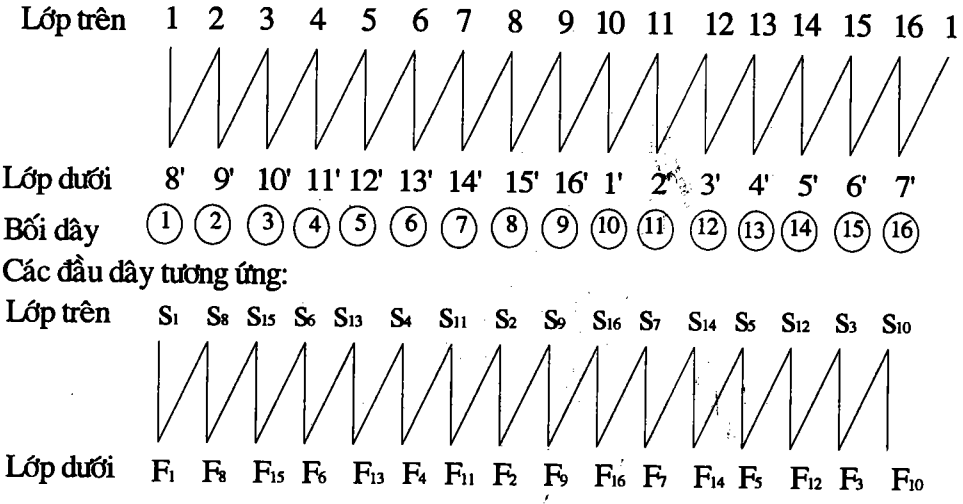
Hình 5.30: Sơ đồ dây quấn theo kiểu hình V cho rotor động cơ vạn năng; Z = G = 16, 2p = 2

Sơ đồ khai triển dây quấn:

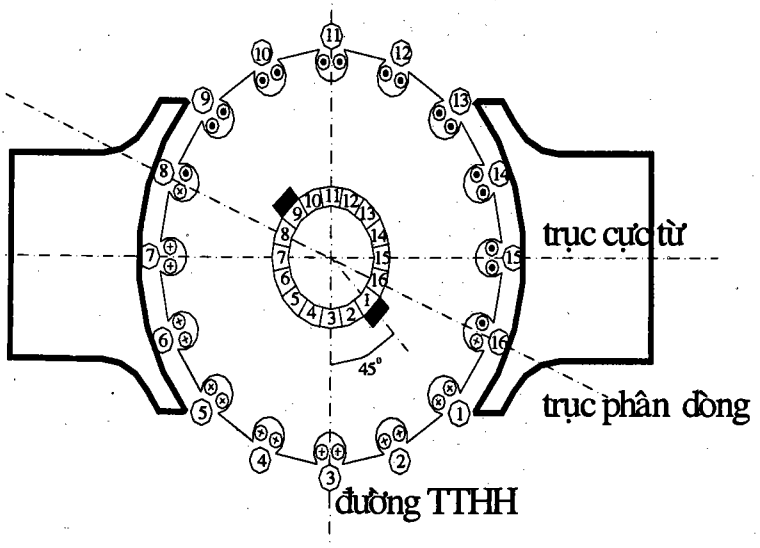


Hình 5.31: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng; Z = G = 16; 2p =2

Sơ đồ nối các phân tử:

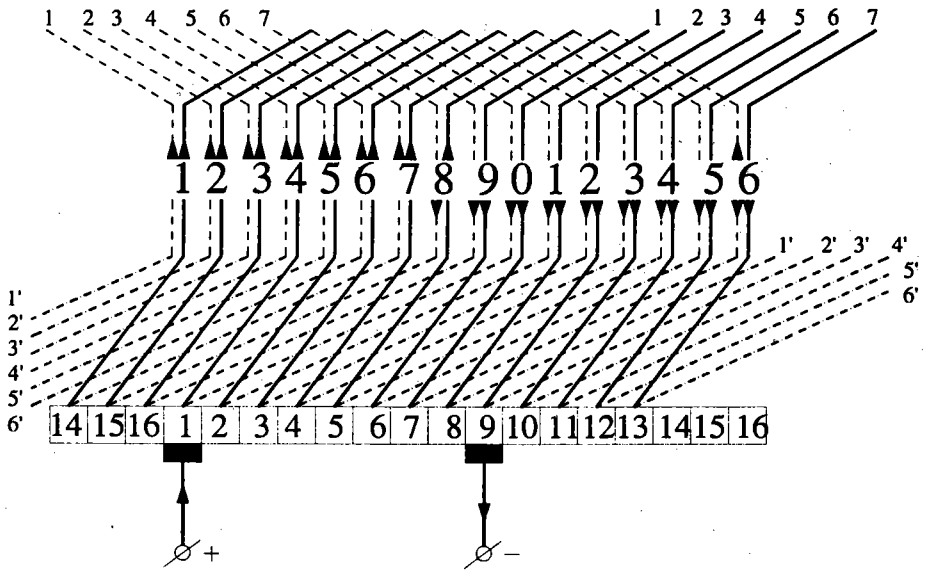


Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm lệch về bên trái đường trung tính hình học một góc 45^0.



Hình 5.32: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm lệch bên phải đường TTHH một góc 45°

Để moment động cơ đạt cực đại phải dời trục phân dòng sang phải 3 rãnh. Vậy phải đấu lệch trái 3 phiến góp. Sơ đồ khai triển dây quấn rotor để moment động cơ đạt cực đại:



Hình 5.33: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây quấn lệch trái 3 phiên góp

Bảng thứ tự các đầu dây nối vào phiến góp:

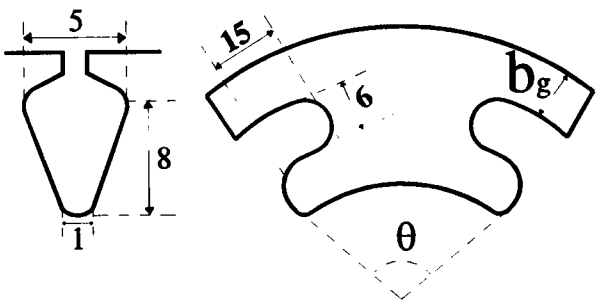
Đầu vào	S_6	S_{13}	S_4	S_{11}	S_2	S_9	S_{16}	S_7
Đầu ra	F_{15}	F_6	F_{13}	F_4	F_{11}	F_2	F_9	F_{16}
Phiến góp	1	2	3	4	5	6	7	8

Đầu vào	S_{14}	S_5	S_{12}	S_3	S_{10}	S_1	S_8	S_{15}
Đầu ra	F_7	F_{14}	F_5	F_{12}	F_3	F_{10}	F_1	F_8
Phiến góp	9	10	11	12	13	14	15	16

§5.6. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG MẤT SỐ LIỆU

Bài 1: Xác định số liệu dây quấn và rotor stator của động cơ làm khoan điện cầm tay(cỡ đường kính lưỡi khoan tối đa 10mm) tốc độ định mức ở đầu khoan là 500vòng/phút. Tỉ lệ biến tốc từ đầu khoan đến rotor là 1/36. Kích thước lõi thép và rotor stator như sau:

- Rotor:



D_r = 42,6mm;

L = 28 mm;

b_r = 2,5mm;

Z = K = 15;

2p = 2.

- Stator: góc mở rộng mặt cực từ: $\theta = 106^0$

D = 42,6mm;

L = 28 mm;

bg = 6 mm.

Trục chổi than trùng trục trung tính hình học. Nếu số mạch nhánh của dây quấn rotor là 2, điện áp định mức là 220V.

Bài giải:

B1: Xác định các tham số cần thiết cho việc tính toán.

Tốc độ quay trên trục động cơ: $n = \frac{500}{\left(\frac{1}{36}\right)} = 18000$ (vòng/phút)

Hệ số mặt cực từ stator: $k_c = Cos\frac{180^0 - \theta}{2} = 0{,}798$

Diện tích rãnh rotor: $S_{r_r} = \left(\frac{1+5}{2}\right).8 = 24\,mm^2$

Diện tích rãnh stator: $S_{r_s} = 6.15 = 90\,mm^2$

B2: Diện tích một khoảng bước cực từ.

$$\tau.L = \frac{\pi D_t}{2P}.L = \frac{\pi.43}{2}.28 = 18{,}9cm^2$$

$\Phi_d = (\tau.L).B_\delta = 18{,}9.10^{-4}B_\delta = 18{,}9.10^{-4}B_\delta$

B3: Lập biểu thức quan hệ giữa mật độ từ thông qua răng lõi thép rotor B_r và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$$B_r = \left(\frac{\pi.D_r}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.42{,}6}{15.2{,}5}B_\delta = 3{,}567.B_\delta \qquad (1)$$

B4: Lập biểu thức quan hệ giữa mật độ từ thông qua gông lõi thép stator B_g và mật độ từ thông qua khe hở không khí B_δ:

$$B_g = \frac{\Phi_d}{2(b_g.L)} = \frac{18{,}9.10^{-4}.B_\delta}{2.6.10^{-3}.28.10^{-3}} = 5{,}625.B_\delta \qquad (2)$$

B5: Chọn B_{gmax} =1.7 (T), B_{rmax} = 1.8(T). thay vào (1) và (2)

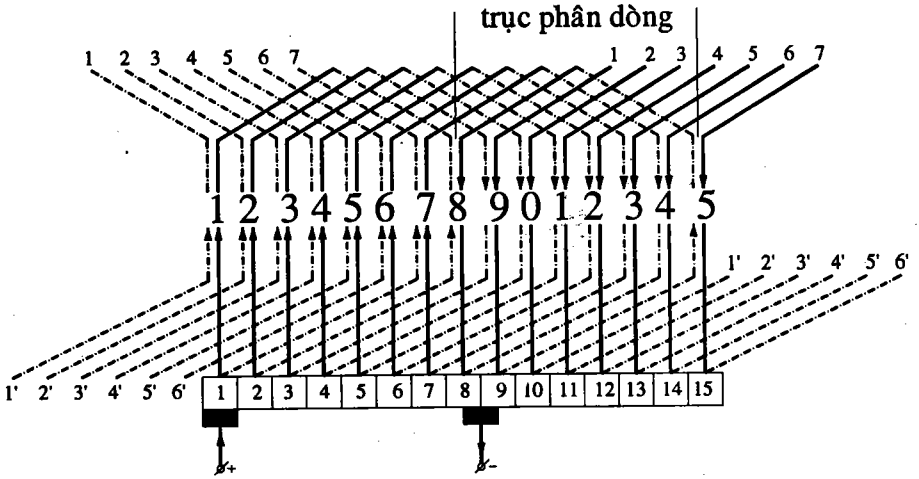
Ta có $B_\delta = 0{,}4$(T) $\rightarrow \Phi_d = 18{,}9.10^{-4}B_\delta = 18{,}9.\ 0{,}4.10^{-4}$

$= 7{,}56.\ 10^{-4}$ (wb)

B6: Chọn kết cấu cho dây quấn và tính hệ số dây quấn:

Chọn dây quấn xếp tiến, bước ngắn.

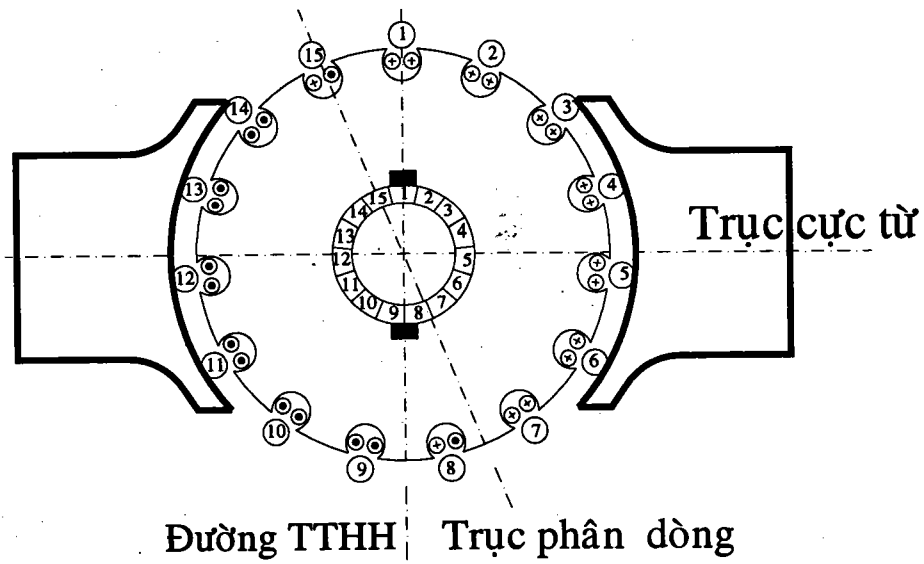
Sơ đồ khai triển dây quấn:



Hình 5.34: Dây quấn xếp tiến, rotor động cơ vạn năng;

Z = G = 15; 2p = 2; y_1 = 7

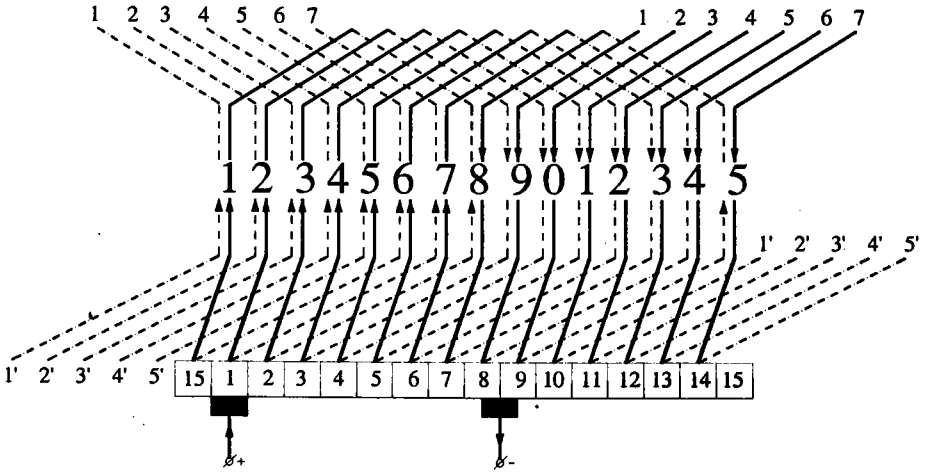
Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm trùng với đường trung tính hình học:



Hình 5.35: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm trên đường TTHH

Để động cơ đạt moment cực đại phải dời trục phân dòng sang phải 1 rãnh. Vậy phải đấu lệch trái 1 phiến góp.

Sơ đồ khai triển dây quấn dây quấn để động cơ đạt moment cực đại:



Hình 5.36: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây quấn lệch trái 1 phiên góp

Với $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{15}{2} = 7,5$; $\alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{7,5} = 24^0$ điện.

$$K_{dq} = \left(\frac{\sin\left(\tau.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{\tau.\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)}\right).Sin\left(90.\frac{y}{\tau}\right) = \left(\frac{\sin\left(8.\frac{24}{2}\right)}{8\sin\left(\frac{24}{2}\right)}\right).Sin\left(90.\frac{7}{8}\right) = 0,606.$$

B7: Lập quan hệ giữa số vòng dây của mỗi bối dây quấn rotor N_b với sức điện động E_b:

$$N_b = \frac{E_b}{\sqrt{2}.\Phi_{dm}.\sqrt{(0,4.p.n)^2 + (\pi.f.k_n)^2}}$$

$$= \frac{E_b}{\sqrt{2}.7,56.10^{-4}\sqrt{(0,4.1.300)^2 + (\pi.50.0,98)^2}} = 4,791.E_b$$

B8: Xác định quan hệ giữa E_{rad} với N_d.

$$E_{rad} = \sqrt{2}.(2p).N_{nhanh}.\Phi_{dm}.n = \sqrt{2}.2.8.N_b.7,56.10^{-4}.300 = 5,13.N_b$$

Với $E_{rad} = 0,6 \div 0,75U_{đm}$. Chọn $E_{rad} = 0,7U_{đm} = 0,7.\ 220 = 154V$.

$N_b = 30$ (vòng/bối).

B9: Tiết diện dây quấn rotor kể cả cách điện:

$$S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_{r_r}}{2.N_b} = \frac{0,36.24}{2.30} = 0,144\ \text{mm}^2$$

Đường kính dây quấn rotor: $d_{rcd} = 1.128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{0,144} = 0,427mm$

Đường kính dây đồng trần: $d_r = d_{cđ} - 0,05 = 0,427 - 0,05 = 0,377$mm

Chọn $d_r = 0,35$ mm; $J = 7,5$ A/mm^2 (cách điện cấp B)

$$I_{dm} = \left(\frac{\pi.d^2}{4}\right).J.2a = 1.\frac{\pi.0,35^2}{4}.7,5.2 = 1,44\,(\text{A})$$

Ước lượng công suất định mức trên trục động cơ:

$P_{đm} = E_{rad}.I_{dm} = 154.1,44 = 220$ (w)

Kiểm lại hằng số thiết kế:

$$G = \frac{P_{dm}}{D_r^2.L.n} = \frac{220}{\left(42,6.10^{-3}\right)^2.0,028.300} = 14,4.10^3$$

Thoả mãn điều kiện cho phép ($G = 10,5.10^3 \div 25.10^3$).

B10: Xác định giá trị E_{taq}:

$$E_{taq} = 4,44.f.N_{nhanh}.\Phi_q.k_{dqr} = 4,44.50.8.30.0,2.7,56.10^{-4}.0,62 = 5\,(\text{V})$$

Với: $\Phi_q = 0,2\Phi_d = 0,2.\ 7,56.10^{-4}$ (wb)

Xác định giá trị E_{tsd}:

$$E_{tsd} = \sqrt{\left(k_E.U_{dm}\right)^2 - \left(E_{rad}\right)^2} - E_{taq} = \sqrt{\left(0,76.220\right)^2 - 154^2} - 5 = 60\,(\text{V})$$

Với: $K_E = \left(\frac{0,86 - 0,75}{50 - 15}\right)(18,9 - 15) + 0,75 = 0,76$

Số vòng dây quấn stator:

$$N_s = \frac{E_{tsd}}{4,44.f.\Phi_d.k_c} = \frac{60}{4,44.50.7,56.10^{-4}.0,798} = 448\,(\text{vòng})$$

Số vòng trên mỗi cực stator: $N_{bs} = \frac{N_s}{2p} = \frac{448}{2} = 224$ (vòng)

Đường kính dây quấn stator: $d_s = \sqrt{2}d_r = 0{,}35\sqrt{2} = 0{,}49$

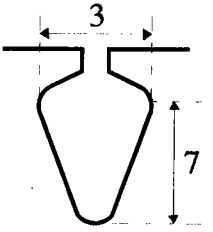
Chọn d_s = 0,45mm. d_{scd} = 0,5mm. S_{Scd} = 0,196 mm^2

Hệ số lấp đầy rãnh stator: $K_{ld1} = \frac{N_{b_s}.S_{Scd}}{S_{r_s}} = \frac{224.0{,}196}{90} = 0{,}48$ (thoả)

Tóm tắt số liệu dây quấn động cơ vạn năng như sau:

- Công suất: $P_{đm}$ = 220 w.
- Dòng điện: $I_{đm}$ = 1,44A.
- Số vòng dây trên mỗi cực stator: N_{bs} = 224 (vòng/bối).
- Đường kính dây quấn stator (không kể cách điện): d_s = 0,45mm.
- Số vòng 1 bối dây quấn rotor: N_{br} = 30 (vòng/bối).
- Đường kính dây quấn rotor (không kể cách điện): d_s = 0,35mm.
- Dây quấn rotor, xếp tiến, rotor có 2 mạch nhánh song song.

Bài 2: Động cơ vạn năng dùng làm máy xay cafe có kích thước lõi thép như sau:



- Rotor:

  D_r = 33 mm. L = 15 mm.

  b_r = 2,5mm. Z = K = 10. 2p = 2.

- Stator: Góc mở rộng mặt cực từ: $\theta = 120^0$.

  D_t = 33,5mm. bg = 4,5 mm.

Trục chổi than lệch với trục cực từ 36^0. Đường kéo dài rãnh trùng với phiến góp. Xác định số liệu cho bộ dây quấn động cơ, khi làm việc ở điện áp định mức là 220V. Biết tốc độ quay định mức là 12000 vòng/phút.

Bài giải:

B1: Xác định các tham số cần thiết cho việc tính toán.

Hệ số mặt cực từ stator: $k_c = Cos\frac{180^0 - \theta}{2} = 0{,}866$

Diện tích rãnh rotor: $S_{r_r} = 7.3.\frac{1}{2} = 10{,}5\,\text{mm}^2$

Diện tích rãnh stator: $S_{r_s} = S_{r_r}.2a = 10{,}5.2 = 21\,\text{mm}^2$

B2: $\tau.L = \frac{\pi D_t}{2P}.L = \frac{\pi.33{,}5}{2}.15 = 7{,}89cm^2$

$\Phi_d = (\tau.L).B_\delta = 7{,}89.10^{-4}B_\delta = 7{,}89.10^{-4}B_\delta$

B3: $B_r = \left(\frac{\pi.D_r}{Z.b_r}\right)B_\delta = \frac{\pi.33}{10.2{,}5}B_\delta = 4{,}145.B_\delta\,(3)$

B4: $B_g = \frac{\Phi_d}{2(b_g.L)} = \frac{7{,}89.10^{-4}.B_\delta}{2.4{,}5.10^{-3}.15.10^{-3}} = 5{,}84.B_\delta\ (4)$

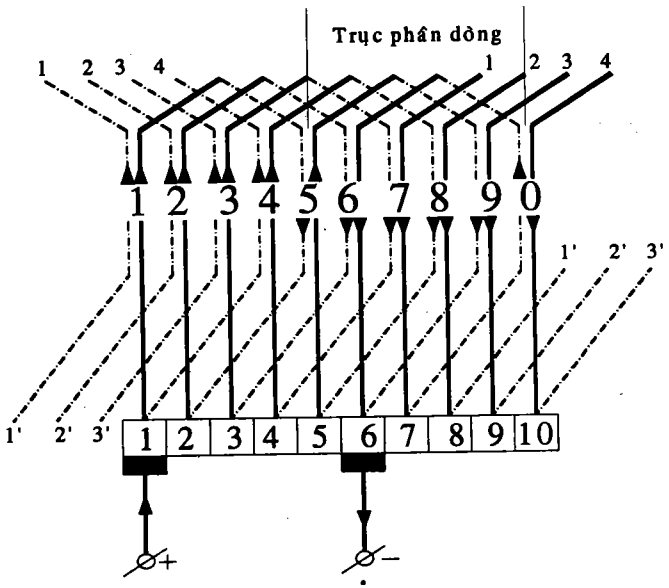
B5: Chọn B_{gmax} =1,7 (T), B_{rmax} = 1,8(T). Thay vào (3)và (4)

Ta có B_δ= 0,36(T) → $\Phi_d = 7{,}89.10^{-4}B_\delta = 7{,}89.0{,}36.10^{-4} = 2{,}84.\ 10^{-4}$ (Wb)

B6: Chọn kết cấu cho dây quấn và tính hệ số dây quấn:

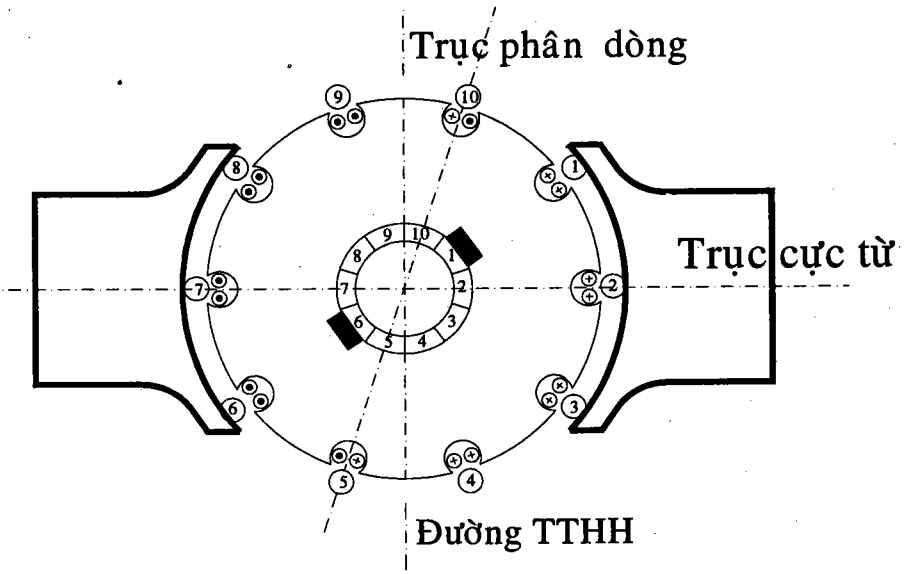
Chọn dây quấn xếp tiến, bước ngắn.

Sơ đồ dây quấn:



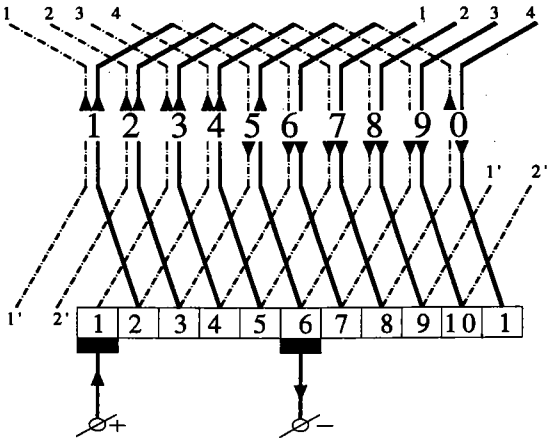
Hình 5.37: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor động cơ vạn năng; Z = G = 10; 2p = 2

Vị trí trục phân dòng so với đường trung tính hình học khi chổi than nằm lệch trục cực stator 36°:



Hình 5.38: Vị trí trục phân dòng so với đường TTHH khi chổi than nằm lệch với trục cực stator 36°

Để động cơ đạt moment cực đại phải dời trục phân dòng sang trái 1 rãnh (hoặc là giữ nguyên trục phân dòng). Vậy phải đấu lệch phải 1 phiến góp (hoặc không thay đổi). Sơ đồ khai triển dây quấn dây quấn để động cơ đạt moment cực đại:



Hình 5.39: Sơ đồ khai triển dây quấn rotor với đầu ra dây quấn lệch phải 1 phiên góp

Với $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{10}{2} = 5 ; \alpha_d = \frac{180^0}{\tau} = \frac{180^0}{5} = 36^0$

$$K_{dq} = \left(\frac{\sin\left(\tau.\frac{\alpha_d}{2}\right)}{\tau.\sin\left(\frac{\alpha_d}{2}\right)} \right).Sin\left(90.\frac{y}{\tau}\right) = \left(\frac{\sin\left(5.\frac{36}{2}\right)}{5\sin\left(\frac{36}{2}\right)} \right).Sin\left(90.\frac{4}{5}\right) = 0,617$$

B7: Lập quan hệ giữa số vòng dây của mỗi bối dây quấn rotor N_b với sức điện động E_b:

$$N_b = \frac{E_b}{\sqrt{2}.\Phi_{dm}.\sqrt{(0,4.p.n)^2 + (\pi.f.k_n)^2}}$$

$$= \frac{E_b}{\sqrt{2}.2,84.10^{-4}\sqrt{(0,4.1.200)^2 + (\pi.50.0,95)^2}} = 14,72.E_b$$

B8: Xác định quan hệ giữa E_{rad} với N_d.

$$E_{rad} = \sqrt{2}.(2p).N_{nhanh}.\Phi_{dm}.n = \sqrt{2}.2.8.N_b.2,84.10^{-4}.200 = 1,28.N_b$$

Với $E_{rad} = 0,6 \div 0,75U_{đm}$. Chọn $E_{rad} = 0,75U_{đm} = 0,7.\ 220 = 154V$

$N_b = 120$ (vòng/bối)

B9: Tiết diện dây quấn rotor kể cả cách điện:

$$S_{cd} = \frac{K_{ld}.S_{r_r}}{2.N_b} = \frac{0,36.10,5}{2.120} = 0,016 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây quấn rotor: $d_{rcd} = 1.128\sqrt{S_{cd}} = 1,128\sqrt{0,016} = 0,142\ mm$

Đường kính dây đồng trần: $d_r = d_{cd} - 0,05 = 0,142 - 0,05 = 0,092$ mm

Chọn $d_r = 0,1$ mm.

Kiểm tra lại hệ số lấp đầy: $S_{cd} = \left(\frac{\pi.0,15^2}{4}\right) = 0,017 \text{ mm}^2$

Hệ số lấp đầy: $K_{ld} = \frac{n.u_r.N_b.S_{cd}}{S_r} = \frac{1.2.120.0,016}{10,5} = 0,36$ (thoả)

J = 6,5 A/mm^2 (cách điện cấp A).

$$I_{dm} = \left(\frac{\pi.d^2}{4}\right).J.2a = 1.\frac{\pi.0,1^2}{4}.6,5.2 = 0,1\,(A).$$

Ước lượng công suất định mức trên trục động cơ:

$P_{đm} = E_{rad}.I_{dm} = 154.0,1 = 15$ (w)

Kiểm lại hằng số thiết kế:

$$G = \frac{P_{dm}}{D_r^2.L.n} = \frac{16}{\left(33.10^{-3}\right)^2.0,015.200} = 4,6.10^3$$

Giá trị G tìm được thấp hơn khoảng giá trị cho phép ($G = 10,5.10^3 \div 25.10^3$), do đó ta có thể vận hành động cơ với $P_{đm}$ cao hơn giá trị vừa tính.

B10: Xác định giá trị E_{taq}:

$$E_{taq} = 4,44.f.N_{nhanh}.\Phi_q.k_{dqr} = 4,44.50.8.125.0,2.2,84.10^{-4}.0,65 = 8,2\ (V)$$

Với: $\Phi_q = 0,2\Phi_d = 0,2.\ 2,84.10^{-4}$ (wb)

Xác định giá trị E_{tsd}:

$$E_{tsd} = \sqrt{\left(k_E.U_{dm}\right)^2 - \left(E_{rad}\right)^2} - E_{taq} = \sqrt{(0,75.220)^2 - 154^2} - 8,2 = 51(V)$$

Với: $K_E = 0,75$.(vì $\tau.L \le 15\ cm^2$)

Số vòng dây quấn stator:

$$N_s = \frac{E_{tsd}}{4,44.f.\Phi_d.k_c} = \frac{51}{4,44.50.2,84.10^{-4}.0,866} = 934\ (vòng)$$

Số vòng trên mỗi cực stator: $N_{bs} = \frac{N_s}{2p} = \frac{934}{2} = 467$ (vòng).

Chọn $N_{bs} = 400$(vòng)

Đường kính dây quấn stator: $d_s = \sqrt{2}d_r = 0,1\sqrt{2} = 0,14$ mm

Chọn $d_s = 0,15$mm; $d_{scd} = 0,2$mm; $S_{Scd} = 0,0314\ mm^2$

Hệ số lấp đầy rãnh stator: $K_{ld1} = \frac{N_{b_s}.S_{Scd}}{S_{r_s}} = \frac{400.0,0314}{21} = 0,598$ (lớn hơn giá trị cho phép nhưng ta vận có thể lồng dây được).

Tóm tắt số liệu dây quấn động cơ vạn năng như sau:

- Công suất $P_{đm} = 15$ w.
- Dòng điện $I_{đm} = 0,1$A.

- Số vòng dây trên mỗi cực stator: N_{bs} = 400 (vòng/bối).

- Đường kính dây quấn stator(không kể cách điện): d_s = 0,15mm.

- Số vòng 1 bối dây quấn rotor: N_{br} = 120 (vòng/bối).

- Đường kính dây quấn rotor(không kể cách điện): d_s = 0,1mm.

- Dây quấn rotor, xếp tiến, rotor có 2 mạch nhánh song song.

C. BÀI TẬP

Bài 1: Động cơ vạn năng có kích thước lõi thép stator và rotor như sau:

- Rotor:

  D_r = 49 mm; L = 63 mm;

  b_r = 2,5mm; Z = K = 22. 2p = 4.

- Stator: Góc mở rộng mặt cực từ: $\theta = 60^0$; b_g = 2,5 mm.

a. Xác định số liệu cho bộ dây quấn động cơ, khi làm việc ở điện áp định mức là 220V. Tốc độ quay định mức là 6000 vòng/phút. Đường kéo dài rãnh trùng với phiến góp. Trục chổi than trùng với trục cực từ stator.

b. Vẽ sơ đồ dây quấn rotor theo dạng dây quấn xếp và dây quấn sóng.

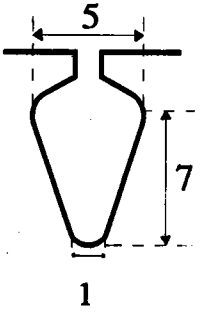
Bài 2: Động cơ máy đầm (dùng nện đường) là động cơ vạn năng có kích thước lõi thép stator và rotor như sau:

- Rotor:

  D_r = 42,5 mm. L = 44 mm.

  b_r = 2,4mm. Z = 21. K = 42.

- Stator: góc mở rộng mặt cực từ: $\theta = 120^0$; 2p = 2; b_g = 5 mm.



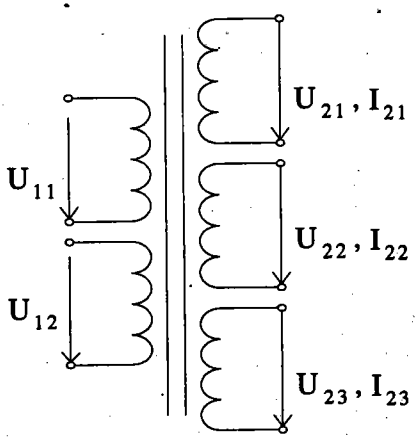
Chổi than đặt trùng trung tính hình học. Đường kéo dài rãnh trùng với phiến góp. Xác định số liệu cho bộ dây quấn động cơ, khi làm việc ở điện áp định mức là 220V. Tốc độ quay định mức là 18000 vòng/phút.

Chương 6

TÍNH TOÁN MÁY BIẾN ÁP

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

I. MÁY BIẾN ÁP CÁCH LY



1. Cách tính gần đúng:

* Công suất đầu ra của máy biến áp:

$$S_2 = \sum_{i=1}^{n} U_{2i} I_{2i}$$

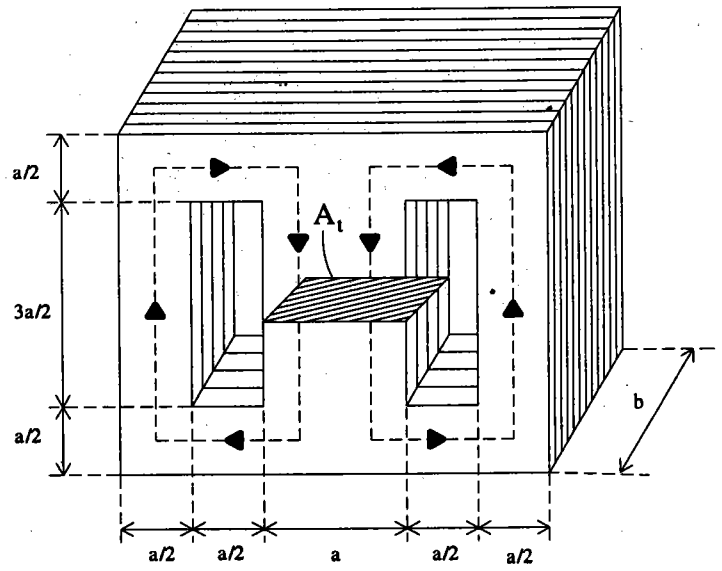
* Tiết diện lõi thép:

$$A_t = 1{,}432.\ k_{hd}.\ \frac{\sqrt{S_2}}{B}\ (cm^2)$$

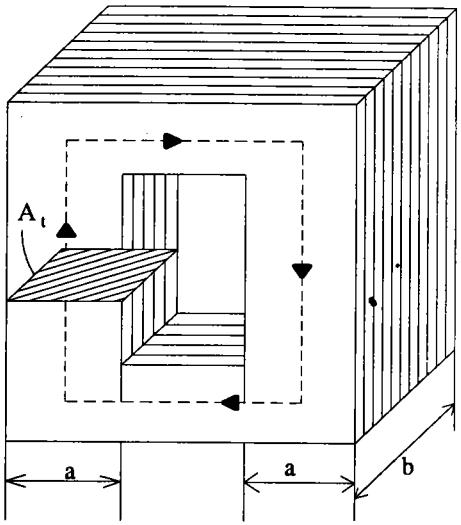
Với K_{hd} là hệ số hình dáng của lõi thép.

+ Lõi chữ E và I: $k_{hd} = 1 \div 1{,}2$

+ Lõi thép kiểu trụ (chữ U và chữ I): $k_{hd} = 0{,}75 \div 0{,}85$



Lõi thép kiểu bọc (chữ E và I)



Lõi thép kiểu trụ (chữ U và I)

- Thép kỹ thuật điện (tôn silic): 1% Si: B =(0,7 ÷ 0,8) (T).

(2÷ 4)% Si: B = (1÷ 1,2) (T).

- Chọn a theo tiêu chuẩn:

$$\Rightarrow b = \frac{A_t}{a}(cm)\,;\ b = (1 \div 1{,}5)a$$

- Số lá thép cần thiết: n = b/bề dày 1 lá thép

- Số vòng/volt: n_v

$$n_v = \frac{1}{4{,}44 \,.\, f \,.\, B_m \,.\, A_t}$$

- Số vòng dây cuộn sơ cấp:

$N_{11} = n_v . U_{11}$

$N_{12} = n_v . U_{12}$

- Điện áp khi không tải của các cuộn thứ cấp:

$U_{210} = U_{21} . C_h$

$U_{220} = U_{22} . C_h$

$U_{230} = U_{23} . C_h$

Với C_h = (1,05 ÷ 1,15): hệ số giảm áp

- Số vòng dây của dây quấn thứ cấp:

$N_{21} = U_{210}.\ n_v$

$N_{22} = U_{220}.\ n_v$

$N_{23} = U_{230}.\ n_v$

- Tiết diện của dây quấn thứ cấp:

+ Cuộn dây thứ 1:

$$S = \frac{I_{21}}{J}(mm^2)$$

Trong đó: I_{21} - dòng điện định mức thứ cấp

$J = (3 \div 4)A/mm^2$ - mật độ dòng điện

$\Rightarrow d_{21} \rightarrow d_{21cđ} \rightarrow s_{21cđ}$

+ Cuộn dây 2:

$$S_{22} = \frac{I_{22}}{J}(mm^2) \Rightarrow d_{22} \rightarrow d_{22cđ} \rightarrow s_{22cđ}$$

- Tiết diện của dây quấn sơ cấp:

$$I_{11} = I_{12} = \frac{S_2}{\eta_{ba}(2U_{11})}$$

$$\Rightarrow S_{11} = S_{12} = \frac{I_{11}}{J} = \frac{I_{12}}{J}(mm^2)$$

$\Rightarrow d_{11} \rightarrow d_{11cđ} \rightarrow s_{11cđ}$

$\Rightarrow d_{12} \rightarrow d_{12cđ} \rightarrow s_{12cđ}$

- Kiểm tra $k_{lđ}$ của lõi thép: $k_{lđ} = \frac{A_{dây}}{A_{cửa\ sổ}} = 0{,}36 \div 0{,}46$

Trong đó:

$A_{dây}$ - tiết diện của dây quấn:

$A_{dây} = 2N_{11}.\ S_{11cđ} + N_{21}.\ S_{21cđ} + N_{22}.\ S_{22cđ} + N_{23}.\ S_{23cđ}\ (mm^2)$

$A_{cửa\ sổ}$ - tiết diện của cửa sổ lõi thép: $A_{cửa\ sổ} = \frac{3a^2}{4}$

* Nếu k_{ld} không thuộc (0,36 ÷ 0,46) cần phải hiệu chỉnh các tham số đã tính.

- Khối lượng thép: $W_{thép} = 46{,}8a^2b$ (kg)

Trong đó đơn vị của a và b là dm

2. Tính chính xác máy biến áp:

- Công suất biểu kiến ở thứ cấp:

$$S_2 = \sum_{i=1}^{n} U_{2i} . I_{2i} \text{ (VA)}$$

$$\Rightarrow I_{11} = I_{12} = \frac{S_2}{\eta_{ba}(2U_{11})}$$

* Sơ cấp:

$$S_{11} = S_{12} = \frac{I_{11}}{J} = \frac{I_{12}}{J} (mm^2)$$

$$\Rightarrow d_{11} = d_{12} = \sqrt{\frac{4S_{11}}{\Pi}} \Rightarrow d_{11cđ} = d_{12cđ}$$

$$\Rightarrow S_{11cđ} = S_{12cđ}$$

* Thứ cấp:

$$S_{21} = \frac{I_{21}}{J} (mm^2) \Rightarrow d_{21} \rightarrow d_{21cđ} \rightarrow s_{21cđ}$$

$$S_{22} = \frac{I_{22}}{J} (mm^2) \Rightarrow d_{22} \rightarrow d_{22cđ} \rightarrow s_{22cđ}$$

- Số vòng dây quấn sơ và thứ cấp: (n_v: số vòng dây quấn trong 1 volt)

* Sơ cấp:

$$N_{11} = N_{12} = n_v.U_{11} = n_v.U_{12}$$

* Thứ cấp:

- Điện áp thứ cấp khi không tải

$$\begin{cases} U_{210} = U_{21} . C_h \\ U_{220} = U_{22} . C_h \\ U_{230} = U_{23} . C_h \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_{21} = U_{210} \cdot n_v \\ N_{22} = U_{220} \cdot n_v \\ N_{23} = U_{230} \cdot n_v \end{cases}$$

- Tổng tiết diện của dây:

$$A_{dây} = 2N_{11}.\ S_{11cđ} + N_{21}.\ S_{21cđ} + N_{22}.\ S_{22cđ} + N_{23}.\ S_{23cđ} = k_1 n_v$$

Với k_1: hệ số tỷ lệ.

- Hệ số lấp đầy:

$$K_{lđ} = \frac{A_{dây}}{A_{cửa\ sổ}} = 0{,}4 \Rightarrow A_{dây} = 0{,}4 \cdot A_{cửa\ sổ} = 0{,}4.\ \frac{3a^2}{4} = k_1 . n_v$$

$$K_1 \frac{10^4}{4{,}44.f.A_t.B} = 0{,}4.A_{cửa\ sổ}.10^2$$

$$\frac{k_2}{f.B} = A_t . A_{cửa\ sổ}\ (cm^4)$$

- Thay trị số của f và B vào biểu thức trên:

$$k_3 = a.b.\frac{3a^2}{4} \Rightarrow k_4 = a^3.b \qquad (*)$$

- Lập bảng tính toán:

a (cm)	
b (cm)	
A_t (cm^2)	
$W_{thép}$(kg)	

Trong đó: a các giá trị được cho trước(chọn từ các số liệu thực tế).

*Thay vào biểu thức (*) ta tìm được b → A_t → n_v → $N_{11}.N_{12}$, $N_{21}.N_{22}$, N_{23}

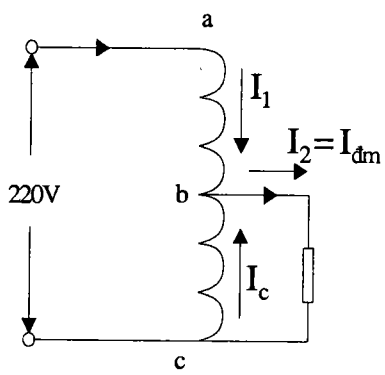
$\Rightarrow W_{thép} = 46{,}8.a^2.b$ (kg)

Trong đó đơn vị của a và b là dm

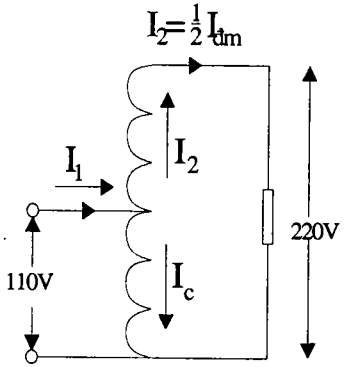
* Thường chọn b ≈ 1,5a.

II. MÁY BIẾN ÁP TỰ NGẪU

1. Máy biến áp một ngõ vào, một ngõ ra:



MBA giảm áp



MBA tăng áp

Thí dụ: Máy ghi 110/220 (V), 10A → Dòng 10A là dòng định mức khi máy làm việc ở điện áp thấp.

a) Máy biến áp giảm áp: $\eta = 0,9$

$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{0,9.220} = 0,55 I_{đm}$$

$$I_c = I_2 - I_1 = 0,4.I_{đm}$$

$$I_{ab} = 0,55.I_{đm} = I_1$$

$$I_{bc} = I_c = 0,45.I_{đm}$$

b) Máy biến áp tăng áp:

$$I_1 = \frac{220.0,5.I_{đm}}{0,9.110}$$

$$\Leftrightarrow I_1 = 1,11.I_{đm}$$

$$I_{ab} = I_2 = 0,5 I_{đm}$$

$$I_{bc} = I_c = I_1 - I_2 = 0,61.I_{đm}$$

* Bảng số liệu tính toán:

Trường hợp	I_{ab}	I_{bc}
Giảm áp	$0,55I_{đm}$	$0,45I_{đm}$
Tăng áp	$0,5I_{đm}$	$0,61I_{đm}$
I_{max}	$0,55I_{đm}$	$0,61I_{đm}$

- Ta chọn cỡ dây:

+ Đoạn ab: $0,55I_{đm}$

+ Đoạn bc: $0,61I_{đm}$

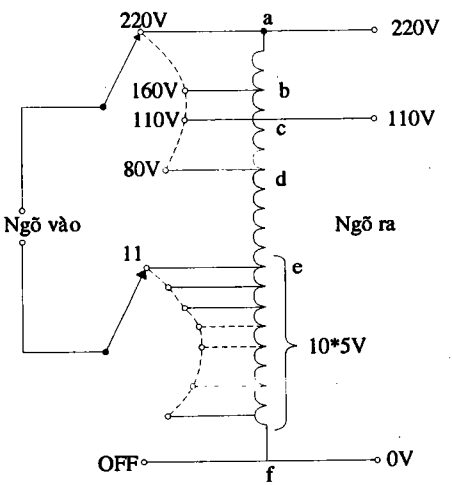
$\Rightarrow$ Chọn cỡ dây cho hai đoạn $0,61I_{đm}$.

2. Máy tăng giảm điện áp:

- Sơ đồ nguyên lí: 4 ngõ vào (có thể thay đổi được)

Máy ghi: 220V/110V, $I_{đm}$ (A)

$I_{đm}$: dòng điện định mức tương ứng với tải ở điện áp thấp

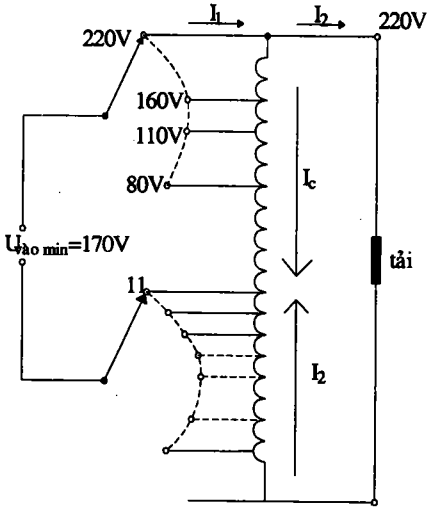


a) Trường hợp: $U_{vào} = 220V$; $U_{ra} = 220V$

* Ta có: $U_{vào\ min} = 220V - 50V = 170V$

$$I = \frac{220.0,5I_{đm}}{0,9.170} = 0,72.I_{đm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2 = (0,72 - 0,5).I_{đm} = 0,22I_{đm} = 0,5I_{đm}$



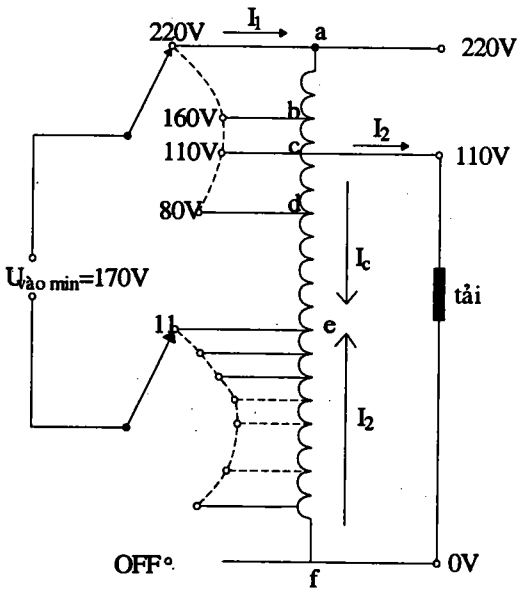
b) Trường hợp: $U_{vào} = 220V$; $U_{ra} = 110V$

* Ta có: $U_{vào\ min} = 220V - 50V = 170V$

$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{0,9.170} = 0,72I_{đm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2 = (1 - 0,72).I_{đm} = 0,28.I_{đm}$

$I_{ef} = I_{đm}$



c) Trường hợp: $U_{vào} = 160V$; $U_{ra} = 220V$

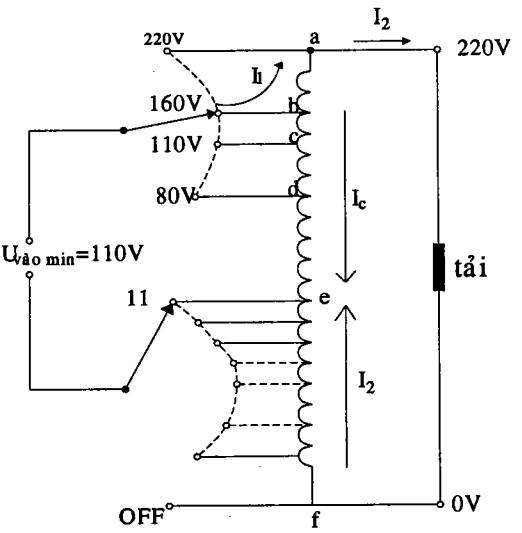
* Ta có: $U_{vào\ min} = 160V - 50V = 110V$

$$I_1 = \frac{220.0,5.I_{dm}}{0,9.110} = 1,11.I_{dm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2$

$= (1,11-0,5)\, I_{đm} = 0,61\, I_{đm}$

$I_{ef} = 0,5 I_{đm}$



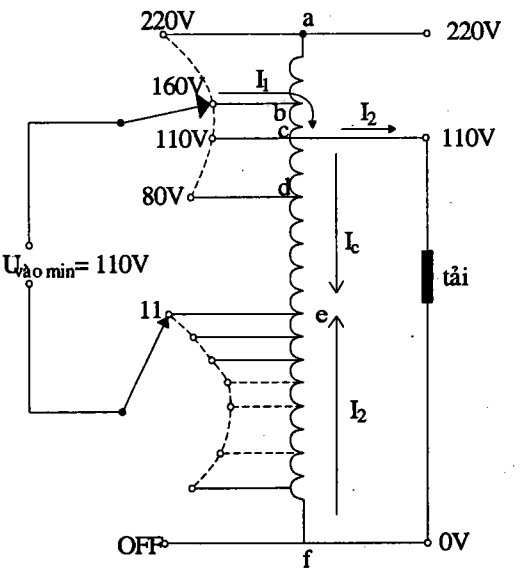
d) Trường hợp: $U_{vào} = 160V$; $U_{ra} = 110V$

* Ta có: $U_{vào\ min} = 160V - 50V = 110V$

$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{0,9.110} = 1,11 I_{đm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2 = 0,11.I_{đm}$

$I_{ef} = I_2 = I_{đm}$



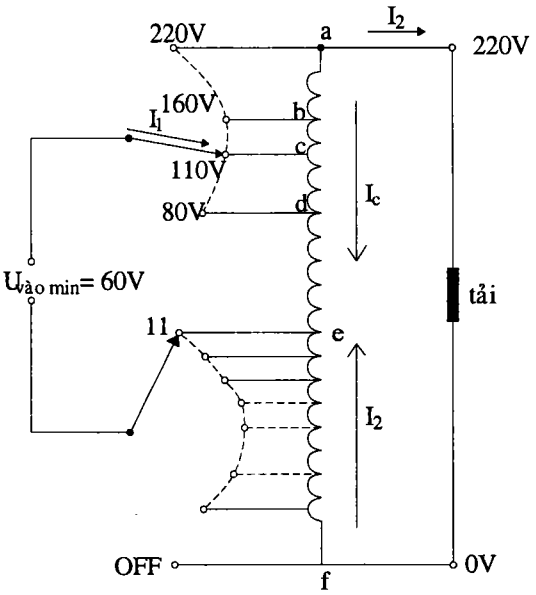
e) Trường hợp: $U_{vào} = 110V$; $U_{ra} = 220V$

*Ta có: $U_{vào\ min} = 110V - 50V = 60V$

$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{0,9.60} = 2,04 I_{đm}$$

$I_c = I_{ce} = I_1 - I_2 = 1{,}54.I_{đm}$

$I_{ef} = I_2 = 0{,}5I_{đm}$



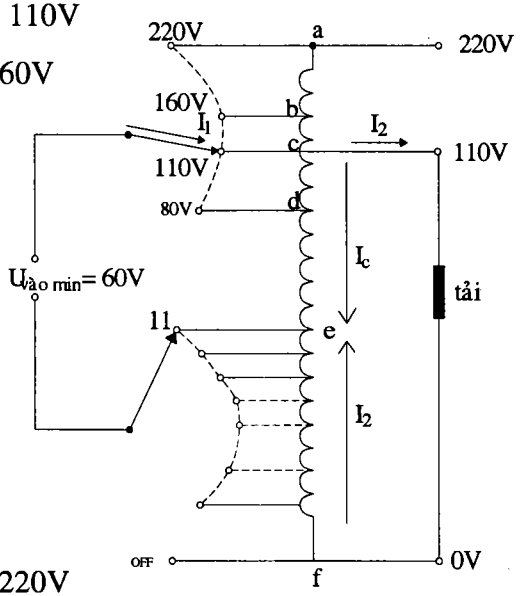
f) Trường hợp: $U_{vào} = 110V$; $U_{ra} = 110V$

* Ta có: $U_{vào\ min} = 110V - 50V = 60V$

$$I_1 = \frac{110.5.I_{đm}}{0{,}9.60} = 2{,}04.I_{đm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2 = 1{,}04.I_{đm}$

$I_{ef} = I_2 = I_{đm}$



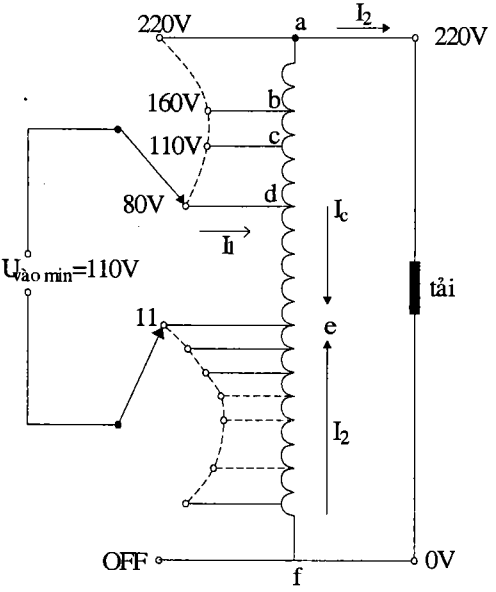
g) Trường hợp: $U_{vào} = 80V$; $U_{ra} = 220V$

*Ta có: $U_{vào\ min} = 80V - 50V = 30V$

$$I_1 = \frac{110.5.I_{đm}}{0{,}9.30} = 4{,}07.I_{đm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2 = 3{,}57.\ I_{đm};$

$I_{ef} = I_2 = I_{đm}$



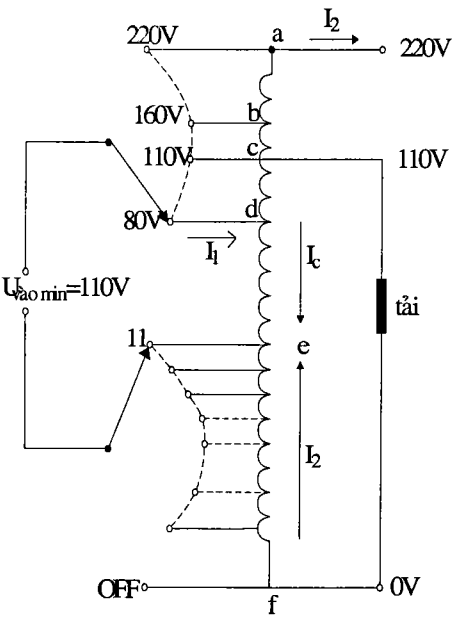
h) Trường hợp: $U_{vào} = 80V$; $U_{ra} = 110V$

*Ta có: $U_{vào\ min} = 80V - 50V = 30V$

$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{0,9.30} = 4,07.I_{đm}$$

$I_c = I_{ae} = I_1 - I_2 = 3,07.I_{đm}$

$I_{ef} = I_2 = I_{đm}$



* Bảng số liệu tính toán:

Trường hợp	$U_{vào}$ (V)	U_{ra} (V)	I_{ab}	I_{bc}	I_{cd}	I_{de}	I_{df}
1	220	220	← $0,22I_{đm}$ →				$0,5I_{đm}$
2	220	110	← $0,72I_{đm}$ →				$I_{đm}$
3	160	220	$0,5I_{đm}$	← $0,28I_{đm}$ →			$0,5I_{đm}$
4	160	110		$1,11I_{đm}$	$0,11I_{đm}$		$I_{đm}$
5	110	220	← $0,5I_{đm}$ →		$1,54I_{đm}$		$0,5I_{đm}$
6	110	110			$1,04I_{đm}$		$I_{đm}$
7	80	220	← $0,51I_{đm}$ →			$3,57I_{đm}$	$0,51I_{đm}$
8	80	110			$I_{đm}$	$3,07I_{đm}$	$I_{đm}$
I_{max}			$0,72I_{đm}$	$1,11I_{đm}$	$1,54I_{đm}$		$I_{đm}$

* Từ bảng số liệu tính toán trên ta tính được các cỡ dây trên từng phần dây. Áp dụng các phương pháp tính chính xác ta xác định được các tham số của máy biến áp.

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: Cho MBA sau. XĐ dòng điện qua từng đoạn dây quấn so với dòng điện định mức ứng với các trường hợp cho trong bảng. Biết tải có điện áp 220V, dòng điện $I_{đm}$, $\eta_{ba} = 0,85$

Trường hợp	Dòng / Điện áp	I_{12}	I_{23}	I_{34}	I_{45}	I_{56}
1	$U_{vao15} = 200V$ $U_{ra16} = 220V$	$0,3I_{đm}$	$0,3I_{đm}$	$0,3I_{đm}$	$0,3I_{đm}$	$I_{đm}$
2	$U_{vao15} = 210V$ $U_{ra26} = 220V$	$1,23I_{đm}$	$0,23I_{đm}$	$0,23I_{đm}$	$0,23I_{đm}$	$I_{đm}$

3	$U_{vao15} = 220V$ $U_{ra14} = 220V$	$0,18I_{đm}$	$0,18I_{đm}$	$0,18\,I_{đm}$	$1,18I_{đm}$	0
4	$U_{vao15} = 230V$ $U_{ra24} = 220V$	$1,125I_{đm}$	$0,125I_{đm}$	$0,125I_{đm}$	$1,125I_{đm}$	0
Trị số dòng điện lớn nhất (A)		$1,23I_{đm}$	$0,3I_{đm}$	$0,3I_{đm}$	$1,18I_{đm}$	$I_{đm}$

TH1: $U_{vào15} = 200V; U_{ra26} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

$$I_1 = \frac{U_2.I_{đm}}{\eta_{ba}U_1} = \frac{220.I_{đm}}{0,85.200} = 1,3I_{đm}(A)$$

$$\rightarrow I_c = I_1 - I_2 = 1,3I_{đm} - I_{đm} = 0,3I_{đm}(A)$$

$$I_{12} = I_{23} = I_{34} = I_{45} = I_c = 0,3I_{đm}$$

$$I_{56} = I_2 = I_{đm}$$

TH2: $U_{vào15} = 210V; U_{ra26} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

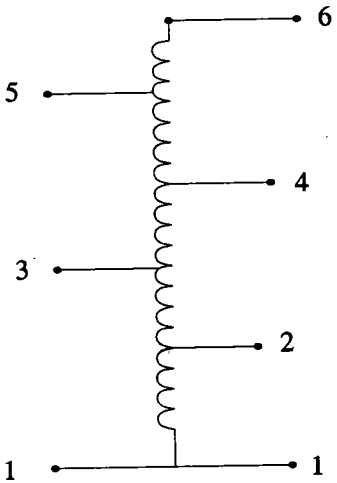
$$I_1 = \frac{220.I_{đm}}{0,85.210} = 1,23I_{đm}(A)$$

$$\rightarrow I_c = I_1 - I_2 = 1,23I_{đm} - I_{đm} = 0,23I_{đm}(A)$$

$$I_{12} = I_1 = 1,23I_{đm}$$

$$I_{23} = I_{34} = I_{45} = I_c = 0,23I_{đm}$$

$$I_{56} = I_2 = I_{đm}$$



TH3: $U_{vào15} = 220V; U_{ra14} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

$$I_1 = \frac{220.I_{đm}}{0,85.220} = 1,18I_{đm}$$

$$\rightarrow I_c = I_1 - I_2 = 0,18I_{đm}$$

$$I_{12} = I_{23} = I_{34} = I_c = 0,18I_{đm}$$

$$I_{45} = I_1 = 1,18I_{đm}$$

$$I_{56} = 0$$

TH4: $U_{vào15} = 230V; U_{ra24} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

$I_1 = \dfrac{220.I_{đm}}{0{,}85.230} = 1{,}125I_{đm}$

$\rightarrow I_c = I_1 - I_2 = 0{,}125I_{đm}$

$I_{12} = I_1 = 1{,}125I_{đm}$

$I_{23} = I_{34} = I_c = 0{,}125I_{đm}$

$I_{45} = I_1 = 1{,}125I_{đm}; I_{56} = 0$

Bài 2: Cho MBA sau. XĐ dòng điện qua từng đoạn dây quấn so với dòng điện định mức ứng với các trường hợp cho trong bảng. Biết tải có điện áp 220V, dòng điện $I_{đm}$, $\eta_{ba} = 0{,}85$

Trường hợp	Dòng / Điện áp	I_{12}	I_{23}	I_{34}	I_{45}	I_{56}
1	$U_{vào13} = 160V$ $U_{ra26} = 220V$	$1{,}6I_{đm}$	$0{,}6I_{đm}$	$I_{đm}$	$I_{đm}$	$I_{đm}$
2	$U_{vào13} = 170V$ $U_{ra26} = 220V$	$1{,}52I_{đm}$	$0{,}52I_{đm}$	$I_{đm}$	$I_{đm}$	$I_{đm}$
3	$U_{vào15} = 200V$ $U_{ra16} = 220V$	$0{,}3I_{đm}$	$0{,}3I_{đm}$	$0{,}3I_{đm}$	$0{,}3I_{đm}$	$I_{đm}$
4	$U_{vào15} = 210V$ $U_{ra26} = 220V$	$1{,}23I_{đm}$	$0{,}23I_{đm}$	$0{,}23I_{đm}$	$0{,}23I_{đm}$	$I_{đm}$
Trị số dòng điện lớn nhất (A)		$1{,}6I_{đm}$	$0{,}6I_{đm}$	$I_{đm}$	$I_{đm}$	$I_{đm}$

TH1: $U_{vào13} = 160V; U_{ra26} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

$I_1 = \dfrac{U_{ra26}\ I_{đm}}{\eta.U_{vào13}} = \dfrac{220.I_{đm}}{0{,}85.160} = 1{,}6I_{đm}$

$I_{12} = I_1 = 1{,}6I_{đm}$

$I_{23} = I_c = I_1 - I_2 = 0{,}6I_{đm}$

$I_{34} = I_{45} = I_{56} = I_2 = I_{đm}$

TH2: $U_{vào13} = 170V; U_{ra26} = 220V$

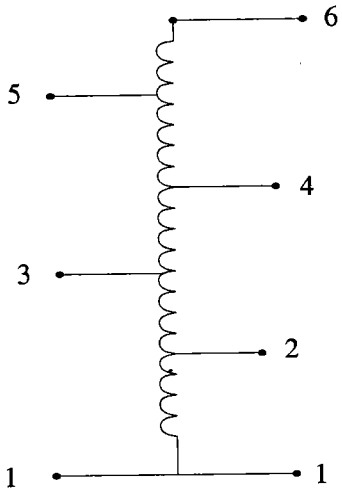
$I_2 = I_{đm}$

$I_1 = \frac{220.I_{đm}}{0,85.170} = 1,52I_{đm}$

$I_{12} = I_1 = 1,52I_{đm}$

$I_{23} = I_c = I_1 - I_2 = 0,52I_{đm}$

$I_{34} = I_{45} = I_{56} = I_2 = I_{đm}$



TH3: $U_{vào15} = 200V; U_{ra16} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

$I_1 = \frac{220.I_{đm}}{0,85.200} = 1,3I_{đm}$

$I_{12} = I_{23} = I_{34} = I_{45} = I_c = I_1 - I_2 = 0,3I_{đm}$

$I_{56} = I_2 = I_{đm}$

TH4: $U_{vào15} = 210V; U_{ra26} = 220V$

$I_2 = I_{đm}$

$I_1 = \frac{220.I_{đm}}{0,85.210} = 1,23I_{đm}$

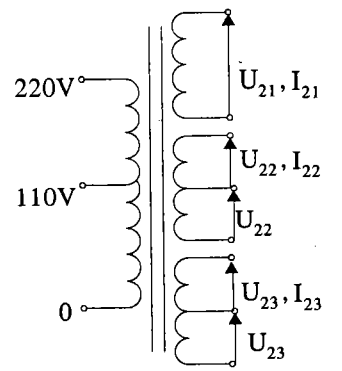
$I_c = I_1 - I_2 = 0,23I_{đm}$

$I_{12} = I_1 = 1,23I_{đm}$

$I_{23} = I_{34} = I_{45} = I_c = 0,23I_{đm}$

$I_{56} = I_2 = I_{đm}$

Bài 3: Xác định kích thước lõi thép biến áp dùng làm bộ nguồn với tham số sơ và thứ cấp cho trong hình sau:



Trong đó:

$U_{21} = 15V; I_{21} = 0.5A$

$U_{22} = 17V; I_{22} = 0,2A$

$U_{23} = 20V; I_{23} = 6A$

Chọn mật độ từ dùng cho lõi thép là: B = 1,2T; mật độ dòng điện: J = 5A/mm2

Giải

B 1: Xác định số liệu ban đầu: U, I cho ở trên

$$S_2 = U_{21}.I_{21} + 2U_{22}.I_{22} + 2U_{23}.I_{23} = 254,3VA$$

B 2: Xác định tiết diện tính toán cho lõi thép

$$A_t = 1,423.K.\frac{\sqrt{S_2}}{B}$$

Với K: hệ số hình dáng của lõi thép

Chọn lõi thép dạng E,I: K = 1-1,2

$$\rightarrow A_t = 1,423.(1 \div 1,2).\frac{\sqrt{254,3}}{1,2} = (19,03 \div 22,84)cm^2$$

B 3: Xác định kích thước lõi thép, khối lượng lõi thép

Gọi A_g là tiết diện định từ kích thước thật sự của lõi thép, ta có:

$$A_g = a.b$$

+ Độ chênh lệch giữa A_g và A_t:

$$A_g = \frac{A_t}{K_f}$$

Với K_f: hệ số ghép của lõi thép

Chọn lá thép có bề dày 0,5mm, ít ba vớ: $K_f = 0,95$

$$\rightarrow A_g = \frac{19,03 \div 22,84}{0,95} = (20,03 \div 24,04)cm^2$$

$$\rightarrow a_{\min} = \sqrt{\frac{A_{g\min}}{1,5}} = \sqrt{\frac{20,03}{1,5}} \approx 3,7cm$$

$$a_{\max} = \sqrt{A_{g\max}} = \sqrt{24,04} = 4,9cm$$

$$\rightarrow 3,7 \langle a \langle 4,9$$

Với $b = \frac{A_g}{a}$ ta có được bảng sau:

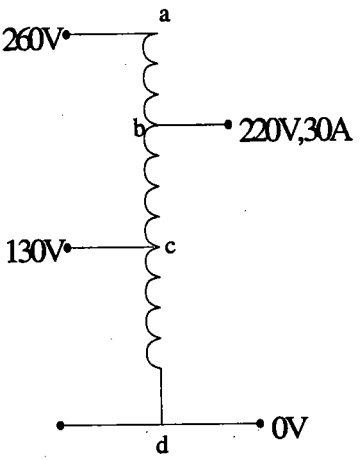
a	3,7	3,8	3,9	4	4,2	4,4	4,9
b	5,4 ÷ 6,5	5,3 ÷ 6,3	5,1 ÷ 6,2	5 ÷ 6	4,8 ÷ 5,7	4,5 ÷ 5,5	4,1 ÷ 4,9

Bảng giá trị này cho ta kích thước lõi thép có thể chế tạo theo đúng yêu cầu trên. Ta có thể chọn 1 trong các kích thước này để tính toán sơ bộ

Giả sử chọn a = 4cm; b = 5cm thì ta có kích thước lõi thép:

$$W_{th} = 46{,}8.a^2.b = 46{,}8.(0{,}4)^2.(0{,}5) = 3{,}744kg$$

Bài 4: Tính toán lõi thép và dây quấn MBA tự ngẫu như hình vẽ bằng phương pháp tính chính xác. Biết điện áp ngõ vào là 130V và 260V; điện áp ngõ ra là 220V, dòng điện tải là 30A, f = 50Hz. Lõi thép được ghép bằng các lá thép chữ E và I với a = 6,5cm, B = 1T, J = 3A/mm^2, $\eta_{ba} = 0{,}9$



Giải

B1: Tính dòng điện qua từng đoạn dây quấn

Ta có: S = $U_2.I_2$ = 220.30 = 6600VA

*** TH1:** ngõ vào $U_1 = U_{vào} = 130V, U_{ra} = 220V$

$I_2 = I_{đm} = 30A$

$$I_1 = \frac{S}{\eta.U_1} = \frac{6600}{0{,}9.130} = 56{,}41(A)$$

Dòng điện qua phần dây chung là: $I_c = I_1 - I_2 = 26{,}41(A)$

+ $I_c = I_{cd} = 26{,}41(A)$

+ $I_{ab} = 0$

+ $I_{bc} = I_2 = 30(A)$

*** TH2:** $U_1 = U_{vàoad} = 260V; U_{ra} = 220V$

$$I_2 = I_{đm} = 30(A) I_1 = \frac{6600}{0{,}9.260} = 28{,}2(A)$$

$$\rightarrow I_c = I_{bd} = I_{cd} = 30 - 28{,}2 = 1{,}8(A)$$

$$I_{ab} = I_1 = 28{,}2(A)$$

Ta có bảng tóm tắt như sau:

TH	Dòng điện (A) / Điện áp(V)	I_{ab}	I_{bc}	I_{cd}
1	$U_{vàocd} = 130V$ $U_{rabd} = 220V$	0	30	26,41
2	$U_{vàoad} = 260V$ $U_{rabd} = 220V$	28,2	1,8	1,8
Dòng điện tối đa (A)		28,2	30	26,41

Để dễ thi công và biến áp dùng đủ công suất cho cả 2 trường hợp trên. Ta chọn biến áp có cùng 1 cỡ dây từ a đến d, và dòng điện dùng để ước lượng đường kính dây quấn là 28A

Tuy nhiên để đảm bảo điều kiện phát nóng và quá tải, trong đoạn bc (TH1) phải giảm tải

B2: Tính đường kính dây quấn BA

$$d = 1{,}128.\sqrt{\frac{I}{J}} = 1;128.\sqrt{\frac{28}{3}} = 3{,}45mm$$

$$\rightarrow d_{cd} = d + 0{,}05 = 3{,}5mm$$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{\pi.d_{cd}^{\ 2}}{4} = \frac{3{,}14.3{,}5^2}{4} = 9{,}6mm^2$

B3: Áp dụng phương pháp tính chính xác ta lập quan hệ giữa các kích thước lõi thép biến áp

+ Tổng số vòng dây quấn: $N = 260.n_v$

+ Tổng tiết diện dây quấn:

$$A_{dq} = N.S_{cd} = 260n_v.9{,}6 = 2496n_v(mm^2)$$

+ Tiết diện cửa sổ mạch từ (E,I) là:

$$A_{cs} = c.h = \frac{3}{4}a^2$$

Chọn hệ số lắp đầy $k_{ld} = \frac{A_{dq}}{A_{cs}} = 0{,}4$

$$\Leftrightarrow \frac{2496n_v}{\frac{3}{4}a^2} = 0{,}4 \Leftrightarrow 2496n_v = 0{,}4.\frac{3}{4}a^2 = 0{,}3a^2$$

$$\rightarrow 2496n_v = 0{,}3.(6{,}5.10)^2 = 1267{,}5$$

$$\rightarrow n_v = \frac{10^4}{4{,}44.f.B.a.b} = \frac{10^4}{4{,}44.50.1.6{,}5.b} = \frac{1267{,}5}{2496}$$

$$\rightarrow b = 13{,}6cm$$

Ta có kích thước lõi thép a = 6,5cm; b = 13,6cm

Khối lượng lõi thép:

$$W_{th} = 46{,}8.a^2.b = 46{,}8.(0.65)^2.1{,}36 = 26{,}9kg$$

B4: Xác định số vòng dây

A_t = a.b = 88,4cm^2

+ Số vòng dây quấn trong 1 volt: $n_v = \frac{10^4}{4{,}44.50.1.88{,}4} = 0{,}51$ vòng/volt

+ Tổng số vòng dây quấn của máy biến áp:

N = 260. 0,51 = 132,6vòng; chọn N = 133 vòng

+ Số vòng dây quấn cho đoạn dây từ 0V đến 130V là: 130.0,51 = 66,3 vòng

Chọn N_{130V} = 67 vòng

+ Số vòng dây quấn đoạn từ 130V đến 220V:

U = 220V – 130V = 90V

N_{90V} = 90.0,51= 46 vòng

+ Số vòng dây quấn từ 220V đến 260V:

U = 260V – 220V = 40V

N_{40V} = 40.0,51= 20 vòng

Bài 5: Tính toán MBA tự ngẫu 110/220V,30A bằng phương pháp tính chính xác lõi thép. Biết: lõi thép được ghép bởi các lá thép chữ E và I; f = 50Hz; B = 1,2T; J = 3 A/mm2; η_{ba} = 0,9; a = 5,5cm.

Giải

B1: Tính dòng điện qua từng đoạn dây quấn

$I_{đm}$ = 30A (ở ngõ ra 110V)

Ta có: S = $U_2.I_2$ = 110.30 = 3300VA

- Khi ngõ ra là 110V, dòng điện I = $I_{đm}$ = 30A

- Khi ngõ ra là 220V, dòng điện định mức trên tải là: $\frac{3300}{220} = 15A = \frac{1}{2} I_{đm}$

*** TH1:** ngõ vào $U_1 = U_{vào} = 220V, U_{ra} = 110V$

$I_2 = I_{đm} = 30A$

$$I_1 = \frac{S}{\eta.U_1} = \frac{3300}{0{,}9.220} = 16{,}67(A)$$

Dòng điện qua phần dây chung là: $I_c = I_2 - I_1 = 13{,}33(A)$

+ $I_c = I_{bc} = 13{,}33(A)$

+ $I_{ab} = I_1 = 16{,}67A$

*** TH2:** $U_1 = U_{vào} = 110V; U_{ra} = 220V$

$I_2 = 0{,}5 I_{đm} = 15(A)$

$$I_1 = \frac{3300}{0{,}9.110} = 33{,}33(A)$$

$\rightarrow I_c = I_{bc} = 33{,}33 - 15 = 18{,}33(A)$

$I_{ab} = I_2 = 15(A)$

Ta có bảng tóm tắt như sau:

TH	Dòng điện(A) / Điện áp(V)	I_{ab}	I_{bc}
1	$U_{vào} = 220V$ $U_{rabd} = 110V$	16,67	13,33
2	$U_{vàoad} = 110V$ $U_{rabd} = 220V$	15	18,83
Dòng điện tối đa (A)		16,67	18,83

Để dễ thi công và biến áp dùng đủ công suất cho cả 2 trường hợp trên. Ta chọn biến áp có cùng 1 cỡ dây từ a đến c, và dòng điện dùng để ước lượng đường kính dây quấn là 18A

B2: Tính đường kính dây quấn BA

$$d = 1{,}128.\sqrt{\frac{I}{J}} = 1{,}128.\sqrt{\frac{18}{3}} = 2{,}763mm$$

Chọn $d = 2{,}75mm$

$$\rightarrow d_{cd} = d + 0{,}05 = 2{,}8mm$$

Tiết diện dây kể cả cách điện: $S_{cd} = \frac{\pi.d_{cd}^{\ 2}}{4} = \frac{3{,}14.2{,}8^2}{4} = 6{,}15mm^2$

B3: Áp dụng phương pháp tính chính xác ta lập quan hệ giữa các kích thước lõi thép biến áp

+ Tổng số vòng dây quấn: $N = 220.n_v$

+ Tổng tiết diện dây quấn:

$$A_{dq} = N.S_{cd} = 220n_v.6{,}15 = 1353n_v(mm^2)$$

+ Tiết diện cửa sổ mạch từ (E,I) là:

$$A_{cs} = c.h = \frac{3}{4}a^2$$

Chọn hệ số lắp đầy $k_{ld} = \frac{A_{dq}}{A_{cs}} = 0{,}4$

$$\Leftrightarrow \frac{1353n_v}{\frac{3}{4}a^2} = 0{,}4 \Leftrightarrow 1353n_v = 0{,}4.\frac{3}{4}a^2 = 0{,}3a^2$$

$$\rightarrow 1353n_v = 0{,}3.(5{,}5.10)^2 = 907{,}5$$

$$\rightarrow n_v = \frac{10^4}{4{,}44.f.B.A_t} = \frac{10^4}{4{,}44.50.1{,}2.A_t} = \frac{907{,}5}{1353}$$

$A_t = 55{,}96cm^2$

$$\rightarrow b = \frac{55{,}96}{5{,}5} = 10cm$$

Ta có kích thước lõi thép a = 5,5cm; b = 10cm

Khối lượng lõi thép:

$$W_{th} = 46{,}8.a^2.b = 46{,}8.(0{,}55)^2.1 = 14kg$$

B4: Xác định số vòng dây

$A_t = 55,96cm^2$

+ Số vòng dây quấn trong 1 volt: $n_v = \frac{10^4}{4,44.50.1,2.55,96} = 0,67$ vòng/volt

+ Tổng số vòng dây quấn của máy biến áp:

N = 220. 0,67 = 147,4vòng ; chọn N = 133 vòng

+ Số vòng dây quấn cho đoạn dây từ 0V đến 110V là: 110.0,67 = 74 vòng

+ Số vòng dây quấn đoạn từ 110V đến 220V: 74 vòng

Bài 6: Tính toán dòng điện trên từng phần dây so với $I_{đm}$ của máy tăng giảm điện áp như hình vẽ:

Điện áp vào (volt):

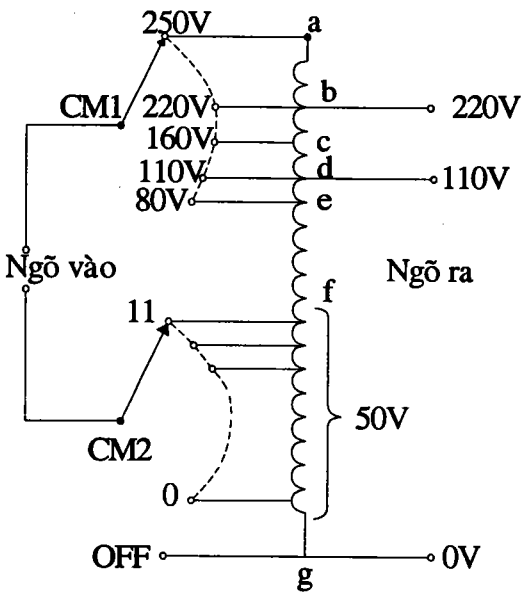
250, 220, 160, 110, 80

Điện áp ra (volt):

110, 220, $I_{đm}$

Chú ý:

- Trong các trường hợp chuyển mạch 2(CM2) đều ở vị trí 11
- Vẽ sơ đồ dòng điện trong từng phần dây ở mỗi trường hợp.



Giải:

1/ Vào 250V, ra 220V.

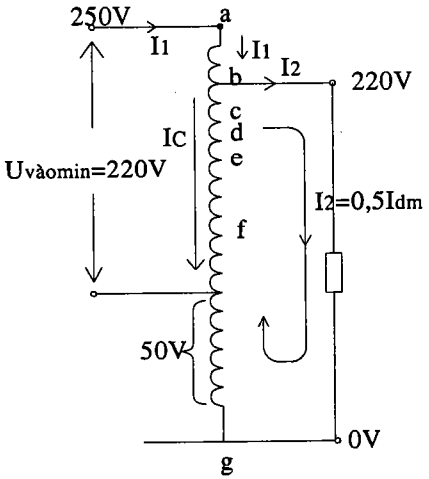
$$I_1 = \frac{250.0,5I_{đm}}{200.0,9} = 0,61I_{đm}$$

$$I_{ab} = I_1 = 0,61I_{đm}$$

$$I_{bf} = I_c = I_1 - I_2$$

$$= (0,61-0,5)I_{đm} = 0,11I_{đm}$$

$$I_{gf} = 0,5I_{đm}$$



2/ Vào 250V, ra 110V

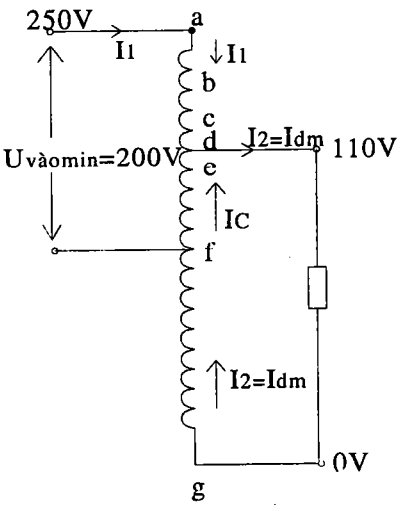
$$I_1 = \frac{110I_{đm}}{200.0,9} = 0,61I_{đm}$$

$$I_{ad} = I_1 = 0,61I_{đm}$$

$$I_{fd} = I_c = I_2 - I_1$$

$$= I_{đm} - 0,61I_{đm} = 0,39I_{đm}$$

$$I_{gf} = I_{đm}$$



3/ Vào 220V, ra 220V

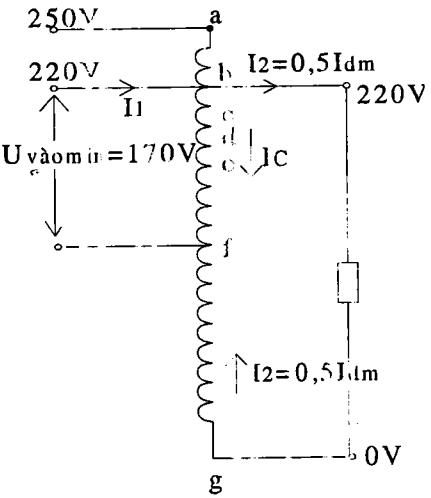
$$I_1 = \frac{220.0.5I_{đm}}{170.0,9} = 0,72I_{đm}$$

$$I_{ab} = 0$$

$$I_{bf} = I_c = I_1 - I_2$$

$$= 0,72I_{đm} - 0,5I_{đm} = 0,22I_{đm}$$

$$I_{gf} = 0,5I_{đm}$$



4/ Vào 220V, ra 110V

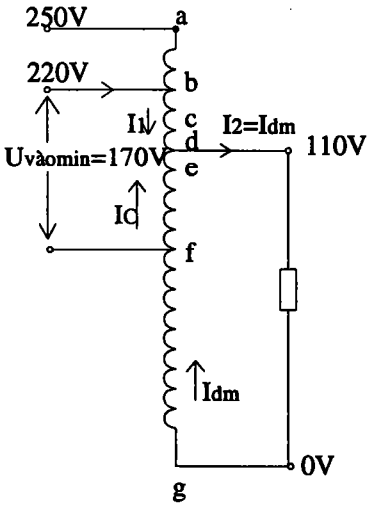
$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{170.0,9} = 0,72I_{đm}$$

$$I_{ab} = 0$$

$$I_{bd} = I_1 = 0,72I_{đm}$$

$$I_{fd} = I_c = I_2 - I_1 = 0,28I_{đm}$$

$$I_{gf} = I_{đm}$$



5/ Vào 160V, ra 220V

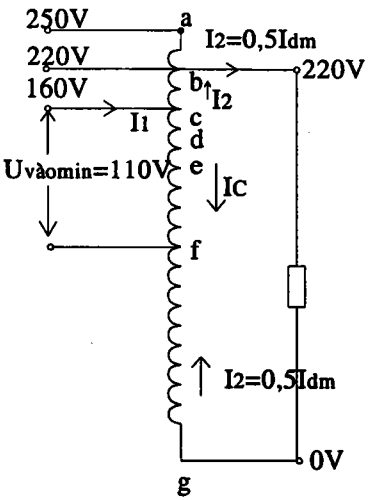
$$I_1 = \frac{220.0,5I_{đm}}{110.0,9} = 1,11I_{đm}$$

$$I_{ab} = 0$$

$$I_{cb} = I_2 = 0,5I_{đm}$$

$$I_{cf} = I_c = I_1 - I_2 = 0,61I_{đm}$$

$$I_{gf} = 0,5I_{đm}$$



6/ Vào 160V, ra 110V

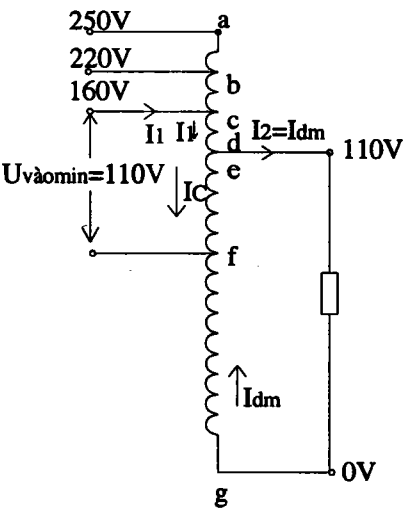
$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{110.0,9} = 1,11I_{đm}$$

$$I_{ac} = 0$$

$$I_{cd} = I_1 = 1,11I_{đm}$$

$$I_{df} = I_c = I_1 - I_2 = 0,11I_{đm}$$

$$I_{gf} = I_{đm}$$



7/ Vào 110V, ra 220V

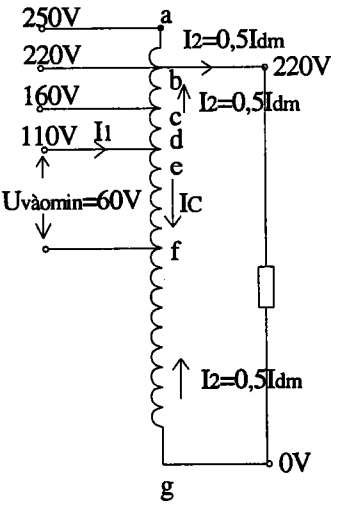
$$I_1 = \frac{220.0,5I_{đm}}{60.0,9} = 2,03I_{đm}$$

$$I_{ab} = 0$$

$$I_{db} = I_2 = 0,5I_{đm}$$

$$I_{df} = I_c = I_1 - I_2 = 1,53I_{đm}$$

$$I_{gf} = 0,5I_{đm}$$



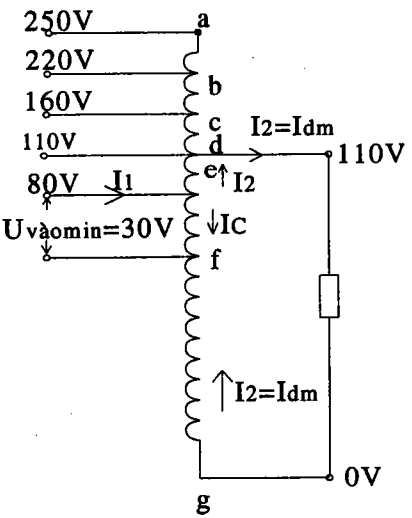
8/ Vào 110V, ra 110V

$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{60.0,9} = 2,03I_{đm}$$

$$I_{ad} = 0$$

$$I_{df} = I_c = I_1 - I_2 = 1,03I_{đm}$$

$$I_{gf} = I_{đm}$$



9/ Vào 80V, Ra 220V

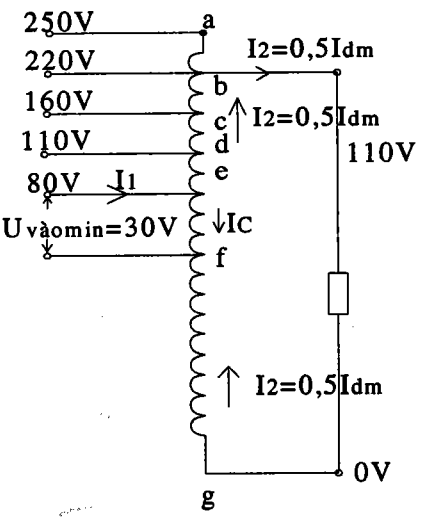
$$I_1 = \frac{220.0,5I_{đm}}{30.0,9} = 4,07I_{đm}$$

$$I_{ad} = 0$$

$$I_{cb} = I_2 = 0,5I_{đm}$$

$$I_{ef} = I_c = I_1 - I_2 = 3,57I_{đm}$$

$$I_{gf} = 0,5I_{đm}$$



10/ Vào 80V, ra 110V

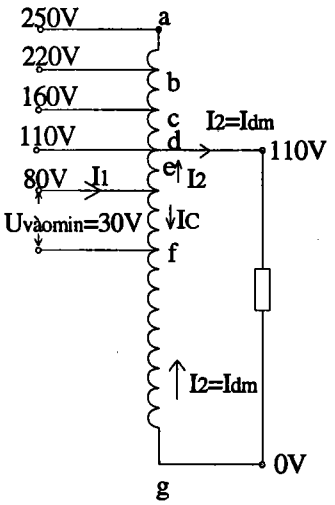
$$I_1 = \frac{110.I_{đm}}{30.0,9} = 4,07I_{đm}$$

$$I_{ad} = 0$$

$$I_{cd} = I_2 = I_{đm}$$

$$I_{ef} = I_c = I_1 - I_2 = 3,07I_{đm}$$

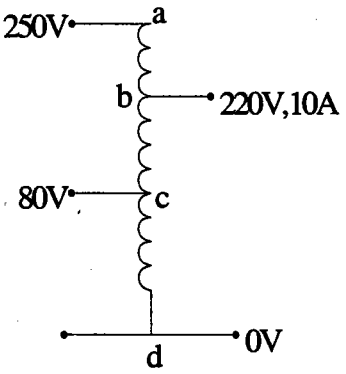
$$I_{gf} = I_{đm}$$



BẢNG SỐ LIỆU TÍNH TOÁN

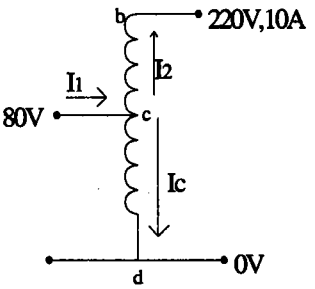
TH	I_{ab}	I_{bc}	I_{cd}	I_{de}	I_{ef}	I_{fg}	$U_{vào}/U_{ra}$
1	$0,61I_{đm}$	$0,11\ I_{đm}$	$0,11\ I_{đm}$	$0,11\ I_{đm}$	$0,11\ I_{đm}$	$0,5\ I_{đm}$	250/220
2	$0,61\ I_{đm}$	$0,61I_{đm}$	$0,61I_{đm}$	$0,39I_{đm}$	$0,39I_{đm}$	$I_{đm}$	250/110
3	0	$0,22I_{đm}$	$0,22I_{đm}$	$0,22I_{đm}$	$0,22I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	220/220
4	0	$0,72I_{đm}$	$0,72I_{đm}$	$0,28I_{đm}$	$0,28I_{đm}$	$I_{đm}$	220/110
5	0	$0,5I_{đm}$	$0,61I_{đm}$	$0,61I_{đm}$	$0,61I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	160/220
6	0	0	$1,11I_{đm}$	$0,11I_{đm}$	$0,11I_{đm}$	$I_{đm}$	160/110
7	0	$0,5I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	$1,53I_{đm}$	$1,53I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	110/220
8	0	0	0	$1,03I_{đm}$	$1,03I_{đm}$	$I_{đm}$	110/110
9	0	$0,5I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	$3,57I_{đm}$	$0,5I_{đm}$	80/220
10	0	0	0	$I_{đm}$	$3,07I_{đm}$	$I_{đm}$	80/110
I_{max}	$0,61I_{đm}$	$0,72I_{đm}$	$1,11I_{đm}$	$1,53I_{đm}$	$3,57I_{đm}$	$I_{đm}$	

Bài 7: Tính toán lõi thép và dây quấn MBA tự ngẫu như hình vẽ bằng phương pháp tính chính xác. Biết điện áp ngõ vào là 80V và 250V; điện áp ngõ ra là 220V, dòng điện tải là 10A, f= 50Hz. Lõi thép được ghép bằng các lá thép chữ E và I với a= 5,5cm, B= 1T, J= 4A/mm^2, η_{ba} =0,9



Giải

B1: Tính dòng điện qua từng đoạn dây quấn



Ta có: S = $U_2.I_2$ = 220.10 = 2200VA

* TH1: ngõ vào $U_1 = U_{vào} = 80V, U_{ra} = 220V$

$I_2 = I_{dm} = 10A$

$$I_1 = \frac{S}{\eta.U_1} = \frac{2200}{0{,}9.80} = 30{,}55(A)$$

Dòng điện qua phần dây chung là: $I_c = I_1 - I_2 = 20{,}55(A)$

+ $I_c = I_{cd} = 20{,}55(A)$

+ $I_{ab} = 0$

+ $I_{bc} = I_2 = 10(A)$

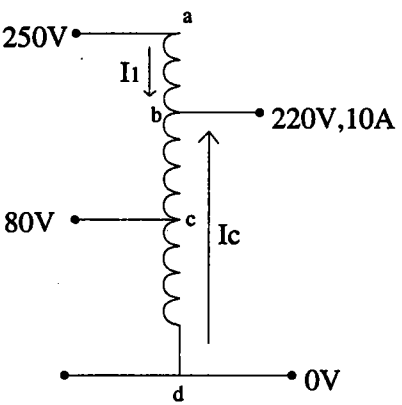
* TH2: $U_1 = U_{vàoad} = 250V; U_{ra} = 220V$

$I_2 = I_{dm} = 10(A)$

$$I_1 = \frac{2200}{0{,}9.250} = 9{,}78(A)$$

$\rightarrow I_c = I_{bc} = I_{cd} = 10 - 9{,}78 = 0{,}22(A)$

$I_{ab} = I_1 = 9{,}78(A)$



Ta có bảng tóm tắt như sau:

TH	Dòng điện(A) / Điện áp(V)	I_{ab}	I_{bc}	I_{cd}
1	$U_{vàocd} = 80V$ $U_{rabd} = 220V$	0	10	20,55
2	$U_{vàoad} = 250V$ $U_{rabd} = 220V$	9,78	0,22	0,22
Dòng điện tối đa (A)		9,78	10	20,55

Để dễ thi công và biến áp dùng đủ công suất cho cả 2 trường hợp trên. Ta chọn biến áp có cùng 1 cỡ dây từ a đến c, và dòng điện dùng để ước lượng đường kính dây quấn là 10A; đoạn từ c đến d có cùng 1 cỡ dây và dòng điện để ước lượng đường kính dây quấn là 20A.

B2: Tính đường kính dây quấn BA

+ Đoạn từ a đến c:

$$d_1 = 1{,}128.\sqrt{\frac{I_1}{J}} = 1{,}128.\sqrt{\frac{10}{4}} = 1{,}78mm$$

$$\rightarrow d_{1cd} = d_1 + 0{,}05 = 1{,}83mm \rightarrow d_1 = 1{,}8mm$$

+ Đoạn từ c đến d:

$$d_2 = 1{,}128.\sqrt{\frac{I_2}{J}} = 1{,}128.\sqrt{\frac{20}{4}} = 2{,}52mm$$

$$\rightarrow d_{2cd} = d_2 + 0{,}05 = 2{,}57mm \rightarrow d_2 = 2{,}55mm$$

Tiết diện dây kể cả cách điện:

+ Đoạn từ a đến c:

$$S_{1cd} = \frac{\pi.d_{1cd}^{\ 2}}{4} = \frac{3{,}14.1{,}83^2}{4} = 2{,}63mm^2$$

+ Đoạn từ c đến d:

$$S_{2cd} = \frac{\pi.d_{2cd}^{\ 2}}{4} = \frac{3{,}14.2{,}57^2}{4} = 5{,}18mm^2$$

B3: Áp dụng phương pháp tính chính xác ta lập quan hệ giữa các kích thước lõi thép biến áp

+ Tổng số vòng dây quấn: $N = 250.n_v$

+ Tổng tiết diện dây quấn

$A_{dq} = 80n_v.S_{1cđ} + (250 - 80).n_v.S_{2cđ} = 1091n_v$

+ Tiết diện cửa sổ mạch từ (E,I) là:

$$A_{cs} = c.h = \frac{3}{4}a^2$$

Chọn hệ số lắp đầy $k_{ld} = \frac{A_{dq}}{A_{cs}} = 0,4$

$$\Leftrightarrow \frac{1091n_v}{\frac{3}{4}a^2} = 0,4 \Leftrightarrow 1091n_v = 0,4.\frac{3}{4}a^2 = 0,3a^2$$

$$\rightarrow 1091n_v = 0,3.(5,5.10)^2 = 907,5$$

$$\rightarrow n_v = \frac{10^4}{4,44.f.B.A_t} = \frac{10^4}{4,44.50.1.A_t} = \frac{907,5}{1091}$$

$$\rightarrow A_t = 54,15cm$$

$$\rightarrow b = \frac{A_t}{a} = \frac{54,15}{5,5} = 9,85cm^2$$

Ta có kích thước lõi thép a = 5,5cm; b = 9,5cm

Khối lượng lõi thép:

$$W_{th} = 46,8.a^2.b = 46,8.(0.55)^2.0,95 = 13,45kg$$

Bước 4: Xác định số vòng dây

$A_t = 54,15cm^2$

+ Số vòng dây quấn trong 1 volt: $n_v = \frac{10^4}{4,44.50.1.54,15} = 0,83$ vòng/volt

+ Tổng số vòng dây quấn của máy biến áp:

N = 250. 0,83 = 207,5vòng ; chọn N = 208 vòng

+ Số vòng dây quấn cho đoạn dây từ 0Vđến 80V là: 80.0,83 = 66,4 vòng

Chọn N_{80V} = 67vòng

+ Số vòng dây quấn đoạn từ 80V đến 220V:

U = 220V – 80V = 140V

N_{90V} = 140.0,83 = 116 vòng

+ Số vòng dây quấn từ 220V đến 250V:

U = 250V – 220V = 30V

N_{40V} = 30.0,83 = 25 vòng

Chọn N_{40V} = 25 vòng

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Cho động cơ 2 pha có tụ thường trực (dạng quạt bàn); Khi động cơ vận hành ở tốc độ nhanh nhất (tại điện áp định mức 110V) dòng điện qua mạch là 0,4A. Nếu muốn đưa dộng cơ về vận hành ở 20V ta dùng máy biến áp tự ngẫu 1 ngõ vào 1 ngõ ra 110V/220V. Xác định kích thước lõi thép biến áp làm nhiệm vụ nói trên.

Bài 2: Một máy biến áp cách ly có điện áp ngõ vào U_1 = 110V; ngõ ra: U_2= 220V,I_2 = 5A. Hãy tính độ lợi về khối lượng vật tư (khối lượng lõi thép và dây quấn) khi đưa về vận hành ở một máy biến áp tự ngẫu 1 ngõ vào 1 ngõ ra 110V/220V,5A

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ThS. Nguyễn Trọng Thắng, KS. Nguyễn Thế Kiệt, ***Giáo trình tính toán sửa chữa máy điện (3 tập)***,NXB Giáo dục, 1995.
- Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu. ***Máy điện 1-2***, NXB Khoa học và kỹ thuật, 2001.

MỤC LỤC

Chương 1: TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA MẤT SỐ LIỆU..... 5

Chương 2: TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR MÁY ĐIỆN KĐB 3 PHA HAI CẤP TỐC ĐỘ (tỉ số biến đổi tốc độ: 2/1)..... 57

Chương 3: TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ KĐB 1 PHA..... 92

Chương 4: TÍNH TOÁN THAY ĐỔI THAM SỐ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KBĐ 1 PHA VÀ 3 PHA 164

Chương 5: TÍNH TOÁN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ VẠN NĂNG 187

Chương 6: TÍNH TOÁN MÁY BIẾN ÁP..... 237