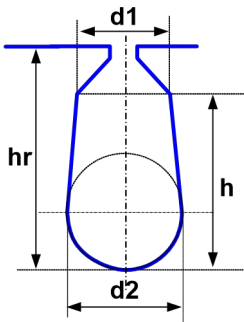


PHỤ LỤC 3

TÍNH TOÁN DÂY QUẤN STATOR ĐỘNG CƠ CẢM ỨNG 3 PHASE

PL3.1. YÊU CẦU THỰC HIỆN :

Lõi thép stator của động cơ 3 pha có các kích thước ghi nhận như sau:



- Đường kính trong: $D_t = 68\text{mm}$.
- Bề dày lõi thép stator: $L = 66\text{mm}$.
- Bề dày gông lõi thép stator: $b_g = 11\text{mm}$.
- Bề dày răng stator: $b_r = 5\text{mm}$.
- Tổng số rãnh stator : $Z = 24$ rãnh.
- Rãnh hình thang có kích thước như hình vẽ:
 $d_1 = 6\text{mm}$; $d_2 = 8\text{mm}$; $h = 12\text{mm}$; $h_r = 15\text{mm}$

Xác định số liệu dây quấn stator để động cơ vận hành được trong lưới 3 pha ; stator ra 6 đầu dây với sơ đồ đấu dây vận hành là : $Y/\Delta - 220\text{V}/380\text{V}$.

PL3.2. YÊU CẦU THỰC HIỆN :

Các bước tính toán được thực hiện như sau:

BƯỚC 1: Xác định các kích thước cơ bản . Các số liệu đã cho trong đầu đề.

BƯỚC 2: Ước lượng số cực $2p$ tối ưu cho kết cấu của động cơ.

Ta có:

cho $2p=4$

BƯỚC 3: Xác lập quan hệ từ thông cực đại (Φ_m) qua một cực từ với một độ từ thông (hay từ cảm) tại khoảng hở không khí (B_δ).

Xác định:

• Bước cực từ :

• Diện tích một cực từ:

$$\tau.L = 5,34.6,6 = 35,21\text{cm}^2$$

(PL3.1)

• Quan hệ từ thông cực đại với mật độ từ thông tại khe hở không khí:

Ta có quan hệ:

(PL3.2)

BUỚC 4: Xác lập quan hệ của mật độ từ thông qua gông stator (B_g) với một độ từ thông (hay từ cảm) tại khoảng hở không khí (B_δ).

(PL3.3)

BUỚC 5: Xác lập quan hệ của mật độ từ thông qua răng stator (B_r) với một độ từ thông (hay từ cảm) tại khoảng hở không khí (B_δ).

PL3.4)

BUỚC 6: Xác định mật độ từ thông tại khoảng hở không khí (B_δ)

Chọn giá trị tối đa cho mật độ từ thông qua răng stator (B_r) là $B_{r\max}=1,5T$, và giá trị tối đa cho mật độ từ thông qua gông stator (B_g) là $B_{g\max} = 1,3T$.

Theo (PL3.3) ta có:

T

Theo (PL3.4) ta có:

Với các giá trị B_δ tính được theo các giới hạn cực đại của $B_{r\max}$ và $B_{g\max}$, ta chọn giá trị cho mật độ từ thông qua khe hở không khí là: $B_\delta = 0,68 T$. Từ (PL3.2) ta tính được giá trị cực đại của từ thông qua một cực từ:

$$\Phi = m \cdot 148,44 \cdot 10^{-4} B_\delta = 24,64 \cdot 7,0,68 \cdot 10^{-4} = 16,76 \cdot 10^{-4} [Wb]$$

BUỚC 7: Chọn kết cấu dây quấn stator, xây dựng sơ đồ dây quấn và tính hệ số dây quấn K_{dq} .

CHÚ Ý: Với động cơ có trong thí dụ hiện có trong phụ lục 3; kích thước lõi thép động cơ khá lớn (điều này có nghĩa là động cơ có công suất định mức lớn). Thông thường; với động cơ có cấp công suất lớn hơn 10HP (7,5 KW), dây quấn stator thường sử dụng là dạng 2 lớp. Tuy nhiên trong phần phụ lục này để sinh viên dễ dàng theo dõi phương pháp tính toán, chúng ta chọn dây quấn dạng 1 lớp (để không biện luận phương án chọn dây quấn stator, phần này sinh viên xem thêm trong lý thuyết máy điện hay các giáo trình Kỹ thuật điện).

Khi chọn dây quấn dạng 1 lớp; các thông số của dây quấn được xác định như sau:

$Z = 48$ rãnh, với $2p = 4$ cực; suy ra:

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{48}{4} = 12 = 6 \text{ rãnh / 1 bước cực}$$

$$2p = 4$$

☞ Tổng số rãnh phân bố cho một pha trên mỗi bước cực:

$$q = \frac{2\text{rãnh}}{1\text{pha}} \cdot \frac{1\text{bước}}{\text{cực}}$$

☞ Góc lệch điện giữa hai rãnh liên tiếp:

điện

Với giá trị $\tau = 6$ rãnh, dùng dây quấn đồng khuôn tập trung; bước bố trí dây (hay bước quấn dây) $y = 6$ rãnh.

☞ Hệ số dây quấn:

Với dây quấn 1 lớp, hệ số dây quấn được xác định theo quan hệ sau:

$$K_{dq} = K_r$$

Hệ số quấn rải (K_r)

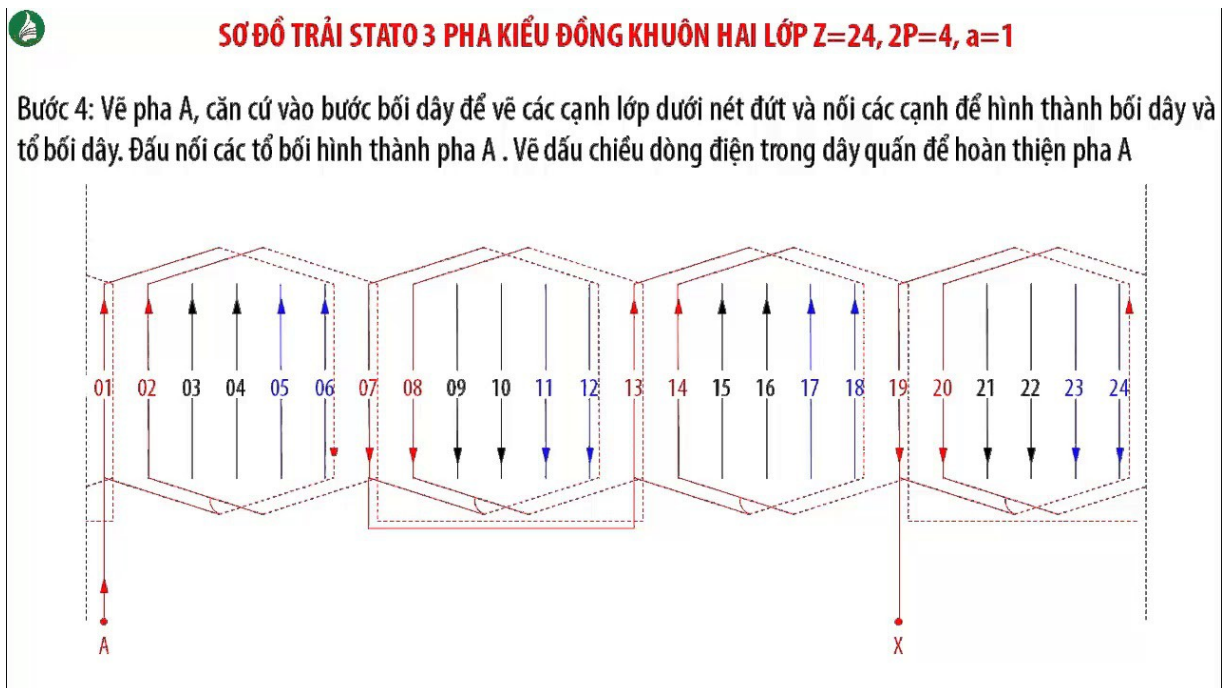
Hệ số dây quấn:

$$K_{dq} = K_r = 0,2588 = 0,26$$

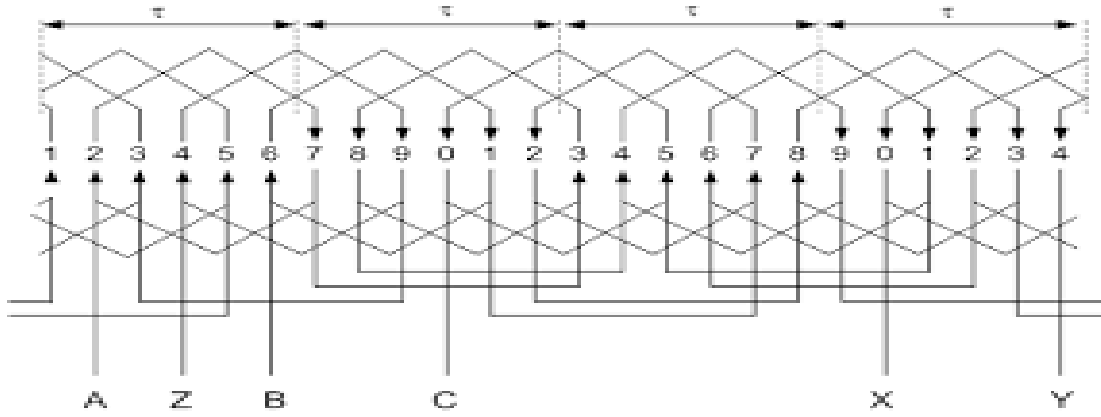
Tóm lại:

$$K_{dq} = 0,26$$

Sơ đồ khai triển dây quấn cho một pha tiêu biểu được trình bày trong hình PL3.1, và cho toàn bộ 3 pha trong hình PL3.2 (xem các trang sau).



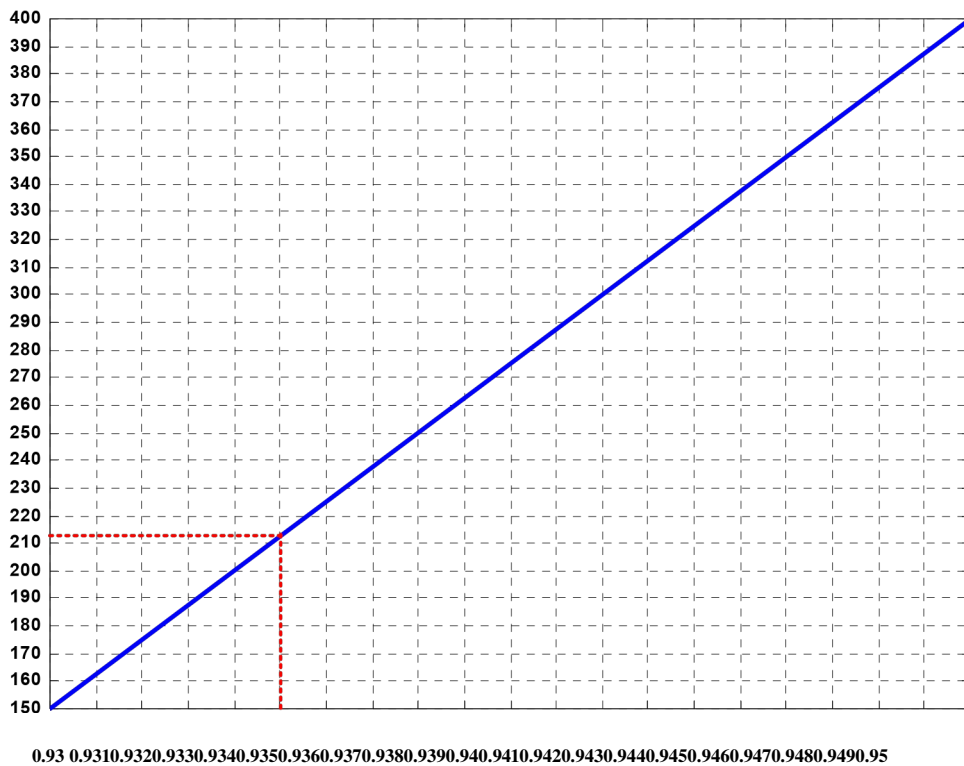
HÌNH PL3.1 : Dây quấn đồng khuôn tập trung, dạng 1 lớp bước đủ ; stator động cơ có số liệu $Z = 48$ rãnh; $2p = 4$ cực ; $y = 12$ rãnh; $q = 4$ rãnh/1pha/1bước cực.



HÌNH PL3.2 : Dây quấn đồng khuôn tập trung, dạng 1 lớp bước đủ ; stator động cơ có số liệu $Z = 48$ rãnh; $2p = 4$ cực ; $y = 12$ rãnh; $q = 4$ rãnh/1pha/1bước cực. Sơ đồ khai triển trình bày đầy đủ 3 pha dây quấn, khoảng lệch pha các đầu vào 120° .

BƯỚC 8: Xác định tổng số vòng cho mỗi pha dây quấn (N_{pha}).

Đầu tiên, dựa theo tiết diện của cực từ, chúng ta xác định giá trị cho hệ số K_E ; trong bước 3 chúng ta tính được diện tích cực từ là $(\tau.L) = 212 \text{ cm}^2$ và giá trị $K_E = (0,93 \div 0,95)$ tương ứng khoảng giá trị $(\tau.L) = (150 \text{ cm}^2 \div 400 \text{ cm}^2)$.



HÌNH PL3.1: Quan hệ K_E theo giá trị $(\tau.L)$.

Chúng ta có thể dựa trên giản đồ mô tả quan hệ giữa hệ số K_E với diện tích cực từ ($\tau.L$) để suy ra giá trị K_E khi xác định được giá trị ($\tau.L$) = 212 cm². Ta nhận được kết quả : $K_E = 0,935$.

Trong trường hợp không dùng đồ thị ta có thể áp dụng phép tính như sau:

- ☞ Tại giá trị $(K_E)_1 = 0,93$ ta có tương ứng giá trị $(\tau.L)_1 = 150$ cm².
- ☞ Tại giá trị $(K_E)_2 = 0,95$ ta có tương ứng giá trị $(\tau.L)_2 = 400$ cm².
- ☞ Tại giá trị $(\tau.L) = 212$ cm² giá trị K_E được xác định theo quan hệ sau:

$$K_E = 0,93 + 0,00496$$

Suy ra:

$$K_E \cdot U_{\text{đmpha}} = 0,935 \cdot 220$$

$$N_{\text{pha}} = 4 \cdot K_s \cdot f \cdot K_{dq} \cdot \Phi_m = 4 \cdot 1,075 \cdot 0,969 \cdot 5484 \cdot 10^{-4} = 110,58 \text{ vòng / pha}$$

Với sơ đồ dây quấn hai lớp, và tổng số rãnh stator là $Z = 48$ rãnh, tổng số bối dây chứa trong một pha là 8 bối. Suy ra số vòng của mỗi bối dây là:

$$N_b = \frac{N_{\text{pha}}}{8 \text{ bối}} = \frac{110,58}{8} = 13,8 \text{ vòng / bối}$$

Tóm lại, khi chọn $N_b = 14$ vòng /bối; tổng số vòng một pha $N_{\text{pha}} = 112$ vòng/pha.

Tóm lại, tại bước 8 ta đã xác định được số liệu dây quấn stator như sau:

- ☞ Dây quấn động cơ có 6 đầu ra dây, đấu vận hành theo sơ đồ: Y/Δ - 380V/220V.
- ☞ Dây quấn một lớp, dạng đồng khuôn tập trung; bước bối dây: $y = 12$ rãnh.
- ☞ Hệ số dây quấn: $K_{dq} = 0,96$.
- ☞ Dây quấn bố trí mỗi pha một mạch nhánh.
- ☞ Tổng số bối dây trong một pha là 8 bối/pha.
- ☞ Tổng số vòng một pha là :112 vòng/pha
- ☞ Tổng số vòng cho một bối dây là $N_b = 14$ vòng/bối.

BƯỚC 9: Xác định tiết diện rãnh stator, căn cứ vào hệ số lấp đầy rãnh để xác định đường kính dây quấn stator.

Điện tích rãnh stator, ta có:

Chọn là 96

Với hệ số lấp đầy là $K_{ld} = 0,43$, ta suy ra tiết diện của một dây quấn luôn cách điện là:

TroNG ĐO

Đường kính dây quấn (có tính luôn lớp men cách điện): d

Chọn đường kính dây trần không tính lớp men cách điện là:

$$d = d_{cd} - 0,05\text{mm} = 2,429 - 0,05 = 2,379\text{mm}$$

$$d = 2,35\text{mm}$$

CHÚ Ý:

Với động cơ không đồng bộ 3 pha; muốn đạt hệ số công suất tại tải định mức có giá trị lớn, đồng thời làm giảm giá trị từ thông tản, miệng rãnh stator không thiết kế quá rộng. Như vậy, khi tính toán đường kính dây có giá trị lớn hơn 2mm; chúng ta nên kiểm tra kích thước thực tế của miệng rãnh statot có khả năng bỏ lọt đường kính dây vừa tính toán hay không.

Mặt khác; với đường kính dây quá lớn, độ cứng của dây quấn gia tăng, điều kiện thi công vất vả hơn. Trong trường hợp này để giảm độ cứng dây quấn, chúng ta có thể chập 2 hay nhiều dây có cùng đường kính để thay thế cho dây đơn đã được tính toán.

Muốn thay thế tương đương dây quấn chúng ta tính toán dựa trên cơ sở tổng tiết diện của các dây thay thế thành phần bằng với tiết diện của dây đơn cần thay thế.

Với trường hợp tính toán trong phụ lục này, giả sử chúng ta dùng hai dây chập thành phần có cùng đường kính thay cho dây đơn có đường kính d (dây trần) vừa tính toán. Chúng ta áp dụng phương pháp tính thay thế tương đương như sau khi dùng 2 dây chập:

$$2 \cdot (\text{Tiết diện dây thành phần}) = \text{Tiết diện dây đơn cần thay thế}$$

Suy ra:

$$2 \cdot d_p^2 = d^2$$

Hay:

$$d_p = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

Tóm lại; ta có kết quả sau:

$$d_p = 1,68\text{mm}$$

Chọn đường kính dây trần thành phần có giá trị là : $d_p = 1,65 \text{ mm}$.

Khi tính toán thực sự, sinh viên cần tính toán theo chọn nhiều phương án chập dây thành phần khác nhau ; từ đó chọn ra phương án tốt nhất.

BƯỚC 10: Chọn mật độ dòng điện (J), xác định dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn, suy ra công suất định mức của động cơ .

Chọn mật độ dòng điện qua dây quấn là $J=6,5 \text{ A/mm}^2$. Với phương án chọn hai dây chập thành phần; dòng điện định mức qua mỗi pha dây quấn là:

A

Như vậy, chúng ta có thể làm tròn giá trị dòng điện định mức qua một pha dây quấn là :

$$I_{\text{dmpha}} = 27,8 \text{ A}$$

Công suất định mức của động cơ:

$$P_{\text{dm}} = 3 \cdot U_{\text{dmpha}} \cdot I_{\text{dmpha}} \cdot (\eta \cdot \cos\phi) = 3 \cdot 220 \cdot 27,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 11742,72 \text{ W}$$

$$P_{\text{dm}} = 11,74 \text{ KW (Khoảng 15,65HP)}$$

CHÚ Ý:

Giá trị tính được là công suất tối thiểu mà động cơ có thể đạt được vì với động cơ có cấp công suất $P_{\text{dm}} = 11,74 \text{ KW}$ (tương ứng 15,65HP) thì hiệu suất và hệ số công suất cao hơn giá trị được chọn dùng tính toán ở mục trên.

Muốn biết chính xác công suất của động cơ chúng ta có thể căn cứ theo giá trị dòng điện định mức tính được; tra các bảng số cho sẵn, căn cứ vào giá trị dòng điện định mức suy ra cấp công suất động cơ tương ứng.

BUƯỚC 11: Xác định chu vi khuôn dùng thi công dây quấn và tính toán khối lượng cho bộ dây quấn stator.

Xác định giá trị K_L :

mm

Trong đó, ta đã chọn giá trị $\gamma=1,35$ tương ứng với số cực $2p=4$ cực.

Chu vi khuôn quấn dây (chu vi của một vòng dây quấn):

$$CV = 2 \cdot (K_L \cdot y + L') = 2 \cdot (14,6673 \cdot 5 + 63) = 658,32 \text{ mm} = 30 \text{ cm} \quad CV=30 \text{ cm}$$

Trong đó, giá trị $L' = L + 10 \text{ mm}$; (10mm là khoảng dư của giấy cách điện lót rãnh); đồng thời để dễ thi công ta làm nguyên giá trị cho chu vi khuôn với đơn vị đo tính theo cm.

Tổng bề dài của một pha dây quấn:

$$L_{\text{pha}} = CV \cdot N_b \cdot (\text{Tổng số bối dây / pha})$$

$$L_{\text{pha}} = 30 \text{ cm} \cdot 14,8 = 444 \text{ cm}$$

$$L_{\text{pha}} = 44,4 \text{ dm}$$

Khối lượng của bộ dây quấn:

$$W_{\text{dây}} \cong 9,3 \text{ Kg}$$

Tóm lại, số liệu dây quấn dùng thi công được tóm tắt như sau:

Đường kính dây quấn thành phần : $d_{cđtp}/d_{tp} = 1,7 \text{ mm}/1,65 \text{ mm}$.

Hệ số lấp đầy rãnh : $K_{ld} = 0,43$.

Chu vi khuôn : $CV = 30 \text{ cm}$.

Tổng khối lượng dây quấn: $W_{dây} = 9,3 \text{ Kg}$.