

**Bài giảng máy điện - Máy điện
không đồng bộ ba pha**



PHẦN A : MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

TÓM TẮT SƠ LƯỢC VỀ LÝ THUYẾT:

I. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ:

1) Phương trình điện áp khi Rotor đứng yên: ($n = 0$, $s = 1$) :

➤ Sức điện động pha dây quấn Stator:

$$E_1 = 4,44 \times N_1 \times f_1 \times K_{dq1} \times \phi_{\max}$$

➤ Sức điện động pha dây quấn rotor:

$$E_2 = 4,44 \times N_2 \times f_2 \times K_{dq2} \times \phi_{\max}$$

Với $f_2 = s \cdot f = f$

➤ Hệ số quy đổi dòng điện :

$$K_i = \frac{m_1 \times N_1 \times K_{dq1}}{m_2 \times N_2 \times K_{dq2}} = \frac{I_2}{I_1}$$

➤ Hệ số quy đổi dòng điện :

$$K_E = \frac{N_1 \times K_{dq1}}{N_2 \times K_{dq2}} = \frac{E_1}{E_2}$$

➤ Dòng điện Rotor quy đổi về Stator:

$$I'_2 = \frac{I_2}{K_i} = I_1$$

➤ Sức điện động Rotor quy đổi về Stator:

$$E'_2 = K_E \times E_2 = E_1$$

➤ Điện trở roto quy đổi về stator:

$$R'_2 = K_E \times K_i \times R_2$$

➤ Điện kháng roto quy đổi về stator:

$$X'_2 = K_E \cdot X_{t2}$$

➤ Dòng điện Rotor lúc đứng yên :

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}}$$

2) Phương trình điện áp khi rotor quay ($n \neq 0 \dots, 0 < s < 1$):

➤ Sức điện động pha dây quấn Stator:

$$E_1 = 4,44 \cdot N_1 \cdot f_1 \cdot K_{dq1} \cdot \phi_{\max}$$

➤ Sức điện động pha dây quấn rotor:

$$E_{2,s} = 4,44 \cdot N_2 \cdot s \cdot f_2 \cdot K_{dq2} \cdot \phi_{\max} = s \cdot E_2$$

Với $f_{2,s} = s \cdot f_2$

➤ Dòng điện Rotor lúc quay :

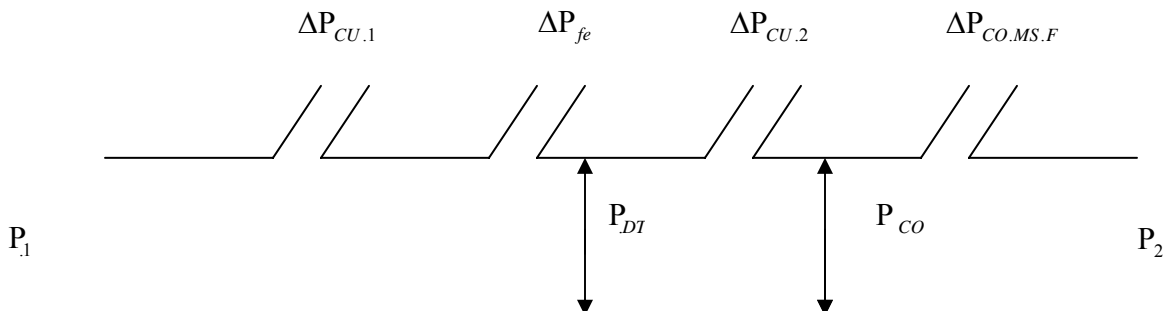
$$I_2 = \frac{E_{2,s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2,s}^2}} = \frac{s \cdot E_2}{\sqrt{R_2^2 + (s \cdot X_2)^2}}$$

➤

3)

II. CÔNG SUẤT TRONG ĐỘNG CƠ ĐIỆN KĐB BA PHA:

1) Cấu trúc về công suất trong đơ điện KĐB 3 pha:



2) Các công thức cơ bản :

➤ Công suất điện tiêu thụ của động cơ :

$$P_1 = 3xU_{1,f}xI_{1,f}xCos\varphi = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xCos\varphi$$

➤ Công suất phản kháng của động cơ:

$$Q = 3xU_{1,f}xI_{1,f}xSin\varphi = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xSin\varphi$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn Stator:

$$\Delta P_{CU.1} = 3xR_1xI_2^2$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn Rotor:

$$\Delta P_{CU.2} = 3xR_2xI_2^2 = 3xR'_2xI_2'^2$$

➤ Tổn hao sắt từ :

$$\Delta P_{fe} = 3xR_1xI_0^2$$

➤ Công suất điện từ :

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU.1} - \Delta P_{fe} = P_2 + \Delta P_{CU.2} + \Delta P_{CO.MSF}$$

Hoặc : $P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU.2}}{S}$ với S : là hệ số trượt.

➤ Công suất phân cơ của đơc:

$$P_{CO} = P_{dt} - \Delta P_{CU.2} = (1 - S)P_{dt}$$

➤ Công suất cơ có ích (công suất định mức) của đơc:

$$P_{dm} = P_2 = P_1 - \Delta P = P_{dt} - \Delta P_{CU.2} - \Delta P_{CO.MSF}$$

Hoặc $P_2 = \Omega x M_2$

Với : $\Omega = \frac{2\pi.n}{60}$ là tốc độ góc quay của Rotor

M_2 là moment quay , moment định mức của đơơ.

➤ Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

➤ Hệ số tải :

$$K_{tai} = \frac{I_{tai}}{I_{dm}}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{P_2}{P_2 + P_O + K_{tai} \cdot P_n}$$

Với $P_O = \Delta P_{fe} + \Delta P_{CO.MSF}$ là tổn hao không tải.

$$P_n = \Delta P_{CU.1} + \Delta P_{CU.2}$$

BÀI TẬP

Bài 1:

Một động cơ không đồng bộ 3 pha quay với tốc độ: $n = 860$ vòng/phút. được nối vào nguồn điện có $f = 60 \text{ Hz}$, $2p = 8$. Tính hệ số trượt , tần số dòng điện của Roto, tốc độ trượt của động cơ.

HD:

➤ Tốc độ quay của từ trường (tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 60}{4} = 900 (\text{vong / phut})$$

➤ Hệ số trượt :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{900 - 860}{900} = 0,044$$

➤ Tần số dòng điện của Roto lúc quay:

$$f_2 = Sxf = 0,044 \times 60 = 2,64 \text{ Hz}$$

- Tốc độ trượt của ĐC:

$$n_2 = n_1 - n = 900 - 960 = 40(\text{vong / phut})$$

Bài 2:

Một đơc KĐB 3 pha Roto dây quấn được nối vào nguồn có: $U_d = 220V$, $f = 50\text{Hz}$, $2p = 4$, Stator đấu tam giác. Khi Roto quay $n = 1425$ vòng/phút, Tính hệ số trượt, f_2 , E_2 lúc quay và lúc đứng yên. Biết $N_2 = 40\% N_1$, $K_{dq1} = K_{dq2}$, cho rằng $E_1 \approx U_{1f} = 220V$.

HD:

- Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

- Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1425}{1500} = 0,05$$

- Tần số dòng điện lúc quay:

$$f_2 = Sxf = 0,05 \times 50 = 2,5\text{Hz}$$

- Hệ số quy đổi sức điện động:

$$K_e = \frac{N_1 \times K_{dq1}}{N_2 \times K_{dq2}} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{100}{40} = 2,5$$

- Sức điện động pha roto lúc đứng yên:

$$K_e = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1f}}{E_2} \Rightarrow E_2 = \frac{U_{1f}}{K_e} = \frac{220}{2,5} = 88V$$

- Sức điện động pha roto lúc quay:

$$E_{2s} = SxE_2 = 0,05 \times 88 = 4,4V$$

Bài 3 :

Một đơơ KĐB 3 pha Roto dây quấn có $N_1 = 96$ vòng. $N_2 = 80$ vòng, $K_{dq1} = 0,94$, $K_{dq2} = 0,957$, $f = 50H_z$, $\phi_{max} = 0,02wb$, tốc độ đồng bộ $n_1 = 1000$ vòng/phút.

a/ Tính sức điện động pha cảm ứng của dây quấn roto và stator (E_1 , E_2) lúc quay với tốc độ $n = 950$ vòng/phút, và lúc đứng yên.

b/ Tính tần số dòng điện roto trong 2 trường hợp trên.

c/ Tính dòng điện roto trong 2 trường hợp trên, Biết $R_2 = 0,06\Omega$, $X_2 = 0,1\Omega$.

HD:

a/

➤ Sức điện động pha cảm ứng của dây quấn stator:

$$E_1 = 4,44 \times N_1 \times f \times K_{dq1} \times \phi_{max} = 4,44 \times 96 \times 50 \times 0,94 \times 0,02 = 400V$$

➤ Sức điện động pha cảm ứng của dây quấn Roto lúc đứng yên:

$$E_2 = 4,44 \times N_2 \times f \times K_{dq2} \times \phi_{max} = 4,44 \times 80 \times 50 \times 0,957 \times 0,02 = 340V$$

➤ Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

➤ Sức điện động pha cảm ứng của dây quấn Roto lúc quay:

$$E_{2s} = sE_2 = 0,05 \times 340 = 17(V)$$

b/

Vì lúc đứng yên $n = 0 \Rightarrow S = 1$

Nên: $f_2 = S \times f = f = 50H_z$

➤ Tần số dòng điện lúc quay:

$$f_2 = S \times f = 0,05 \times 50 = 2,5H_z$$

c/

➤ Dòng điện roto lúc đứng yên:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} = \frac{340}{\sqrt{0,06^2 + 0,1^2}} = 2915A$$

➤ Dòng điện roto lúc quay:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{Sx E_2}{\sqrt{R_2^2 + (Sx X_2)^2}} = \frac{17}{\sqrt{0,06^2 + (0,05x0,1)^2}} = 282A$$

Bài 4 :

Một đơơ KĐB 3 pha roto dây quấn có : $2p = 6$, $R_2 = 0,01\Omega$, được nối vào nguồn điện có $U_d = 400V$, $f = 50Hz$. Stator đấu tam giác, khi roto quay với $n = 970$ vòng/phút, thì dòng điện roto đo được $I_2 = 240A$.

Tính : a/ điện kháng roto lúc quay và lúc đứng yên : X_2, X_{2s} ?

b/ tính điện trở và điện kháng của roto quy đổi về stator : R'_2, X'_2 ?

biết $K_e = K_i$ (bỏ qua tổng trở dây quấn).

HD:

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60x50}{3} = 1000(\text{vong} / \text{phut})$$

➤ Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$$

a/

➤ Điện kháng roto lúc đứng yên:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} \Rightarrow X_2 = \sqrt{\left(\frac{E_2}{I_2}\right)^2 - R_2^2} = \sqrt{\left(\frac{212}{240}\right)^2 - 0,01^2} = 0,818\Omega$$

➤ Điện kháng roto lúc quay:

$$E_{2s} = Sx E_2 = 0,03x0,818 = 0,0245(V)$$

b/

➤ Hệ số quy đổi sức điện động:

$$K_e = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1f}}{E_2} = \frac{U_{1d}}{E_2} = \frac{400}{212} = 1,88$$

➤ Điện trở roto quy đổi về stator:

$$R'_2 = K_e \times K_i \times R_2 = 0,188^2 \times 0,01 = 0,035\Omega$$

➤ Điện kháng roto quy đổi về stator:

$$X'_2 = K_e \times K_i \times X_2 = 0,188^2 \times 0,818 = 2,89\Omega$$

Bài 5:

Một đơơ KĐB 3 pha roto dây quấn có : $p = 2$, hệ số quy đổi $K_e = K_i = 2$, điện trở và điện kháng của roto lúc đứng yên: $R_2 = 0,2\Omega$, $X_2 = 3,6\Omega$. động cơ có stator đấu sao, và được nối vào nguồn $U_d = 380\text{ V}$, $f = 50\text{ Hz}$. cho rằng $E_{1f} = U_{1f}$, $\Delta P_{CV1} = \Delta P_{CV2}$, $\Delta P_{fe} = 145\text{ W}$, $\Delta P_{comsf} = 145\text{ W}$, $s = 0,05$.

Tính: dòng điện roto lúc quay? , công suất có ích P_2 ? , hiệu suất của động cơ?

HD:

a/

➤ Sức điện động pha của roto lúc đứng yên:

$$\text{Ta có: } K_e = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1f}}{E_2} \Rightarrow E_2 = \frac{U_{1f}}{K_e} = \frac{U_{1d}}{\sqrt{3} \times E_2} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 2} = 110\text{ V}$$

➤ Dòng điện roto lúc quay:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{S \times E_2}{\sqrt{R_2^2 + (S \times X_2)^2}} = \frac{0,05 \times 110}{\sqrt{0,2^2 + (0,05 \times 3,6)^2}} = 20,4\text{ A}$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn roto

$$\Delta P_{CV2} = 3 \times R_2 \times I_2^2 = 3 \times 0,2 \times 20,4^2 = 250\text{ W}$$

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = \frac{\Delta P_{CV2}}{s} = \frac{250}{0,05} = 5000\text{ (W)}$$

➤ Công suất có ích của động cơ:

$$P_2 = P_{dt} - \Delta P_{CU2} - \Delta P_{comsf} = 5000 - 250 - 145 = 4650(W)$$

➤ Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{CU1} + \Delta P_{CU2} + \Delta P_{fe} + \Delta P_{COfsf}} = \frac{4650}{4650 + 250 + 145 + 145} = 0,85$$

III. MOMENT ĐIỆN TỪ:

Ta có : $M_{dt} = M_2 + M_o$ (1)

Moment không tải :

$$M_o = \frac{\Delta P_{CO} + \Delta P_{MSF}}{\Omega} \quad (2)$$

Moment quay của đơc:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) ta suy ra :

$$M_{dt} = \frac{\Delta P_{CO} + \Delta P_{MSF} + P_2}{\Omega} = \frac{P_{CO}}{\Omega}$$

Mặt khác moment điện từ :

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} \quad \text{với } \Omega = \frac{2\pi.n_1}{60} = \frac{2\pi.f}{p} \text{ là tốc độ góc của từ trường, } p \text{ là số cực từ.}$$

➤ Quan hệ công suất và moment điện từ :

$$\text{Ta có : } P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU.2}}{S} = \frac{3xR_2.xI_2^2}{S} = \frac{3xR'_2.xI_2'^2}{S} \quad (1)$$

➤ Dòng điện Rotor quy đổi về stator lúc quay:

$$I'_2 = \frac{U_{1,f}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$P_{dt} = \frac{3x \frac{R'_2}{S} x U_{1,f}^2}{\left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2\right]}$$

➤ Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{3x \frac{R'_2}{S} x U_{1,f}^2 x P}{2\pi \cdot fx \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2\right]}$$

➤ Muốn tìm moment cực đại ta lấy đạo hàm $\frac{dM}{dS} = 0$

Ta có hệ số trượt tới hạn : $S_{th} = \frac{R'_2}{X_1 + X'_2}$

➤ Moment cực đại :

$$M_{MAX} = \frac{3xPxU_{1,f}^2}{2\pi \cdot fx \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}\right]} = \frac{3xPxU_{1,f}^2}{2\pi \cdot fx [R_1 + (X_1 + X'_2)]}$$

Với p là số cực từ.

BÀI TẬP VÍ DỤ

Bài 6:

Một đơơ KĐB 3 pha có $2p = 4$, $R_1 = 0,53\Omega$, $f = 50H_z$, $P_1=8500W$, $I_{1dm} = 15A$, $\Delta P_{CU1} = 2.\Delta P_{fe}$. Tính moment điện từ : M_{dt} ?

HD:

- Tổng hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{CU1} = 3xR_1xI_1^2 = 3x0,53x15^2 = 357,7W$$

- Tổng hao sắt từ:

$$\text{Ta có : } \Delta P_{CU1} = 2.\Delta P_{fe} \Rightarrow \Delta P_{fe} = \frac{\Delta P_{CU1}}{2} = \frac{357,7}{2} = 178,85W$$

- Công suất điện từ:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU1} - \Delta P_{fe} = 8500 - 357,7 - 178,85 = 7963(W)$$

- Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} = \frac{P_{dt} \cdot p}{2\pi \cdot f} = \frac{7963 \cdot 2}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 50,7(N.m)$$

$$\text{Với } \Omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{2\pi \cdot f}{p} \text{ là tốc góc quay của từ trường}$$

Bài 7:

Một đơơ KĐB 3 pha có stator nối hình sao, và được nối vào điện áp lưới $U_d = 220V$, $f = 50H_z$, $p = 2$. khi tải $I_1 = 20A$, $\cos \varphi_1 = 0,85$, $\eta = 0,84$, $s = 0,053$.

Tính : tốc độ của đơơ ? công suất điện tiêu thụ P_1 ? , tổng tổn thất công suất? công suất có ích P_2 ? moment của đơơ ?

HD:

- Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xCos\varphi_1 = \sqrt{3}x220x20x0,85 = 6477,9(W)$$

- Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 (\text{vong} / \text{phut})$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1(1 - s) = 1500(1 - 0,053) = 1420 (\text{v} / \text{p})$$

➤ Công suất có ích của đơơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_2 = \eta P_1 = 0,84 \times 6477,9 = 5441,4 (\text{W})$$

➤ Tổng tổn hao công suất:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 6477,9 - 5441,4 = 1036 (\text{W})$$

➤ Momet của động cơ:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{P_2 \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{5144,4 \cdot 60}{2 \times 3,14 \times 1420} = 36,6 (\text{N.m})$$

Với $\Omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$ là tốc độ góc của roto.

Bài 8:

Một đơơ KĐB 3 pha có : $p = 2$, $f = 50 \text{Hz}$, $P_1 = 3,2 \text{KW}$,
 $\Delta P_{cu1} + \Delta P_{cu2} = 300 \text{W}$, $\Delta P_{fe} = 200 \text{W}$, $R'_2 = 1,5 \Omega$, $I'_2 = 5 \text{A}$.

Tính : tốc độ của đơơ ? moment điện từ ?

HD:

➤ Tổn hao đồng dây quấn Rotor:

$$\Delta P_{cu2} = 3 \times R'_2 \times I'^2_2 = 3 \times 1,5 \times 5^2 = 122,5 \text{W}$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{cu1} = 300 - \Delta P_{cu2} = 300 - 122,5 = 187,5 \text{W}$$

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU1} - \Delta P_{fe} = 3200 - 187,5 - 200 = 2812,5(W)$$

➤ Hệ số trượt :

$$\text{Ta có : } P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU2}}{s} \Rightarrow s = \frac{\Delta P_{CU2}}{P_{dt}} = \frac{122,5}{2812,5} = 0,04$$

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1 \times (1 - s) = 1500 \times (1 - 0,04) = 1440(v / p)$$

➤ Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} = \frac{P_{dt} \cdot p}{2\pi \cdot f} = \frac{2812,5 \times 2}{2 \times 3,14 \times 50} = 17,9(N.m)$$

Bài 9:

Một đơ KĐB 3 pha có $P_{dm} = 7,5 \text{ KW}$, trên nhãn đơ ghi: 220/380 (V), $f = 50 \text{ Hz}$, $p = 2$, $\cos \varphi_1 = 0,88$, $\eta = 0,88$, $\Delta P_{fe} = 214 \text{ W}$, $\Delta P_{comsf} = 120 \text{ W}$, $R_1 = 0,7 \Omega$.

Tính : Dòng điện định mức? Công suất tiêu thụ P_1 ? Công suất phản kháng? Tốc độ quay của máy? M_{dt} ? Biết đơ được nối vào nguồn có $U_d = 380 \text{ V}$.

HD:

➤ Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{7500}{0,88} = 8522,7(W)$$

➤ Dòng điện định mức của động cơ:

$$I_{dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U_d \times \cos \varphi} = \frac{8522,7}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,88} = 14,7 \text{ A}$$

➤ Công suất phản kháng của đơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}U_d x I_{1d} x \sin\varphi = \sqrt{3}U_d x I_1 x \sqrt{1 - \cos^2\varphi}$$
$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3}x380x14,7x\sqrt{1 - 0,88^2} = 4595(KVAR)$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{CU1} = 3xR_1 x I_1^2 = 3x0,7x14,7^2 = 453,8W$$

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU1} - \Delta P_{fe} = 8522,7 - 453,7 - 214 = 7855(W)$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn roto

$$\Delta P_{CU2} = P_{dt} - P_2 = 7855 - 7500 = 235W$$

➤ Hệ số trượt :

$$\text{Ta có : } P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU2}}{s} \Rightarrow s = \frac{\Delta P_{CU2}}{P_{dt}} = \frac{235}{7855} = 0,03$$

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60x50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1 x (1 - s) = 1500 x (1 - 0,03) = 1455(v / p)$$

➤ Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} = \frac{P_{dt} \cdot p}{2\pi \cdot f} = \frac{7855x2}{2x3,14x50} = 50(N.m)$$

IV. MỞ MÁY ĐỘNG CƠ ĐIỆN KĐB BA PHA:

1) Mở máy trực tiếp :

Khi mở máy ta có $n = 0$, $s = 1$

➤ Dòng điện pha mở máy của Stator khi mở máy trực tiếp:

$$I_{1.f.MO.TT} = \frac{U_{1.f}}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

➤ Moment mở máy khi mở máy trực tiếp:

$$M_{MO.TT} = \frac{3xR_2'xU_{1f}^2 xP}{2\pi.fx|(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2|}$$

2) Mở máy khi có biến trở mở máy (chỉ sử dụng cho đơ Rotor dây quấn) :

➤ Tìm điện trở mở máy :

Muốn moment mở máy cực đại hệ số trượt tới hạn bằng không.

$$\text{Ta có: } S_{th} = \frac{R_2' + R_{MO}'}{X_1 + X_2'} = 1 \Rightarrow R_{MO}' = (X_1 + X_2') - R_2'$$

➤ Dòng điện pha mở máy của Stator khi mở máy có biến trở :

$$I_{1.f.MO.BT} = \frac{U_{1.f}}{\sqrt{(R_1 + R_2' + R_{MO}')^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

➤ Moment mở máy khi mở máy có biến trở :

$$M_{MO.BT} = \frac{3x(R_2' + R_{MO}')xU_{1f}^2 xP}{2\pi.fx|(R_1 + R_2' + R_{MO}')^2 + (X_1 + X_2')^2|}$$

Với p là số cực từ.

3) Các phương pháp mở máy động cơ Rotor lồng sóc:

➤ Mở máy khi dùng điện kháng nối tiếp vào mạch Stator:

Nếu điện áp đặt vào stator giảm K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm K lần, và Moment mở máy giảm K^2 lần.

➤ Mở máy dùng máy biến áp tự ngẫu:

Nếu điện áp đặt vào stator giảm K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm K^2 lần, và Moment mở máy giảm K^2 lần.

➤ Mở máy dùng phương pháp đổi nối sao – tam giác (chỉ áp dụng đối với đơ lúc bình thường chạy tam giác:

Khi mở máy chạy hình sao chuyển sang hoạt động ở chế độ tam giác thì :
Dòng mở máy sẽ giảm đi 3 lần, và Moment mở máy cũng giảm 3 lần.

BÀI TẬP Ví dụ

Bài 10:

Một đơ KĐB 3 pha có $2p = 6$, stator đấu hình sao, và được mắc vào lưới điện có $U_d = 220V$, $R_1 = 0,126\Omega$, $R'_2 = 0,094\Omega$, $(X_1 + X'_2) = 0,46\Omega$, $s = 0,03$,
 $\Delta P_{fe} = 874W$, $\Delta P_{comsf} = 280W$, $I_{dm} = 44,4A$.

Tính : Công suất có ích P_2 ? Công suất tiêu thụ của động cơ ? Hiệu suất ? và Moment quay của Đơ ? M_2 ? .

HD:

➤ Tổn hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{CV1} = 3xR_1xI_1^2 = 3x0,126x44,4^2 = 745(W)$$

➤ Dòng điện Rotor quy đổi về stator:

$$I'_2 = \frac{U_{1f}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{3}x\sqrt{\left(0,126 + \frac{0,094}{0,03}\right)^2 + 0,46^2}} = 38,6A$$

Với $U_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$

- Tổn hao đồng dây quấn Rotor:

$$\Delta P_{CU2} = 3xR'_2xI_2'^2 = 3x0,094x38,6^2 = 420W$$

- Công suất điện từ:

$$P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU2}}{s} = \frac{420}{0,03} = 14000(W)$$

- Công suất tiêu thụ của đơ:

$$P_1 = P_{dt} + \Delta P_{CU1} + \Delta P_{fe} = 14000 + 745 + 874 = 15619(W)$$

- Công suất có ích của động cơ:

$$P_2 = P_{dt} - \Delta P_{CU2} - \Delta P_{comsf} = 14000 - 420 - 280 = 13300(W)$$

- Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{13300}{15619} = 0,85$$

- Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = \frac{60f}{p} \cdot x(1 - s) = \frac{60x50}{3} \cdot x(1 - 0,03) = 970(v / p)$$

- Momet quay của đơ:

$$M = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2 \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{13300 \cdot 60}{3 \cdot 3,14 \cdot 970} = 131(N.m)$$

Bài 11:

Một đơơ KĐB 3 pha lồng sóc có : $P_{dm} = 14KW$, $n_{dm} = 1450$ vòng/phút ,
 $\cos \varphi_1 = 0,88$, $\eta = 0,88$. trên nhãn đơơ ghi : $Y/\Delta = 380/220(V)$, $\frac{I_{MO}}{I_{dm}} = 6$,

$\frac{M_{MO}}{M_{dm}} = 1,5$, $\frac{M_{Max}}{M_{dm}} = 2$. Đơơ đợc nối vớĩ nguồn có $U_d = 380 V$, $f = 50Hz$,

2p = 4.

Tính : a/ Công suất tiêu thụ ? công suất phản kháng của đơơ tiêu thụ ở chế độ định mức ?

b/ Hệ số trượt và M_{dm} ?

c/ $I_{mở}$? $M_{mở}$? M_{max} ?

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ của đơơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{14000}{0,88} = 15909(W)$$

➤ Dòng điện stator định mức của đơơ:

$$I_{1dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_d \cos \varphi} = \frac{15909}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,88} = 27,5A$$

➤ Công suất phản kháng của đơơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sin \varphi = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3} \times 380 \times 27,5 \times \sqrt{1 - 0,88^2} = 8597(KVAR)$$

b/

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0,03$$

➤ Momet định mức của động cơ:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2}{\frac{2\pi.n}{60}} = \frac{P_2 \cdot 60}{2\pi.n} = \frac{14000 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1450} = 92(N.m)$$

Với $\Omega = \frac{2\pi.n}{60}$ là tốc độ góc của roto.

c/

➤ Dòng điện mở máy của đơc:

$$\text{Ta có : } \frac{I_{MO}}{I_{dm}} = 6 \Rightarrow I_{MO} = 6 \cdot I_{dm} = 6 \cdot 27,5 = 165A$$

➤ Moment mở máy:

$$\text{Ta có : } \frac{M_{MO}}{M_{dm}} = 1,5 \Rightarrow M_{MO} = 1,5 \cdot M_{dm} = 1,5 \cdot 92 = 138(N.m)$$

➤ Moment max :

$$\text{Ta có : } \frac{M_{Max}}{M_{dm}} = 2 \Rightarrow M_{Max} = 2 \cdot M_{dm} = 2 \cdot 92 = 184(N.m)$$

Bài 12:

Một Đơc KĐB 3 pha roto dây quấn có : $N_1 = 190$ vòng. $N_2 = 36$ vòng, $K_{dq1} = 0,932$, $K_{dq2} = 0,95$, $f = 50H_z$, $R_1 = 0,5\Omega$, $R_2 = 0,02\Omega$, $X_1 = 2,5\Omega$, $X_2 = 0,08\Omega$. Stator của Đơc được nối hình sao và nối vào nguồn có $U_d = 380 V$, $f = 50H_z$.

Tính : Hệ số quy đổi sức điện động và dòng điện ? Điện trở mở máy $R_{Mở}$ mắc vào Rotor để moment mở máy cực đại ? Dòng điện của stator và rotor khi mở máy trực tiếp và khi có biến trở mở máy ?

HD;

➤ Hệ số quy đổi sức điện động:

$$K_e = \frac{N_1 \times K_{dq1}}{N_2 \times K_{dq2}} = \frac{190 \times 0,932}{36 \times 0,95} = 5,18$$

➤ Hệ số quy đổi dòng điện :

$$K_i = \frac{m_1 \cdot N_1 \times K_{dq1}}{m_2 \cdot N_2 \times K_{dq2}} = \frac{3 \times 190 \times 0,932}{3 \times 36 \times 0,95} = 5,18$$

➤ Điện trở Rotor quy đổi về Stator:

$$R'_2 = K_e \times K_i \times R_2 = 5,18 \times 5,18 \times 0,02 = 0,54 \Omega$$

➤ Điện kháng Rotor quy đổi về Stator:

$$X'_2 = K_e \times K_i \times X_2 = 5,18 \times 5,18 \times 0,08 = 2,15 \Omega$$

➤ Điện trở mở máy qui đổi mắc vào rotor :

Để moment mở máy bằng moment cực đại thì:

$$S_{th} = \frac{R'_2 + R'_{MO}}{X_1 + X'_2} = 1 \Rightarrow R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2 = (2,5 + 2,15) - 0,54 = 4,11 \Omega$$

➤ Điện trở mở máy chưa qui đổi mắc vào rotor :

$$\text{Ta có : } R'_{MO} = K_e \times K_i \times R_{MO} \Rightarrow R_{MO} = \frac{R'_{MO}}{K_e \times K_i} = \frac{4,11}{5,18 \times 5,18} = 0,15 \Omega$$

➤ Dòng điện Stator khi mở máy trực tiếp :

$$I_{1moTT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0,5 + 0,54)^2 + (2,5 + 2,15)^2}} = 46 \text{ A}$$

$$\text{Với } U_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

➤ Dòng điện Rotor khi mở máy trực tiếp:

$$\text{Ta có : } K_i = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_{2moTT} = K_i \times I_{1moTT} = 5,18 \times 46 = 238,3 \text{ A}$$

$$\text{Với : } I_1 = I'_2 = I_{1moTT}$$

➤ Dòng điện Stator khi mở máy có biến trở :

$$I_{1moBT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_{MO})^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0,5 + 0,54 + 4,11)^2 + (2,5 + 2,15)^2}} = 31,7A$$

$$\text{Với } U_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

➤ Dòng điện Rotor khi mở máy có điện trở mở máy:

$$\text{Ta có : } K_i = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_{2moBT} = K_i \times I_{1moBT} = 5,18 \times 31,7 = 164,2A$$

$$\text{Với : } I_1 = I'_2 = I_{1moBT}$$

Bài 13:

Một Đơơ KĐB 3 pha Rotor lồng sóc khi mở máy trực tiếp có :

$$I_{moTT} = 135 A , M_{moTT} = 112,5 N.m .$$

Hãy tính toán cho các phương pháp mở máy sau:

a/ Dùng máy biến áp tự ngẫu để giảm dòng I_{moTT} xuống còn 2,25 lần , thì hệ số máy biến áp K_{BA} ? Và xác định moment cản tối đa ? Để Đơơ có thể mở máy được.

b/ Nếu dung cuộn cảm mắc nối tiếp vào phía Stator để điện áp đặt vào giảm 20 % so với định mức. Tính I_{mo} ? M_{mo} ? . Xác định moment cản lúc mở máy để Đơơ có thể mở máy bằng phương pháp này?

HD:

a/ Mở máy dùng MBA tự ngẫu :

Theo lý thuyết máy điện thì khi mở máy bằng MBA tự ngẫu : Nếu điện áp đặt vào stator giảm đi K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm đi K^2 lần, và moment cũng giảm đi K^2 lần.

$$\text{Do vậy theo đề bài ta có: } K^2 = 2,25 \Rightarrow K_{BA} = \sqrt{2,25} = 1,5$$

➤ Dòng điện mở máy khi dùng MBA tự ngẫu:

$$I_{moBA} = \frac{I_{moTT}}{K^2} = \frac{135}{2,25} = 60A$$

- Moment mở máy khi dùng MBA tự ngẫu:

$$M_{moBA} = \frac{M_{moTT}}{K^2} = \frac{112,5}{2,25} = 50(N.m)$$

- Để đơ có thể mở máy được khi dùng MBA tự ngẫu với ($K_{BA} = 1,5$) thì moment cản tối đa của Đơ phải thỏa mãn điều kiện sau :

$$M_C = M_2 \leq 50(N.m)$$

b/ Khi dùng cuộn cảm kháng với $U_{mo} = 80\% U_{dm}$:

Theo lý thuyết máy điện thì khi mở máy bằng cuộn kháng : Nếu điện áp đặt vào stator giảm đi K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm đi K lần, và moment giảm đi K^2 lần.

Ta có :
$$I_{mo} = \frac{U_{1f} \times 0,8}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}} (A)$$

- dòng điện mở máy khi $U_{mo} = 80\% U_{dm}$:

$$I_{mo} = K \times I_{moTT} = 0,8 \times 135 = 108A$$

- moment mở máy khi $U_{mo} = 80\% U_{dm}$:

$$M_{mo} = K^2 \times M_{moTT} = 0,8^2 \times 112,5 = 72(N.m)$$

- Để đơ có thể mở máy được khi dùng cuộn cảm kháng để mở máy với $U_{mo} = 80\% U_{dm}$. thì moment cản tối đa của Đơ phải thỏa mãn điều kiện sau :

$$M_C = M_2 \leq 72(N.m)$$

Bài 14:

Một đơ KĐB 3 pha lồng sóc có : $P_{dm} = 14KW$, $\cos \varphi_1 = 0,88$, $\eta = 0,88$.
 trên nhãn đơ ghi : $Y/\Delta = 380/220(V)$. Đơ được nối với nguồn có $U_d = 220 V$,
 $f = 50Hz$.

Tính : a/ Công suất tiêu thụ của Đơ P_1 ? Công suất phản kháng Q ? Dòng điện định mức I_{dm} ?

b/ Tính I_{m0} ? và M_{m0} ? bằng phương pháp đổi nối sao – tam giác ($Y - \Delta$) . Đơ có thể mở máy được không ? khi $M_{cán} = 0,5 M_{dm}$.

Biết: $n = 1450$ vòng/phút, $I_{m0TT} = 6xI_{dm}$, $M_{m0TT} = 1,5xM_{dm}$.

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ của đơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{14000}{0,88} = 15909(W)$$

➤ Dòng điện stator định mức của đơ:

$$I_{1dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3}xU_d x \cos \varphi} = \frac{15909}{\sqrt{3}x220x0,88} = 47,5A$$

➤ Công suất phản kháng của đơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}xU_d x I_{1d} x \sin \varphi = \sqrt{3}xU_d x I_{1d} x \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3}x220x47,5x\sqrt{1 - 0,88^2} = 8597(KVAR)$$

b/

➤ Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$\text{Ta có : } I_{m0TT} = 6xI_{dm} = 6x47,5 = 285A$$

➤ Momet định mức của đơ:

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\Omega} = \frac{P_2 x 60}{2\pi.n} = \frac{14000x60}{3x3,14x1450} = 92(N.m)$$

- Moment mở máy trực tiếp :

$$\text{Ta có : } M_{moTT} = 1,5xM_{dm} = 1,5x92 = 138(N.m)$$

- Dòng điện mở máy khi mở máy bằng phương pháp đổi nối (Y – Δ) :

$$\text{Ta có : } I_{moY/\Delta} = \frac{I_{moTT}}{3} = \frac{285}{3} = 95(A)$$

- moment mở máy khi mở máy bằng phương pháp đổi nối (Y – Δ) :

$$\text{Ta có : } M_{moY/\Delta} = \frac{M_{moTT}}{3} = \frac{138}{3} = 46(N.m)$$

- moment cản của Đơơ :

$$\text{Ta có : } M_{cản} = 0,5 M_{dm} = 0,5x92 = 64 (N.m)$$

Vậy đơơ có thể mở máy được khi mở máy bằng phương pháp đổi nối (Y – Δ),

$$\text{Với : } M_{CAN} = 0,5M_{dm} = M_{moY/\Delta} = 46(N.m)$$

V. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA :

1) Bài toán về tốc độ và điện trở điều chỉnh:

- Moment cản không đổi , dẫn đến Moment điện từ không đổi . Do đó $\frac{R_2'}{S}$ không đổi , hoặc $\frac{R_2}{S}$ là không đổi.

$$\text{Vậy ta có : } \frac{R_2}{S_{dm}} = \frac{R_2 + R_{DC}}{S_{nt}} \quad (1)$$

- Với bài toán tìm tốc độ của đơơ khi có thêm R_{DC} :

Từ (1) ta tính được hệ số trượt nhân tạo khi có thêm R_{DC} :

$$S_{nt} = \frac{S_{dm}x(R_2 + R_{DC})}{R_2}$$

Vậy tốc độ cần tìm là : $n_{nt} = n_1 x (1 - S_{nt}) = \frac{60xf}{P} x (1 - S_{nt})$

➤ Với bài toán cho tốc độ nhân tạo (khác tốc độ định mức) , Tìm điện trở điều chỉnh R_{DC} ?

Từ (1) ta tính được điện trở điều chỉnh như sau:

$$R_{DC} = \frac{R_2 x S_{nt}}{S_{dm}} - R_2$$

Với hệ số trượt nhân tạo : $S_{nt} = \frac{n_1 - n_{nt}}{n_1}$

Hệ số trượt định mức : $S_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1}$

2) Bài toán tính hiệu suất của đơơ khi có thêm R_{DC} :

Vì $\frac{R'_2}{S}$ không đổi nên I_1 và P_1 sẽ không thay đổi , vì moment cản không

đổi nên công suất đầu ra của đơơ $P_2 = \Omega x M_2 = \frac{2\pi.n.xM_2}{60}$ tỉ lệ thuận với tốc độ . Từ 2 nhận xét trên ta có :

$$\frac{\eta_{nt}}{\eta_{dm}} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \quad (2)$$

Từ (2) ta tìm được hiệu suất nhân tạo của đơơ khi có thêm R_{DC} :

$$\frac{\eta_{nt}}{\eta_{dm}} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \Rightarrow \eta_{nt} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} x \eta_{dm}$$

BÀI TẬP VÍ DỤ

Bài 15:

Một Đơơ KĐB 3 pha rotor dây quấn có $2p = 6$, $R_2 = 0,0278\Omega$, $\eta_{dm} = 0,885$, $n = 970(v/p)$.

Tính điện trở mắc thêm vào Rotor để tốc độ đơơ giảm xuống còn 700 v/p, và hiệu suất lúc ấy ? Cho biết moment cản tải M_C không phụ thuộc vào tốc độ)

HD:

➤ Tốc độ quay của từ trường (tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 (\text{vòng / phút})$$

➤ Hệ số trượt định mức của đơ:

$$s_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$$

- Hệ số trượt nhân tạo khi có thêm R_f vào để $n_{nt} = 700$ v/p:

$$s_{nt} = \frac{n_1 - n_{nt}}{n_1} = \frac{1000 - 700}{1000} = 0,3$$

- Theo đề bài moment tải không phụ thuộc vào tốc độ \Rightarrow moment điện từ không đổi. Do đó $\Rightarrow \frac{R'_2}{s}$ không đổi, hoặc $\frac{R_2}{s}$ không đổi.

Vậy ta có:
$$\frac{R_2}{s_{dm}} = \frac{R_2 + R_f}{s_{nt}}$$

\Rightarrow Điện trở phụ cần thêm vào Rotor:

$$R_f = \frac{R_2 \times s_{nt}}{s_{dm}} - R_2 = \frac{0,0278 \times 0,3}{0,03} - 0,0278 = 0,25\Omega$$

- Vì $\frac{R'_2}{s}$ không đổi nên I_1 và P_1 không đổi, moment cản không đổi nên

$$P_2 = \Omega \times M_2 = \frac{M_2 \times 2\pi \cdot n}{60} \text{ tỉ lệ thuận với tốc độ}$$

Vậy ta có:
$$\frac{\eta_{dm}}{\eta_{nt}} = \frac{n_{dm}}{n_{nt}} \Rightarrow \eta_{nt} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \times \eta_{dm} = \frac{700}{790} \times 0,885 = 0,64$$

Bài 16:

Một Đơơ KĐB 3 pha rotor dây quấn, Stator và Rotor nối hình sao. Có: $2p = 4$, $R_2 = 0,0172\Omega$, $\eta_{dm} = 0,91$, $n_{dm} = 1448$ (v/p), $P_{dm} = 55$ KW, $\cos \varphi_1 = 0,876$, động cơ được nối vào nguồn có: $U_d = 380$ V, $f = 50$ Hz.

Tính: a/ Dòng điện định mức? công suất tiêu thụ? công suất phản kháng?

b/ nối $R_f = 0,155\Omega$ vào rotor để giảm tốc độ, tính $n_{dm} = ?$, $\eta_{dm} = ?$ khi mắc R_f vào. cho biết M_C không đổi.

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ của đơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{5500}{0,91} = 60439(W)$$

➤ Dòng điện stator định mức của đơ:

$$I_{1dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_d \cos \varphi} = \frac{60493}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,876} = 104,8A$$

➤ Công suất phản kháng của đơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sin \varphi = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3} \times 380 \times 104,8 \times \sqrt{1 - 0,876^2} = 33268(KVAR)$$

b/

➤ Tốc độ quay của từ trường (tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong} / \text{phut})$$

➤ Hệ số trượt định mức của đơ:

$$s_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1} = \frac{1500 - 1448}{1500} = 0,035$$

➤ Theo đề bài moment cản tải không phụ thuộc vào tốc độ \Rightarrow moment điện từ không đổi . Do đó $\Rightarrow \frac{R'_2}{s}$ không đổi , hoặc $\frac{R_2}{s}$ không đổi.

$$\text{Vậy ta có : } \frac{R_2}{s_{dm}} = \frac{R_2 + R_f}{s_{nt}}$$

\Rightarrow Hệ số trượt nhân tạo lúc mắc thêm R_f vào mạch rotor :

$$s_{nt} = \frac{(R_2 + R_f)}{s_{dm}} \times R_2 = \frac{(0,0127 + 0,0155)}{0,0127} \times 0,035 = 0,35$$

➤ Tốc độ của đơ khi mắc thêm R_f vào mạch rotor:

$$n_{nt} = n_1 \times (1 - s_{nt}) = 1500 \times (1 - 0,35) = 975(v / p)$$

- Vì $\frac{R'_2}{s}$ không đổi nên I_1 và P_1 không đổi, moment cản không đổi nên

$$P_2 = \Omega \times M_2 = \frac{M_2 \times 2\pi \cdot n}{60} \text{ tỉ lệ thuận với tốc độ}$$

$$\text{Vậy ta có: } \frac{\eta_{dm}}{\eta_{nt}} = \frac{n_{dm}}{n_{nt}} \Rightarrow \eta_{nt} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \times \eta_{dm} = \frac{975}{1448} \times 0,91 = 0,613$$

Bài 18:

Một Đơơ KĐB 3 pha roto dây quấn có : $R_1 = 0,42\Omega$, $R_2 = 0,025\Omega$,
 $X_1 = 2,18\Omega$, $X_2 = 0,085\Omega$. $K_e = K_i = 5$, Stator của Đơơ được nối hình tam giác và nối vào nguồn có $U_d = 220 \text{ V}$, $f = 50\text{Hz}$.

1/ Để moment mở máy cực đại thì cần mắc thêm điện trở phụ (điện trở mở máy) vào mạch roto là bao nhiêu ?

2/ Tính dòng điện dây của stato và roto lúc mở máy trong 2 trường hợp sau:

a/ Mở máy khi có biến trở ?

b/ Mở máy trực tiếp ?

HD:

1/

- Để moment mở máy cực đại thì hệ số trượt tới hạn phải bằng 1, có nghĩa là:

$$S_{th} = \frac{R'_2 + R'_{MO}}{X_1 + X'_2} = 1 \Rightarrow R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2$$

- Điện trở roto quy đổi về stato :

$$R'_2 = K_e \times K_i \times R_2 = 5 \times 5 \times 0,025 = 0,625.\Omega$$

- Điện kháng roto quy đổi về stato :

$$X'_2 = K_e \times K_i \times X_2 = 5 \times 5 \times 0,085 = 2,125.\Omega$$

- Điện trở mở máy quy đổi cần mắc vào roto để moment mở máy cực đại là :

$$R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2 = (2,18 + 2,125) - 0,625 = 3,68.\Omega$$

- Điện trở mở máy chưa quy đổi về stato :

Ta có:

$$R'_{mo} = K_e \cdot x K_i \cdot x R_{mo} \Rightarrow R_{mo} = \frac{R'_{mo}}{K_e \cdot x K_i} = \frac{3,68}{25} = 0,147. \Omega$$

2.a/ Mở máy có biến trở :

➤ Dòng điện pha mở máy của stato khi mở máy có biến trở:
 Vì stato được đấu tam giác nên : $U_f = U_d = 220.V$

$$I_{1f.moBT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_{MO})^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{(0,42 + 0,625 + 3,68)^2 + (2,18 + 2,125)^2}} = 34,42A$$

➤ Dòng điện dây mở máy của stato khi mở máy có biến trở :
 Vì stato được đấu tam giác nên ta có:

$$I_{1d.moBT} = \sqrt{3} \cdot I_{1f.moBT} = \sqrt{3} \cdot 34,42 = 59,6.A$$

➤ Dòng điện roto khi mở máy có biến trở:

$$\text{Ta có: } K_i = \frac{I_{2.moBT}}{I_{1d.moBT}} \Rightarrow I_{2.moBT} = K_i \cdot x I_{1d.moBT} = 5 \cdot 59,6 = 298.A$$

2.b/ Mở máy trực tiếp:

➤ Dòng điện pha mở máy của stato khi mở máy trực tiếp:
 Vì stato được đấu tam giác nên : $U_f = U_d = 220.V$

$$I_{1f.moTT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{(0,42 + 0,625)^2 + (2,18 + 2,125)^2}} = 49,7A$$

➤ Dòng điện dây mở máy của stato khi mở máy trực tiếp :
 Vì stato được đấu tam giác nên ta có:

$$I_{1d.moTT} = \sqrt{3} \cdot I_{1f.moTT} = \sqrt{3} \cdot 49,7 = 86.A$$

➤ Dòng điện roto khi mở máy trực tiếp:

$$\text{Ta có: } K_i = \frac{I_{2.moTT}}{I_{1d.moTT}} \Rightarrow I_{2.moTT} = K_i \cdot x I_{1d.moTT} = 5 \cdot 86 = 430.A$$

PHẦN II : MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Bài 18:

Một máy phát điện đồng bộ 3 pha đấu hình sao có: $S_{dm} = 2000.KVA$,
 $U_{dm} = 2,3 KV$, $R_U = 0,0425\Omega$, mạch kích từ tiêu thụ từ nguồn $U_{KT} = 220V$,
 $I_{KT} = 35A$, $\Delta P_{fe} = 41,2KW$, $\Delta P_{cos\phi} = 22,8KW$.

Tính : Tổng tổn hao $\Delta P = ?$, và hiệu suất của máy phát ? Biết $cos\phi = 0,8$

HD:

➤ Dòng điện định mức:

$$I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{dm}} = \frac{2000}{\sqrt{3}x2,3} = 502A$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = U_{KT}xI_{KT} = 220x35 = 7700W$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn phản ứng:

$$\Delta P_{CUU} = 3xR_U x I_{dm}^2 = 3x0,0425x502^2 = 32131(W)$$

➤ Tổng tổn hao công suất :

$$\Delta P = \Delta P_{cos\phi} + \Delta P_{KT} + \Delta P_{fe} + \Delta P_{CUU} = 228000 + 7700 + 41200 + 32131 = 103831.(W)$$

➤ Hiệu suất của máy phát:

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{S_{dm}x\cos\phi}{S_{dm}x\cos\phi + \Delta P} = \frac{2000x10^3 x0,8}{2000x10^3 x0,8 + 103831} = 0,94$$

Bài 19:

Trên nhãn một máy phát ghi : $S_{dm} = 108.MVA$, $U_{dm} = 13,8 KV$, máy phát đấu hình sao , $f = 60Hz$, $n_{dm} = 1200 (v/p)$.

Tính : P_{dm} ? I_{dm} ? Công suất kéo máy phát P_1 ? Moment kéo máy phát M_1 ?
? Biết $\eta = 0,97$, $\cos\varphi = 1$

HD:

➤ Công suất tác dụng định mức của máy phát:

$$P_{dm} = S_{dm} \times \cos\varphi = 108.MW$$

➤ Dòng điện định mức của máy phát:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{dm} \times \cos\varphi} = \frac{108 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 13800} = 4518,4A$$

➤ Công suất kéo của máy phát:

$$\text{Ta có : } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{108}{0,97} = 111,34.MW$$

➤ Moment kéo của máy phát :

$$M_1 = \frac{P_1}{\Omega} = \frac{P_1 \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{111,24 \times 10^6 \times 60}{3 \times 3,14 \times 1200} = 0,886 \times 10^6 (N.m)$$

Bài 20:

Một máy phát điện đồng bộ cung cấp cho hệ tiêu thụ có : $S_{dm} = 2500 + j 3000 KVA$. $U_{dm} = 6,3 KV$

a/ Xác định tổng tổn hao trên đường dây và trong máy phát ? và hệ số $\cos\varphi = ?$ Biết điện trở của đường dây $R_d = 0,15\Omega$, $R_U = 0,045\Omega$.

b/ Nếu đặt thêm vào một máy bù đồng bộ với : $S_{BU} = 30 - j 3000 KVA$, thì tổng tổn hao $\Delta P' = ?$, Biết $\cos\varphi' = 1$. Tính công suất phản kháng lúc có bù?

DH:

a/

➤ Công suất biểu kiến của máy phát:

$$S = 2500 + j300 \Leftrightarrow S = P + jQ$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2500^2 + 3000^2} = 3905.KVA$$

➤ Dòng điện định mức cấp cho tải khi chưa có bù:

$$I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{dm}} = \frac{3905}{\sqrt{3}x6,3} = 358A$$

➤ Hệ số công suất khi chưa bù:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{2500}{3905} = 0,64$$

➤ Tổng tổn hao của dây đồng :

$$\Delta P = 3xI_{dm}^2 x(R_d + R_U) = 3x358^2 x(0,15 + 0,045) = 74,976.KW$$

b/

➤ Tổng công suất biểu kiến khi có bù:

$$S' = S + S_{BU} = 2500 + j3000 + 30 - j3000 = 2530.KVA$$

➤ Dòng điện khi có bù:

$$I' = \frac{S'}{\sqrt{3}xU_{dm}} = \frac{2530}{\sqrt{3}x6,3} = 232A$$

➤ Tổng tổn hao của dây đồng khi có bù :

$$\Delta P = 3xI'^2 x(R_d + R_U) = 3x232^2 x(0,15 + 0,045) = 74,976.KW$$

➤ Công suất phản kháng khi có bù với $\cos\varphi' = 1$

$$Q_1 = \sqrt{3}xU_d xI' x\sin\varphi' = 0$$

Với $\cos\varphi' = 1 \Rightarrow \sin\varphi' = 0$

Bài 21:

Hai máy phát điện đồng bộ làm việc song song cung cấp cho 2 tải :

Tải 1 có : $S_{T1} = 5000.KVA$, $\cos\varphi_{T1} = 0,8$

Tải 2 có : $S_{T2} = 3000.KVA$, $\cos\varphi_{T2} = 1$. Máy phát 1 cung cấp:

$P_{f1} = 4000.KW$, $Q_{f1} = 2500.KVAR$. Tính : $P_{f2} = ?$, $Q_{f2} = ?$,

$\cos\varphi_{f1} = ?$ $\cos\varphi_{f2} = ?$

HD:

➤ Tổng công suất tác dụng của 2 tải:

$$\sum P_T = P_{T1} + P_{T2} = S_{T1} \times \cos\varphi_{T1} + S_{T2} \times \cos\varphi_{T2} = 5000 \times 0,8 + 3000 \times 1 = 7000.KW$$

➤ Công suất tác dụng của máy phát 2 :

$$P_f = \sum P_T - P_{f1} = 7000 - 4000 = 3000.KW$$

➤ Tổng công suất khả kháng của 2 tải:

$$\sum Q_T = Q_{T1} + Q_{T2} = S_{T1} \times \sin\varphi_{T1} + S_{T2} \times \sin\varphi_{T2} = 5000 \times \sqrt{1 - 0,8^2} + 3000 \times 0 = 3000.KVAR$$

➤ Công suất tác phản kháng của máy phát 2 :

$$Q_f = \sum Q_T - Q_{f1} = 3000 - 2500 = 500.KVAR$$

➤ Hệ số công suất của máy phát 1:

$$\cos\varphi_{f1} = \frac{P_{f1}}{S_{f1}} = \frac{P_{f1}}{\sqrt{P_{f1}^2 + Q_{f1}^2}} = \frac{4000}{\sqrt{4000^2 + 2500^2}} = 0,848$$

➤ Hệ số công suất của máy phát 2:

$$\cos\varphi_{f2} = \frac{P_{f2}}{S_{f2}} = \frac{P_{f2}}{\sqrt{P_{f2}^2 + Q_{f2}^2}} = \frac{3000}{\sqrt{3000^2 + 500^2}} = 0,986$$

Bài 22:

Một Đơơ đồng bộ 3 pha đầu tam giác có các số liệu sau: $U_{1dm} = 415V$, $2p = 8$, $R_U = 0,5\Omega$, $\Delta P_{C\text{omsf.KT}} = 2000.W$, $\cos \varphi = 0,7$, $f = 50H_z$, dòng điện pha phản ứng $I_{Uf} = 35,5A$.

Tính : Dòng điện dây phản ứng? P_1 ? ΔP ? η ? M_2 = ?

HD:

➤ Dòng điện dây của phản ứng:

$$I_{Ud} = \sqrt{3}xI_{Uf} = \sqrt{3}x35,5 = 61,5.A$$

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xCos\varphi_1 = \sqrt{3}x415x61,5x0,7 = 30944,4.(W)$$

➤ Tổng hao đồng dây quấn phản ứng:

$$\Delta P_{CUU} = 3xR_U xI_{Uf}^2 = 3x0,5x35,5^2 = 1890.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{C\text{omsf.KT}} + \Delta P_{CU.U} = 2000 + 1890 = 3890.W$$

➤ Công suất cơ (công suất định mức của Đơơ):

$$P_2 = P_{dm} = P_1 - \Delta P = 30944,4 - 3890 = 27054,4.W$$

➤ Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{27054,4}{30944,4} = 0,87$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = \frac{60f}{p} = \frac{60x50}{4} = 750(v/p)$$

➤ Momet quay của đơơ:

$$M = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2 x 60}{2\pi.n} = \frac{27054,4x60}{3x3,14x750} = 344,6.(N.m)$$

Bài 23:

Một đơ điện đồng bộ 3 pha đấu hình sao có các số liệu sau: $P_{dm} = 575$ KW, $U_{dm} = 6000$ V, $2p = 6$, $\cos \varphi = 1$, $f = 50$ Hz, $\eta = 0,95$.

Tính : a/ Moment quay của động cơ ? Dòng điện định mức ?

b/ Nếu moment cản chỉ đặt 75 % M_{dm} thì công suất phản kháng tối đa của Đơ có thể bù cho mạng là bao nhiêu ? Muốn đặt được điều đó phải làm như thế nào?

HD:

a/

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ (v / p)}$$

➤ Momet quay của đơ:

$$M = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2 \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{575000 \times 60}{3 \times 3,14 \times 1000} = 5493,6 \text{ (N.m)}$$

➤ Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{575}{0,95} = 605 \text{ KW}$$

➤ Dòng điện định mức của Đơ:

$$I_{dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U_{dm} \times \cos \varphi} = \frac{605 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6000 \times 1} = 58,2 \text{ A}$$

b/

➤ Tổng tổn hao :

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 605 - 575 = 30 \text{ KW}$$

➤ Công suất cơ khi moment cản $M_{Can} = 0,75 \cdot M_{dm}$:

$$P'_2 = 0,75 \times P_{dm} = 0,75 \times 575 = 431 \text{ KW}$$

➤ Công suất điện tiêu thụ lúc moment cản giảm còn 75%:

$$P'_1 = \Delta P + P'_2 = 431 + 30 = 461 \text{ KW}$$

- Công suất biểu kiến:

$$S_{dm} = \sqrt{3}xU_d x I_d = \sqrt{3}x6000x58,2 = 605.KVA$$

- Công suất phản kháng khi moment cản giảm còn 75%:

$$Q = \sqrt{S_{dm}^2 - P_1'^2} = \sqrt{605^2 - 461^2} = 391,8.KVAR$$

Kết luận: Muốn tăng công suất phản kháng thì phải tăng dòng điện kích từ của đơ.

Bài 24:

Một nhà máy điện tiêu thụ công suất điện $P_t = 700KW$, với $\cos \varphi_t = 0,7$. Nhà máy có thêm 1 tải cơ với $P_{co} = 100KW$. Để kéo và kết hợp với nâng cao $\cos \varphi_t$, người ta chọn 1 Đơ đồng bộ có hiệu suất $\eta = 0,88$. Xác định công suất biểu kiến của đơ S_{dm} ? để nâng hệ số công suất của nhà máy đạt $\cos \varphi = 0,8$.

HD:

- Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{100}{0,88} = 113,6.KW$$

- Tổng công suất tiêu thụ của nhà máy:

$$\Sigma P = P_t + P_1 = 700 + 113,6 = 813,6.KW$$

- Công suất phản kháng trước khi có bù:

$$Q_t = P_t x \operatorname{Tg} \varphi_t = P_t x \operatorname{Tg} 45,57^\circ = 700 x 1,02 = 714.KVAR$$

- Công suất phản kháng của nhà máy khi có đơ bù:

$$\Sigma Q = \Sigma P x \operatorname{Tg} \varphi' = 813,6 x \operatorname{Tg} 36,87^\circ = 813,6 x 0,75 = 610,2.KVAR$$

- Công suất phản kháng của đơ bù:

$$Q_{DCBU} = \Sigma Q - Q_t = 610,2 - 714 = -103,8.KVAR$$

Dấu “ – “ chứng tỏ Đơ phát công suất phản kháng .

➤ Công suất biểu kiến của Đơ:

$$S_{DCBU} = \sqrt{P^2_1 + Q^2_{DCNBU}} = \sqrt{113,6^2 + (-103,8)^2} = 154.KVA$$

Vậy cần phải chọn Đơ bù có dung lượng định mức $S_{dm} \geq 154.KVA$

+++++

PHẦN III : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

LÝ THUYẾT VỀ MÁY ĐIỆN 1 CHIỀU

1) SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG :

$$E_U = \frac{Nxe}{2a} = \frac{N}{2.a} xBLV$$

$$V = \frac{\pi.D.n}{60} \quad \text{tốc độ dài}$$

$$D = \frac{2.P.\tau}{\pi} \quad \text{đường kính ngoài phần ứng}$$

$$\tau = \frac{\pi.D}{2.P} \quad \text{Bước cực từ}$$

$$\phi = \frac{\pi.D.L}{2.P} xB \Rightarrow B = \frac{2.P}{\pi.D.L} x\phi$$

$$\Rightarrow E_U = \frac{N}{2.a} x \frac{2.P\phi}{\pi.D.L} x \frac{L.\pi.D.n}{60} = \frac{N.P}{60.a} x\phi n$$

Đặt $K_E = \frac{N.P}{60.a}$ Được gọi là hệ số phụ thuộc cấu tạo dây quấn phản ứng. với: N là số thanh dẫn, a : số mạch nhánh //, p : là số đôi cực

Vậy ta có : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot \omega$

❖ SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG VÀ DÒNG ĐIỆN PHẦN ỨNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN DC:

➤ Sức điện động phần ứng :

Ta có : $U = E_U - I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot R_U$

➤ Dòng điện phần ứng :

Ta có : $I_U = I + I_{KT}$

➤ Chú ý về dòng điện phần ứng và dòng kích từ đối với mỗi loại phát phát:

- Đối với máy phát kích từ // và kích từ hỗn hợp:

$$I_U = I + I_{KT}, U_{dm} = U_{KT}$$

- Đối với máy phát kích từ nối tiếp và kích từ độc lập:

$$I_U = I = I_{KT}, U_{dm} = U_{KT} = I_{KT} \cdot (R_{KT} + R_{DC})$$

❖ SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG VÀ DÒNG ĐIỆN PHẦN ỨNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN DC:

➤ Sức điện động phần ứng :

Ta có : $U = E_U + I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U - I_U \cdot R_U$

➤ Dòng điện phần ứng :

Ta có : $I_U = I - I_{KT}$

2) CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ - MOMENT ĐIỆN TỪ:

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = E_U \cdot xI_U = K_E \cdot \phi \cdot n \cdot I_U$$

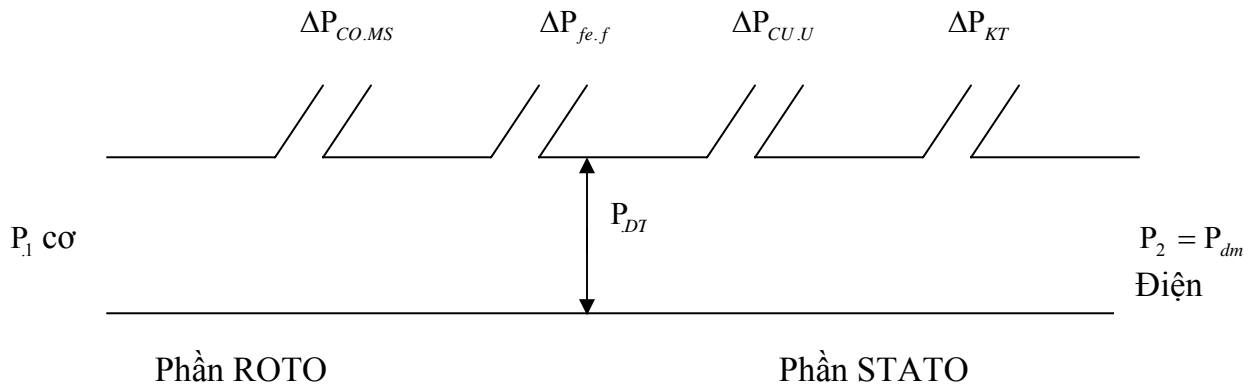
➤ Moment điện từ :

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega} = \frac{N \cdot P}{2\pi \cdot a} \cdot x\phi \cdot I_U = K_M \cdot \phi \cdot xI_U$$

Với $K_M = \frac{N \cdot P}{2\pi \cdot a}$ là hệ số phụ thuộc và cấu tạo dây quấn.

3) QUÁ TRÌNH NĂNG LƯỢNG MÁY ĐIỆN DC:

a) Máy phát điện DC:



➤ Công suất cơ kéo máy phát :

$$P_1 = \Omega xM_1 = \Delta P_{co.ms.} + \Delta P_{fe.f} + P_{dt}$$

➤ Công suất định mức của máy phát (công suất điện):

$$P_{dm} = P_2 = U_{dm} \cdot xI_{dm}$$

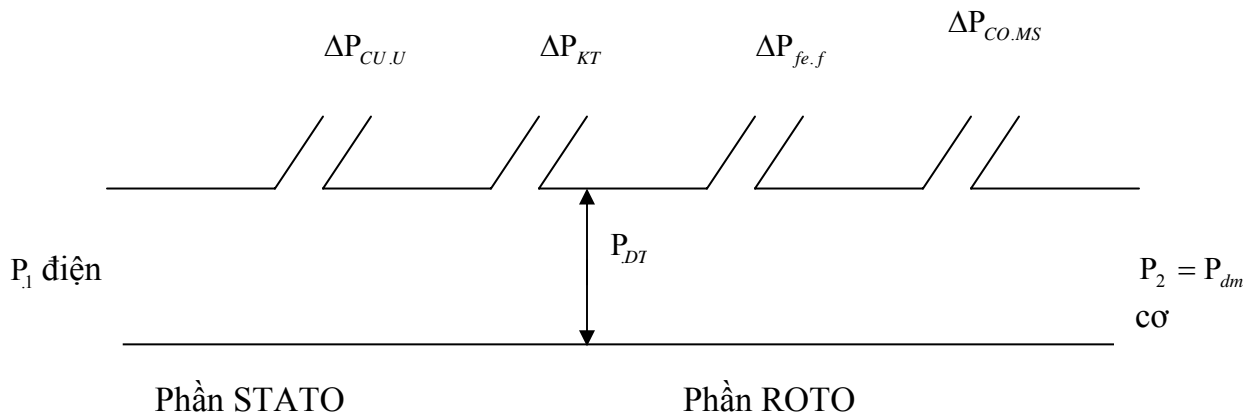
- Tổng hao đồng dây quấn phần ứng :

$$\Delta P_{CU.U} = R_U \cdot x I_U^2$$

- Tổng hao đồng dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{CU.U} = R_{KT} \cdot x I_{KT}^2 = U_{KT} \cdot x I_{KT}$$

b) Động cơ điện DC:



- Công suất cơ có ích của động cơ (công suất định mức):

$$P_2 = \Omega x M_2 = P_{dt} - \Delta P_{co.ms.} - \Delta P_{fe.f}$$

- Công suất điện tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = U_{dm} \cdot x I_{dm} = U x (I_U + I_{KT})$$

- Công suất mạch phần ứng :

$$P_{P.U} = I_U \cdot x U = P_{dt} + \Delta P_{CU.U}$$

4) MỞ MÁY ĐỘNG CƠ ĐIỆN DC:

Các biện pháp mở máy :

- Mở máy trực tiếp :

$$\text{Ta có } I_{U.MO} = \frac{U}{R_U}$$

- Mở máy dùng điện trở mắc nối tiếp vào mạch phần ứng:

$$\text{Ta có : } I_{U.MO} = \frac{U}{R_U + R_{MO}}$$

- Mở máy bằng cách giảm điện áp

5) ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ DC:

$$\text{Ta có : } n = \frac{U - R_U \cdot I_U}{K_E \cdot \phi}$$

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ của động cơ DC:

- Mắc nối tiếp thêm điện trở phụ vào mạch phần ứng
- Thay đổi điện áp
- Thay đổi dòng kích từ.

- Lúc định mức :

$$\text{Ta có : } E_U = U - R_U \cdot I_U \quad (1)$$

- Lúc có R_f :

$$E'_U = U - (R_U + R_f) \cdot I_U \quad (2)$$

Vì từ thông không đổi , sức điện động phần ứng : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot n$ tỉ lệ thuận với tốc độ .

$$\text{Từ (1) và (2) ta có : } \frac{E_U}{E'_U} = \frac{U - R_U \cdot I_U}{U - I_U \cdot (R_U + R_f)} = \frac{n}{n'} \quad (3)$$

- Từ (3) ta có 2 bài toán :

Cho R_f tìm tốc độ nhân tạo n_{nt} ?
Cho tốc độ nhân tạo n_{nt} tìm R_f ?

6) BÀI TOÁN VỀ TỈ LỆ MOMENT CỦA ĐCƠ DC:

Tính : $\frac{M'}{M_{dm}} = ?$

Lập luận : Vì từ thông không đổi ta có : $M = K_M \cdot \phi I_U$ tỉ lệ thuận với dòng điện phần ứng .

➤ Lúc định mức ta có :

$$I_{U.dm} = I - I_{KT}$$

➤ Lúc nhân tạo ta có :

$$I'_U = I' - I_{KT}$$

Vậy ta có tỉ số : $\frac{M'}{M_{dm}} = \frac{I'_U}{I_{U.dm}}$

BÀI TẬP Ví dụ

Bài 25:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau :

$$P_{dm} = 25.KW, U_{dm} = 115V, R_{KT//} = 12,5\Omega, R_U = 0,0238\Omega,$$

$$a = 2, p = 2, N = 3000, n = 1300.(v/p).$$

a/ Xác định: E_U ? , ϕ = ?

b/ Giả sử dòng điện I_{KT} không đổi , bỏ qua phản ứng phần ứng . Hãy xác định điện áp đầu cực của máy phát khi giảm dòng điện xuống còn $I = 80,8.A$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức của máy phát:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{25000}{115} = 217,4.A$$

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT}} = \frac{115}{12,5} = 9,2.A$$

➤ Dòng điện phần ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I + I_{KT} = 217,4 + 9,2 = 226,6.A$$

➤ Sức điện động phần ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U \cdot xR_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot xR_U = 115 + 226,6 \cdot 0,0238 = 120,4.V$$

➤ Từ thông của máy phát :

$$\text{Ta có : } E_U = \frac{N \cdot P}{60 \cdot x a} \cdot x n \cdot \phi \Rightarrow \phi = \frac{60 \cdot a}{N \cdot P \cdot n} \cdot x E_U = \frac{60 \cdot 2 \cdot 120,4}{300 \cdot 2 \cdot 1300} = 0,0185.Wb$$

b/

➤ Dòng điện phần ứng khi dòng điện giảm xuống còn $I' = 80,8.A$:

$$I'_U = I' + I_{KT} = 80,8 + 9,2 = 90.A$$

➤ Điện áp đầu cực của máy phát lúc đó :

$$U' = E_U - I'_U \cdot xR_U = 120,4 - 90 \cdot 0,0238 = 118,3.V$$

Bài 26:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 115V$, $R_{KT//} = 19\Omega$, $R_U = 0,0735\Omega$, cung cấp dòng điện tải $I_t = 98,3.A$ cho tải $\Delta P_{Co.fe.f} = 4\% \cdot P_{dm}$.

a/ Xác định: E_U ? , $\eta = ?$ ở chế độ tải trên.

b/ Tính dòng điện ngắn mạch khi ngắn mạch 2 đầu cực của máy phát? Cho biết từ thông dư bằng 3% từ thông của máy phát ở chế độ tải trên, và tốc độ của máy không đổi.

HD:

a/

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT}} = \frac{115}{19} = 6,05.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I_t + I_{KT} = 98,3 + 6,05 = 104,35.A$$

➤ Sức điện động phản ứng :

$$\text{Ta có: } U = E_U - I_U \cdot xR_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot xR_U = 115 + 104,35 \cdot 0,0735 = 122,67.V$$

➤ Công suất định mức của máy phát:

$$P_{dm} = P_2 = I_t \cdot xU_{dm} = 98,3 \cdot 115 = 11304,5.W$$

➤ Tổn hao dây đồng phản ứng :

$$\Delta P_{CU.U} = R_U \cdot xI_U^2 = 0,0735 \cdot 104,35^2 = 800,3.W$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = R_{KT} \cdot xI_{KT}^2 = 19 \cdot 6,05^2 = 695,45.W$$

➤ Tổn hao cơ ,sắt phụ:

$$\text{Ta có : } \Delta P_{Co.fe.f} = 4\% \cdot P_{dm} = 0,4 \cdot 11304,5 = 452,18.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{Co.fe.f} + \Delta P_{CU.U} + \Delta P_{KT} = 452,18 + 800,3 + 695,45 = 1947,93.W$$

➤ Hiệu suất của máy phát :

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{11304,5}{11304,5 + 1947,93} = 0,85$$

b/

➤ Ta có phương điện áp của máy phát:

$$U = E_U - I_U \cdot R_U \Rightarrow I_U = \frac{E_U - U}{R_U} \quad (1)$$

Lúc ngắn mạch 2 đầu cực thì $U = 0.V$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow I_U = \frac{E_U}{R_U}$$

Do từ thông dư $\phi_{du} = 3\% \cdot \phi_{dm}$

$$\Rightarrow E_{U, nm} = 3\% \cdot E_{U, dm} = 0,03 \cdot 122,67 = 3,68.V$$

Vậy dòng điện lúc ngắn mạch 2 đầu cực máy phát:

$$I_{U, nm} = \frac{E_{U, nm}}{R_U} = \frac{3,68}{0,0735} = 50,7.A$$

Nhận xét : ở máy phát điện DC từ // , dòng điện ngắn mạch nhỏ hơn dòng điện định mức .

Bài 27:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 240V$,
 $R_{KT //} = 60\Omega$, $R_U = 0,15\Omega$,
 cung cấp dòng điện tải $I_{tdm} = 30.A$ cho tải $\Delta P_{Co.ms} = 200.W$, $\Delta P_{fe.f} = 250.W$

a/ Xác định: P_{dm} ? , $\eta = ?$ ở chế độ tải trên.

b/ Tính tốc độ của máy phát ? Biết moment định mức $M_{dm} = 50 N.m$

c/ Nếu máy chỉ tải $I'_t = 20.A$, thì điện áp đầu cực máy phát là bao nhiêu ?

HD:

a/

➤ Công suất định mức của máy phát:

$$P_{dm} = U_{dm} \cdot I_{tdm} = 240 \cdot 30 = 7200.W$$

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT //}} = \frac{240}{60} = 4.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

Ta có : $I_U = I_{tdm} + I_{KT//} = 30 + 4 = 34.A$

➤ Tổn hao dây đồng phản ứng :

$$\Delta P_{CU.U} = R_U \cdot x I_U^2 = 0,15 \cdot 34^2 = 173,4.W$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = R_{KT} \cdot x I_{KT}^2 = 60 \cdot 4^2 = 960.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{CO.ms} + \Delta P_{fe.f} + \Delta P_{CU.U} + \Delta P_{KT} = 200 + 250 + 173,4 + 960 = 1583,4.W$$

➤ Hiệu suất của máy phát :

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{7200}{7200 + 1583,4} = 0,82$$

b/

➤ Công suất cơ của máy phát :

$$P_1 = P_2 + \Delta P = 7200 + 1583,4 = 8783,4.W$$

➤ Tốc độ của máy phát khi $M_{dm} = 50.N.m$:

$$\text{Ta có : } P_{dm} = \Omega \cdot M_{dm} = \frac{2\pi \cdot n}{60} \cdot x M_{dm} \Rightarrow n = \frac{60 \cdot x P_{dm}}{2\pi \cdot x M_{dm}} = \frac{60 \cdot 7200}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 1375.(v/p)$$

c/

➤ Dòng điện phản ứng khi dòng điện giảm xuống còn $I' = 20.A$:

$$I'_U = I' + I_{KT} = 20 + 4 = 24.A$$

➤ Sức điện động phản ứng khi $I_t = 30.A$:

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U \cdot x R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot x R_U = 240 + 34 \cdot 0,15 = 244,5.V$$

➤ Điện áp đầu cực của máy phát lúc $I' = 20.A$:

$$U' = E_U - I'_U \times R_U = 244,5 - 24 \times 0,15 = 240,9.V$$

Bài 28:

Một đơơ DC từ hỗn hợp có : $U_{dm} = 220V$, $R_{KT//} = 50\Omega$, $\eta = 0,905$,
 $I_{dm} = 502.A$, $\Delta P_{co.fe.f} = 4136.W$.

Tính : Công suất điện tiêu thụ của đơơ ? Công suất định mức ? Tổng tổn hao dây quấn phản ứng và từ nối tiếp ?

HD:

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = U_{dm} \times I_{dm} = 220 \times 502 = 110,44.KW$$

➤ Công suất định mức của đơơ:

$$Ta\ có : P_{dm} = P_2 = \eta \times P_1 = 0,905 \times 110,44 = 99,95.KW$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 110,44 - 99,95 = 10,49.KW = 10490.W$$

➤ Tổn hao dây quấn từ song song:

$$\Delta P_{KT//} = R_{KT//} \times I_{KT//}^2 = R_{KT//} \times \left(\frac{U_{dm}}{R_{KT//}} \right)^2 = 50 \times \left(\frac{220}{50} \right)^2 = 968.W$$

➤ Tổn hao dây quấn phản ứng và từ nối tiếp:

$$Ta\ có : \Delta P_{CU.U.KTNT} = \Delta P - \Delta P_{KT//} - \Delta P_{co.fe.f} = 10490 - 968 - 4136 = 5386.W$$

Bài 29:

Một đơơ DC từ hỗn hợp có : $U_{dm} = 220V$, $R_{KT//} = 338\Omega$,
 $(R_U + R_{KTNT}) = 0,17\Omega$, $I_{dm} = 94.A$, $a = 1$, $p = 2$, $N = 372$, $n = 1100.(v / p)$.

Tính : E_U ? , ϕ = ? , P_{dt} = ? M_{dt} = ?

HD:

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT//} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{220}{338} = 0,65.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

Ta có : $I_U = I - I_{KT//} = 94 - 0,65 = 93,35.A$

➤ Sức điện động phản ứng :

Ta có : $U = E_U + I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U - I_U \cdot R_U = 220 - 93,35 \cdot 0,17 = 204..V$

➤ Từ thông của đơơ :

Ta có : $E_U = \frac{N \cdot P}{60 \cdot a} \cdot n \cdot x \cdot \phi \Rightarrow \phi = \frac{60 \cdot a}{N \cdot P \cdot n} \cdot x \cdot E_U = \frac{60 \cdot x \cdot 204}{372 \cdot x \cdot 2 \cdot x \cdot 1100} = 0,015.Wb$

➤ Công suất điện từ của đơơ:

Ta có : $P_{dt} = E_U \cdot I_U = 204 \cdot 93,35 = 19043,4.W$

➤ Moment điện từ của đơơ:

Ta có : $M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega} = \frac{P_{dt} \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{19043,4 \cdot 60}{2 \cdot x \cdot 3,14 \cdot x \cdot 1100} = 165,8.(N.m)$

Hoặc ta có : $M_{dt} = \frac{N \cdot P}{2\pi \cdot a} \cdot x \cdot I_U \cdot x \cdot \phi = \frac{372 \cdot x \cdot 2}{2 \cdot x \cdot 3,14 \cdot x \cdot 1} \cdot x \cdot 93,35 \cdot x \cdot 0,015 = 165,8.(N.m)$

Bài 30:

Một đơơ DC từ nối tiếp có : $U_{dm} = 110V$, ,
 $(R_U + R_{KTNT}) = 0,282\Omega$, $I_{dm} = 26,6A$.

Tính : Dòng điện mở máy trực tiếp ? Điện trở mở máy mắc thêm vào mạch phản ứng để $I_{mở} = 2I_{dm}$?

HD:

➤ Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$I_{moTT} = \frac{U_{dm}}{R_U + R_{KTNT}} = \frac{110}{0,282} = 390.A$$

➤ Điện trở mở máy mắc thêm vào mạch phần ứng $I_{m\ddot{o}} = 2I_{dm}$:
Ta có dòng điện mở máy khi có thêm điện trở mở máy mắc nối tiếp vào mạch phần ứng :

$$I_{moBT} = \frac{U_{dm}}{R_U + R_{KTNT} + R_{mo}} = 2xI_{dm} \Rightarrow R_{mo} = \frac{U}{2xI_{dm}} - (R_U + R_{KTNT})$$

$$\Rightarrow R_{mo} = \frac{110}{2x26,6} - 0,282 = 1,786.\Omega$$

Bài 31:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 230V$,
 $I_{KT} = 1.A$, $R_U = 0,7\Omega$, tốc độ quay của máy phát $n = 1000$ (vòng/phút)

$$I_{dm} = 29.A$$

a/ Xác định: E_U ? , $\eta = ?$ Biết cho $\Delta P_{Co.fe.f} = 430.W$..

b/ Tính dòng điện ngắn mạch khi ngắn mạch 2 đầu cực của máy phát?
Cho biết từ thông dư bằng 7% từ thông của máy phát , và moment định mức ?.

HD:

➤ Dòng điện phần ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I_{dm} + I_{KT} = 29 + 1 = 30.A$$

➤ Sức điện động phần ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U x R_U \Rightarrow E_U = U + I_U x R_U = 230 + 30 x 0,7 = 251.V$$

➤ Công suất định mức của máy phát:

$$P_{dm} = P_2 = I_{dm} x U_{dm} = 29 x 230 = 6670.W$$

➤ Tổn hao dây đồng phần ứng :

$$\Delta P_{CU,U} = R_U \times I_U^2 = 0,7 \times 30^2 = 630.W$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = R_{KT} \times I_{KT}^2 = U_{dm} \times I_{KT} = 230 \times 1 = 230.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{CO.fe.f} + \Delta P_{CU,U} + \Delta P_{KT} = 430 + 630 + 230 = 1290.W$$

➤ Hiệu suất của máy phát :

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{6670}{6670 + 1290} = 0,84$$

➤ Moment định mức của máy phát :

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\Omega} = \frac{P_{dm} \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{6670 \times 60}{2 \times 3,14 \times 1000} = 63,7.(N.m)$$

➤ Ta có phương điện áp của máy phát:

$$U = E_U - I_U \times R_U \Rightarrow I_U = \frac{E_U - U}{R_U} \quad (1)$$

Lúc ngắn mạch 2 đầu cực thì $U = 0.V$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow I_U = \frac{E_U}{R_U}$$

Do từ thông dư $\phi_{du} = 7\% \times \phi_{dm}$

$$\Rightarrow E_{U.nm} = 7\% \times E_{U.dm} = 0,07 \times 251 = 17,57.V$$

Vậy dòng điện lúc ngắn mạch 2 đầu cực máy phát:

$$I_{U.nm} = \frac{E_{U.nm}}{R_U} = \frac{17,57}{0,7} = 25,1.A$$

Bài 32:

Một máy Đơơ điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $P_{dm} = 12KW$, $U_{dm} = 220V$, $I_{KT//} = 2.A$, $R_U = 0,281.\Omega$, $n_{dm} = 685$ (vòng/phút). Động cơ kéo tải có moment cản không đổi . Để giảm tốc độ đơơ người ta dùng 2 phương pháp :

a/ Thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ mắc vào mạch phản ứng . Tính tốc độ và hiệu suất của Đơơ trong trường hợp này ?

b/ Giảm điện áp đặt vào đơơ , tính tốc độ và hiệu suất của đơơ khi $U' = 176,6.V$? (Bỏ qua tổn hao cơ và phụ trong 2 trường hợp trên , và giữ từ thông không đổi .) Nhận xét về 2 trường hợp trên .

HD:

- Các thông số định mức của đơơ:
- Dòng điện phản ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I_{dm} - I_{KT//} = 64 - 2 = 62.A$$

- Sức điện động phản ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U + I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U - I_U \cdot R_U = 220 - 62 \cdot 0,281 = 202,6.V$$

a/

- Tính tốc độ của đơơ khi thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ mắc vào mạch phản ứng:

Cách 1:

$$\text{Từ công thức : } n_{dm} = \frac{U_{dm} - I_U \cdot R_U}{K_E \phi} \Rightarrow K_E \phi = \frac{E_U}{n_{dm}} = \frac{202,6}{685} = 0,296$$

Theo đề bài vì từ thông không đổi do đó ta có tốc độ khi thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ mắc vào mạch phản ứng:

$$n_{dm} = \frac{U_{dm} - I_U \cdot (R_U + R_f)}{K_E \phi} = \frac{220 - 62 \cdot (0,281 + 0,7)}{0,296} = 538.(v / p)$$

Cách 2: Nếu bỏ qua tổn hao cơ và phụ moment cơ trên trục đơơ bằng moment điện từ , có nghĩa là:

$$M_{dt} = M_2 = K_M \phi I_U$$

Và do từ thông không đổi và dòng điện phản ứng không đổi nên khi thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ vào mạch phản ứng thì sức điện động phản ứng tính như sau:

$$E'_U = U - I_x(R_U + R_f) = 220 - 62x(0,281 + 0,7) = 159,2.V$$

Vì từ thông không đổi nên sức điện động tỉ lệ thuận với tốc độ

$$\text{Ta có: } \frac{n'}{n_{dm}} = \frac{E'_U}{E_{Udm}} \Rightarrow n' = n_{dm} x \frac{E'_U}{E_{Udm}} = 685 x \frac{159,2}{202,6} = 538.(v/p)$$

➤ Moment định mức của đơơ :

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\Omega} = \frac{P_{dm} x 60}{2\pi.n} = \frac{12000 x 60}{2x3,14x685} = 167,3.(N.m)$$

➤ Công suất cơ có ích khi $n' = 538.(v/p)$:

$$\text{Ta có : } M_2 = \frac{P'_2}{\Omega} \Rightarrow P'_2 = M_2 x \Omega' = M_2 x \frac{2\pi.n'}{60} = 167,3 x \frac{2x3,14x538}{60} = 9425.(W)$$

➤ Hiệu suất của đơơ trong trường hợp này:

$$\eta = \frac{P'_2}{P_1} = \frac{P'_2}{U_{dm} x I_{dm}} = \frac{9425}{220 x 64} = 0,67$$

b/

➤ Khi điện áp đặt vào đơơ giảm xuống còn $U' = 176,6.V$ sức điện động lúc đó là:

$$E'_U = U' - I_U x R_U = 176,6 - 62 x 0,281 = 159,2.V$$

➤ Tốc độ đơơ lúc đó :

$$\frac{n'}{n_{dm}} = \frac{E'_U}{E_{Udm}} \Rightarrow n' = n_{dm} x \frac{E'_U}{E_{Udm}} = 685 x \frac{159,2}{202,6} = 538.(v/p)$$

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ lúc đó là:

$$P'_1 = U' x I_{dm} = 176,6 x 64 = 11302.W$$

➤ Công suất cơ có ích khi $n' = 538.(v/p)$:

$$\text{Ta có : } M_2 = \frac{P'_2}{\Omega} \Rightarrow P'_2 = M_2 x \Omega' = M_2 x \frac{2\pi.n'}{60} = 167,3 x \frac{2x3,14x538}{60} = 9425.(W)$$

- Hiệu suất của đơ trong trường hợp này:

$$\eta = \frac{P'_2}{P'_1} = \frac{9425}{11302} = 0,834$$

Kết luận : so sánh trường hợp a và b , ta thấy rằng phương pháp dùng biến trở mắc nối tiếp vào mạch phần ứng có hiệu suất thấp hơn nhiều so với phương pháp giảm điện áp đặt vào đơ.

Bài 33:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau :
 $P_{dm} = 7,5.KW$, $U_{dm} = 230V$, $R_{KT//} = 191,7\Omega$, $R_U = 0,54\Omega$, $n_{Fdm} = 1450.(v/p)$.Điện áp rơi trên chổi than $U_{TX} = 2.V$. Máy phát sử dụng ở chế độ động cơ với $U = 220V$, quay với tốc độ $n_{DC} = 1162.(v/p)$. Xác định công suất tiêu thụ của đơ ? công suất có ích của đơ ? Biết từ thông ở 2 chế độ như nhau.

HD:

- ❖ Xét ở chế độ máy phát :

- Dòng điện định mức của máy phát:

$$I_{dm.MF} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{7500}{230} = 32,6.A$$

- Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT//} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{230}{191,7} = 1,2.A$$

- Dòng điện phần ứng:

Ta có : $I_{UMF} = I_{dm} + I_{KT} = 32,6 + 1,2 = 33,8.A$

- Sức điện động phần ứng :

Ta có : $E_{UMF} = U_{dm} + I_{UMF} \cdot R_U + U_{TX} = 230 + 33,8 \cdot 0,54 + 2 = 250,3.V$

- ❖ Xét ở chế độ động cơ với $U = 220V$:

- Sức điện động phần ứng của động cơ :

Vì từ thông 2 trường hợp như nhau (không đổi), do đó sức điện động phần ứng tỉ lệ thuận với tốc độ:

$$\text{Ta có : } \frac{E_{U.DC}}{E_{U.MF}} = \frac{n_{DC}}{n_{MF}} \Rightarrow E_{U.DC} = \frac{n_{DC} \times E_{U.MF}}{n_{MF}} = \frac{1162 \times 250,3}{1450} = 200,6.V$$

➤ Dòng điện phần ứng ở chế độ đơ :

$$I_{U.DC} = \frac{U_{DC} - E_{U.DC} - U_{TX}}{R_U} = \frac{220 - 200,6 - 2}{0,54} = 32,2.A$$

➤ Dòng điện kích từ // của đơ :

$$I_{KT//.DC} = \frac{U_{DC}}{R_{KT//}} = \frac{220}{191,7} = 1,15.A$$

➤ Dòng điện tải của đơ:

$$I_t = I_{U.DC} + I_{KT//.DC} = 32,2 + 1,15 = 33,35.A$$

➤ Công suất tiêu thụ điện ở chế độ đơ:

$$P_{1.DC} = I_t \times U_{DC} = 33,35 \times 220 = 7337.W$$

➤ Công suất cơ có ích ở chế độ đơ:

$$P_{2.DC} = P_{1.DC} \times \eta = 7337 \times 0,825 = 6035.W$$

Bài 34:

Một máy Đơ điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $P_{dm} = 10KW$, $U_{dm} = 220V$, $I_{KT//} = 2,26A$, $R_U = 0,178.\Omega$, $\eta = 0,86$.

Tính : Dòng điện mở máy trực tiếp và Dòng điện mở máy khi thêm điện trở mở để dòng $I_{mở} = 2.I_{dm}$. Tính điện trở thêm vào khi mở máy có biến trở.

HD:

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơ:

$$P_1 = \frac{P_{dm}}{\eta} = \frac{10000}{0,86} = 11628.W$$

➤ Dòng điện định mức của đơ:

$$I_{dm} = \frac{P_1}{U_{dm}} = \frac{11628}{220} = 52,8.A$$

➤ Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$I_{moTT} = \frac{U_{dm}}{R_U} = \frac{220}{0,178} = 1236.A$$

➤ Dòng điện mở máy khi mắc thêm vào mạch phản ứng $I_{m\ddot{o}} = 2I_{dm}$:
Ta có dòng điện mở máy khi có thêm điện trở mở máy mắc nối tiếp vào mạch phản ứng :

$$I_{moBT} = \frac{U_{dm}}{R_U + R_{mo}} = 2xI_{dm} \Rightarrow R_{mo} = \frac{U}{2xI_{dm}} - R_U = \frac{220}{2x52,8} - 0,178 = 1,9.\Omega$$

Bài 35:

Một đơ điện DC kích từ song song 10 sức ngựa (10 HP) có :
 $U_{dm} = 230V$, $R_{KT//} = 288.\Omega$, $R_U = 0,35.\Omega$, $I_U = 1,6.A$ thì $n = 1040.(v/p)$.
Muốn cho dòng điện mạch ngoài $I = 40,8.A$ và $n = 600.(v/p)$.

Hỏi:

a/ Trị số điện trở cần thêm vào mạch phản ứng ? cho rằng khi tải thay đổi thì từ thông không đổi.

b/ Với điện trở đó nếu $I' = 22,8.A$ thì tốc độ của đơ bằng bao nhiêu ?

c/ Nếu $I_{dm} = 38,5.A$ hãy tính M/M_{dm} ? trong cả 2 trường hợp ở câu a và b .

d/ Công suất đưa vào đơ điện ? Công suất mạch phản ứng ? công suất phần cơ ? khi $I = 40,8.A$.

HD:

a/

➤ Sức điện động phản ứng của đơ khi $I_U = 1,6.A$:

$$\text{Ta có : } U = E_U + I_U x R_U \Rightarrow E_U = U - I_U x R_U = 230 - 1,6x0,35 = 229,44.V$$

➤ Dòng điện phản ứng lúc $I = 40,8.A$:

$$I'_U = I - I_{KT//} = 40,8 - \left(\frac{U_{dm}}{R_{KT//}} \right) = 40,8 - \left(\frac{230}{288} \right) = 40.A$$

- Sức điện động phần ứng khi $I'_U = 40.A$ và có mắc thêm $R_{mở}$ vào mạch phần ứng:

$$E'_U = U - I'_U x(R_U + R_{mở})$$

- Theo bài ra từ thông không đổi ta có : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot n$ chỉ phụ thuộc vào tốc độ rotor.

$$\text{Do đó ta có : } \frac{n'}{n_{dm}} = \frac{E'_U}{E_{Udm}} \Rightarrow E'_U = E_U x \frac{n'}{n_{dm}} = 229,44 x \frac{600}{1040} = 132,37.V$$

Mặt khác ta có:

$$E'_U = U - I'_U x(R_U + R_{mở}) = 132,37 \Rightarrow R_{mở} = \frac{U - 132,37}{I'_U} - R_U$$

$$\Leftrightarrow R_{mở} = \frac{230 - 132,37}{40} - 0,35 = 2,1.\Omega$$

Vậy giá trị điện trở máy cần thêm vào mạch phần ứng là

$$R_{mở} = 2,1.\Omega$$

b/ Với $R_{mở} = 2,1.\Omega$, và $I' = 22,8.A$

- Dòng điện phần ứng lúc $I' = 22,8.A$

$$I''_U = I - I_{KT//} = 22,8 - \left(\frac{U_{dm}}{R_{KT//}} \right) = 22,8 - \left(\frac{230}{288} \right) = 22.A$$

- Sức điện động phần ứng khi $I''_U = 22.A$ và có mắc thêm $R_{mở}$ vào mạch phần ứng:

$$E''_U = U - I''_U x(R_U + R_{mở}) = 230 - 22x(0,35 + 2,1) = 176,1.V$$

- Theo bài ra từ thông không đổi ta có : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot n$ chỉ phụ thuộc vào tốc độ rotor.

$$\text{Do đó ta có : } \frac{n''}{n'} = \frac{E''_U}{E'_U} \Rightarrow n'' = n' x \frac{E''_U}{E'_U} = 600 x \frac{176,1}{132,37} = 798.(v/p)$$

c/

Vì theo bài ra từ thông không đổi ta có : $M_{dt} = K_M \cdot \phi \cdot I_U$ chỉ phụ thuộc vào dòng điện phần ứng.

Ta có dòng điện phần ứng với $I_{dm} = 38,5.A$:

$$I_{Udm} = I - I_{KT//} = 38,5 - 0,8 = 37,7.A$$

- Trường hợp ở câu a với $I'_U = 40.A$

Theo lý luận ta có : $\frac{M'}{M_{dm}} = \frac{I'_U}{I_U} = \frac{40}{37,7} = 1,06$

➤ Trường hợp ở câu b với $I'_U = 22.A$

Theo lý luận ta có : $\frac{M''}{M_{dm}} = \frac{I''_U}{I_U} = \frac{22}{37,7} = 0,58$

d/

➤ Công suất đưa vào đơ:

$$P_1 = U_{dm} \times I_{dm} = 230 \times 40,8 = 9384.W$$

➤ Công suất mạch phản ứng:

$$P_{P,U} = U_{dm} \times I_{Udm} = 230 \times 40 = 9200.W$$

$$\text{Hoặc } P_{P,U} = P_{dt} + \Delta P_{CU,U} = P_1 - R_{KT} \times I_{KT}^2 = 9384 - 288 \times 0,8^2 = 9200.W$$

➤ Công suất phần cơ :

$$P_{P,CO} = P_{P,U} - I_{U,dm}^2 \times (R_U + R_{mo}) = 9200 - 40^2 \times 2,45 = 5280.W$$

Bài 36:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 115.V$, $P_{dm} = 27.KW$, $I_{KT} = 5.A$, $R_U = 0,02\Omega$, tốc độ quay của máy phát $n = 1150$ (vòng/phút), $\eta_{dm} = 0,86$, $2\Delta U_{TX} = 2.V$.

a/ Nếu đem dùng như một đơ điện (bỏ qua phản ứng phần ứng) , với $U_{dm} = 110.V$, $P_{dm} = 25.KW$, $\eta_{DC} = 0,86$. Hãy tính tốc độ n ? của đơ .

b/ Sự biến đổi tốc độ từ đầy đến không tải .

HD:

a/

❖ Khi làm việc ở chế độ máy phát :

➤ Dòng điện phản ứng của MF:

$$I_{U,F} = \frac{P_{dm,F}}{U_{dm,F}} + I_{KT} = \frac{27000}{115} + 5 = 240.A$$

➤ Sức điện động phần ứng máy phát :

$$\text{Ta có : } E_{UMF} = U_{dm,F} + I_{U,F} \times R_U + 2\Delta U_{TX} = 115 + 240 \times 0,02 + 2 = 121,8.V$$

❖ Khi làm việc ở chế độ động cơ :

➤ Dòng điện phần ứng của đơơ :

$$I_{U.DC} = \frac{P_{dm.DC}}{\eta \times U_{dm.DC}} - I_{KT.DC} = \frac{25000}{0,86 \times 110} - 5 \times \frac{110}{115} = 259,5.A$$

➤ Sức điện động phần ứng động cơ :

Ta có : $E_{UM.DC} = U_{dm.DC} - I_{U.DC} \times R_U - 2\Delta U_{TX} = 110 + 259,5 \times 0,02 - 2 = 102,8.V$

➤ Lập tỉ số giữ sđđ của MF và ĐC :

$$\frac{E_{UDC}}{E_{U.MF}} = \frac{K_E \cdot \phi_{DC} \cdot n_{DC}}{K_E \cdot \phi_{MF} \cdot n_{MF}} = \frac{102,8}{121,8} \quad (1)$$

Mác khác theo giả thuyết vì bỏ qua phản ứng phần ứng nên ta có :

$$\frac{\phi_{DC}}{\phi_{MF}} = \frac{I_{KT.DC}}{I_{KT.MF}} = \frac{4,8}{5} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra tốc độ của động cơ như sau:

$$\frac{E_{U.DC}}{E_{U.MF}} = \frac{4,8 \times n_{DC}}{5 \times n_{MF}} = \frac{102,8}{121,8} \Rightarrow n_{DC} = \frac{102,8 \times 5}{4,8 \times 121,8} \times n_{MF} = \frac{102,8 \times 5 \times 1150}{121,8 \times 4,8} = 1011.(v/p)$$

b/

➤ Khi làm việc ở chế độ không tải:

$I_{U.DC} = 0$, nên $E_{UO.DC} = U_{dm.DC} = K_E \phi_{DC} \times n_{O.DC}$

➤ Tốc độ của đơơ đến khi không tải :

Ta có : $\frac{E_{UO.DC}}{E_{U.DC}} = \frac{n_{ODC}}{n_{DC}} = \frac{110}{102,8} \Rightarrow n_{O.DC} = \frac{110}{102,8} \times n_{DC} = \frac{110 \times 1011}{102,8} = 1081.(v/p)$

Bài 37:

Một máy Đơ điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $P_{dm} = 12KW$, $U_{dm} = 250V$, $R_{KT//} = 170\Omega$, $R_U = 0,22.\Omega$, $\eta = 0,873$. Khi chạy không tải với điện áp định mức, tốc độ không tải $n_0 = 1200$ (v/p)., $I_U = 3.A$, Khi kéo tải định mức với điện áp định mức, từ thông giảm 2 % so với khi không tải. Tính tốc độ định mức ?

HD:

➤ Sức điện động phần ứng khi chạy không tải :

$$\text{Ta có : } E_{U.O} = U_{dm} - I_{U.O} \cdot R_U = 250 - 3 \cdot 0,22 = 249,34.V$$

➤ Sức điện động phần ứng khi chạy lúc định mức :

$$\text{Ta có : } E_{U.dm} = U_{dm} - I_{U.dm} \cdot R_U$$

Với dòng điện phần ứng lúc chạy định mức:

$$I_{U.dm} = I_{dm} - I_{KT} = \frac{P_{dm.}}{\eta \cdot U_{dm.}} - \frac{U_{dm}}{R_{KT}} = \frac{12000}{0,873 \cdot 250} - \frac{250}{170} = 53,51.A$$

➤ Vậy Sức điện động phần ứng khi chạy lúc định mức là

$$E_{U.dm} = U_{dm} - I_{U.dm} \cdot R_U = 250 - 53,51 \cdot 0,22 = 238,23.V$$

➤ Ta lập tỉ số :

$$\frac{E_{U.O}}{E_{U.dm}} = \frac{K_E \cdot \phi_O \cdot n_O}{K_E \cdot \phi_{.dm} \cdot n_{dm}} = \frac{249,34}{238,23} \quad (1)$$

Theo đề bài thì từ thông lúc lúc đơ chạy định mức giảm 2 % so với lúc đơ chạy không tải, có nghĩa là:

$$\phi_{dm} = 98\% \cdot \phi_O \Leftrightarrow \frac{\phi_O}{\phi_{dm}} = \frac{100}{98} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta tính được tốc độ định mức của đơ :

$$\frac{100 \cdot 1200}{98 \cdot n_{dm}} = \frac{249,34}{238,23} \Rightarrow n_{dm} = \frac{100 \cdot 1200 \cdot 238,23}{98 \cdot 249,34} = 1170.(v/p)$$

Bài 38:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau :

$P_{dm} = 100\text{KW}$, $U_{dm} = 230\text{V}$, $R_{KT//} = 57,5\Omega$, $R_U = 0,05\Omega$. Tính sức điện động phản ứng của máy phát khi U_{dm} với :

a/ Hệ số tải $K_t = 1$

b/ Hệ số tải $K_t = ,05$

HD:

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{230}{57.5} = 4.A$$

➤ Dòng điện định mức :

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{100000}{230} = 434,78.A$$

a/ Khi hệ số tải $K_t = 1$

$$\text{ta có : } K_t = \frac{I_t}{I_{dm}} = 1 \Rightarrow I_t = I_{dm} = 434,78.A$$

➤ Dòng điện phản ứng của máy phát:

$$\text{Ta có : } I_U = I_t + I_{KT} = 434,78 + 4 = 438,78.A$$

➤ Sức điện động phản ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot R_U = 230 + 438,78 \cdot 0,05 = 252.V$$

b/ Khi hệ số tải $K_t = 0,5$

$$\text{ta có : } K_t = \frac{I_t}{I_{dm}} = 0,5 \Rightarrow I_t = 0,5 \cdot I_{dm} = 0,5 \cdot 434,78 = 217,39.A$$

➤ Dòng điện phản ứng của máy phát:

Ta có : $I_U = I_t + I_{KT} = 217,39 + 4 = 221,39.A$

➤ Sức điện động phản ứng :

Ta có : $U = E_U - I_U \times R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \times R_U = 230 + 221,39 \times 0,05 = 241.V$

Bài 39 :

Một máy Đơơ điện DC kích từ hỗn hợp có các số liệu sau :
 $R_{KT//} = 125\Omega$, $R_U = 0,06\Omega$, $R_{KTNT} = 0,04\Omega$ khi làm việc với điện áp $U_{dm} = 250V$, dòng điện $I = 200.A$, moment điện từ $M_{dt} = 696 .N.m$,

a/ Tính công suất điện tiêu thụ của đơơ ?

b/ Tính tốc độ của đơơ ?

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = U_{dm} \times I_{dm} = 250 \times 200 = 50000.W$$

b/ Tính tốc độ của đơơ:

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT//} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{250}{125} = 2.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

Ta có : $I_U = I - I_{KT//} = 200 - 2 = 198.A$

➤ Sức điện động phản ứng :

Ta có : $E_U = U - I_U \times (R_U + R_{KTNT}) = 250 - 198 \times (0,06 + 0,04) = 230,2.V$

➤ Công suất điện từ :

$$P_{dt} = E_U \times I_U = 230,2 \times 198 = 45579,6.W$$

➤ Ta có quan hệ :

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega} = \frac{P_{dt} \times 60}{2\pi \cdot n} \Rightarrow n = \frac{P_{dt} \times 60}{2\pi \cdot M_{dt}} = \frac{45579,6 \times 60}{2\pi \times 696} = 625 \text{ (v/p)}$$

Vậy tốc độ của động cơ là : $n = 625$ vòng/phút .

XX

PHẦN D : MÁY BIẾN ÁP

SƠ LƯỢC VỀ LÝ THUYẾT :

I. MÁY BIẾN ÁP MỘT PHA:

1) Diện tích đặc có ích :

$$S_{Cl} = S \times K_C \cdot (m^2, cm^2) \quad \text{với : } S \text{ là tiết diện lõi thép , } K_C : \text{ hệ số ép chặt}$$

2) Từ thông cực đại trong lõi thép :

$$\phi_{\max} = B \times S_{Cl} \cdot (Wb) \quad \text{với } B : \text{ là từ cảm trong lõi thép}$$

$$\text{Hoặc } N = \frac{E}{4,44 \cdot f \cdot \phi_m} = \text{(vong.)}$$

3) Tổn hao sắt từ trong lõi thép:

$$\Delta P_{fe} = \rho_{1/50} \times B_m^2 \times \left(\frac{f}{50}\right)^{1,3} \times G = \text{(W)} \quad \text{hay } \Delta P_{fe} = R_{th} \times I^2$$

Với :

➤ Trọng lượng của lõi thép:

$$G = V \times G_t = (Kg) \quad \text{trong đó } G_t \text{ (Kg/m}^2\text{)} \text{ là trọng lượng riêng của lõi thép}$$

➤ Thể tích của lõi thép :

$$V = S_{Cl} \times l_{TB} = (m^3)$$

4) các đại lượng quy đổi:

- sức điện động thứ cấp quy đổi: $E'_2 = K_{BA} \times E_2$
- điện áp thứ cấp quy đổi: $U'_2 = K_{BA} \times U_2 = U_1$
- dòng điện thứ cấp quy đổi: $I'_2 = \frac{I_2}{K_{BA}} = I_1$
- điện trở thứ cấp quy đổi: $R'_2 = K_{BA}^2 \times R_2$
- điện kháng thứ cấp quy đổi: $X'_2 = K_{BA}^2 \times X_2$
- tổng trở thứ cấp quy đổi: $Z'_2 = K_{BA}^2 \times Z_2$
- Tỷ số biến áp :

$$K_{BA} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

5) Thí nghiệm không tải :

- Tổng trở lúc không tải : $Z_0 = \frac{U_{1dm}}{I_0} = Z_1 + Z_{th} = (\Omega)$
- Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{U_1}{Z_0} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_{th})^2 + (X_1 + X_{th})^2}}$$

- Dòng điện không tải phần trăm :

$$I_0 \% = \frac{I_0}{I_{1dm}} \times 100$$

- Hệ số công suất lúc không tải:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_{1.dm} \times I_0} = \frac{R_0}{\sqrt{R_0^2 + X_0^2}}$$

- Điện trở lúc không tải : $R_0 = \frac{P_0}{I_0^2} = R_1 + R_{th} = \Omega$
 - Điện kháng lúc không tải : $X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = X_1 + X_{th} = \Omega$
 - Tổn hao sắt lúc không tải :
- $$\Delta P_{fe.0} = P_0 - \Delta P_{CU.1} = P_0 - I_0^2 x R_1$$

6) Thí nghiệm ngắn mạch :

- Dòng điện ngắn mạch : $I_N = I_{1.dm}$
- Tổng trở ngắn mạch : $Z_N = \frac{U_N}{I_N}$
- Điện trở lúc ngắn mạch : $R_N = \frac{P_N}{I_N^2}$
- Điện kháng ngắn mạch : $X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \Omega$

Ta có : $R_1 = R'_2 = \frac{R_N}{2}$, $X_1 = X'_2 = \frac{X_N}{2}$

- Điện áp ngắn mạch phần trăm :

$$U_N \% = \frac{U_N}{U_{1.dm}} x 100 = \frac{I_N x Z_N}{U_{1.dm}} x 100$$

- Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.R} \% = \frac{U_{N.R}}{U_{1.dm}} x 100 = \frac{I_{1.dm} x R_N}{U_{1.dm}} = \frac{I_{1.dm}^2 x R_N}{S_{1.dm}} x 100 = \frac{P_N}{S_{dm}} x 100$$

- Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.X} \% = \frac{U_{N.X}}{U_{1.dm}} x 100 = \frac{I_{1.dm} x X_N}{U_{1.dm}} x 100$$

➤ Hệ số công suất lúc ngắn mạch :

$$\cos \varphi_N = \frac{P_N}{U_N \times I_N}$$

➤ Công suất ngắn mạch :

$$P_N = \Delta P_{CU.1} + \Delta P_{CU.2} = I_{1N}^2 \times R_1 + I_{2N}^2 \times R_2' = I_{1N}^2 \times (R_1 + R_2') = I_{1N}^2 \times R_N$$

II. MÁY BIẾN ÁP BA PHA :

1) Dòng điện sơ cấp và thứ cấp định mức :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{1dm}}, \quad I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{2dm}}$$

2) Thí nghiệm không tải :

➤ Tổng trở lúc không tải : $Z_0 = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0f}} = \frac{U_{1f}}{I_{0f}} \approx Z_{th} = (\Omega)$

➤ Dòng điện không tải phần trăm :

$$I_0 \% = \frac{I_{0f}}{I_{1dm}} \times 100$$

➤ Hệ số công suất lúc không tải:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \times U_{1dm} \times I_0} = \frac{P_0}{3 \times U_{1f} \times I_{0f}}$$

➤ Điện trở lúc không tải : $R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_0^2} = R_{th} = \Omega$

➤ Điện kháng lúc không tải : $X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = X_{th} = \Omega$

3) Thí nghiệm ngắn mạch :

➤ Tổng trở ngắn mạch : $Z_N = \frac{U_{f.N}}{I_N} = \frac{U_{d.N}}{\sqrt{3}I_N}$

➤ Điện trở lúc ngắn mạch : $R_N = \frac{P_N}{3I_N^2}$

➤ Điện kháng ngắn mạch : $X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \Omega$

Ta có : $R_1 = R_2' = \frac{R_N}{2}$, $X_1 = X_2' = \frac{X_N}{2}$

➤ Điện áp ngắn mạch phần trăm :

$$U_N \% = \frac{U_{1f.N}}{U_{f1.dm}} \times 100 \Rightarrow U_{1f.N} = \frac{U_{1f} \times U_N \%}{100} = \frac{U_{1.dm} \times U_N \%}{\sqrt{3} \times 100}$$

➤ Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.R} \% = \frac{I_{1f.N} \times R_N}{U_{1f}} \times 100 = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}}} \times 100$$

➤ Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.X} \% = \frac{I_{1f.N} \times X_N}{U_{1f}} \times 100 = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}}} \times 100$$

➤ Độ thay đổi điện áp thứ cấp phần trăm khi có : K_t và $\cos \varphi_2$:

$$\Delta U_2 \% = K_t \times (U_{N.R} \% \times \cos \varphi_2 + U_{N.X} \% \times \sin \varphi_2)$$

Hoặc $\Delta U_2 \% = \frac{U_{2.dm} - U_2}{U_{2.dm}} \times 100$

➤ Hệ số công suất lúc ngắn mạch :

$$\cos\varphi_N = \frac{P_N}{\sqrt{3}xU_{d.N}xI_{1dm}} = \frac{P_N}{3xU_{1f.N}xI_{1dm}}$$

4) Hiệu suất MBA :

$$\eta = \frac{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2}{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2 + P_0 + K_t^2 x P_N} x 100$$

5) Hệ số tải lúc MBA có hiệu suất cực đại :

$$K_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_N}}$$

6) Hệ số tải lúc MBA không có hiệu suất cực đại:

$$K_t = \frac{I_2}{I_{2.dm}} = \frac{P_2}{P_{2.dm}} = \frac{I_1}{I_{dm}}$$

BÀI TẬP VÍ DỤ MBA MỘT PHA

Bài 1 :

Một cuộn dây được quấn trên lõi thép được ghép bằng các lá thép kĩ thuật điện , có tiết diện lõi thép $S = 25\text{cm}^2 = 25 \times 10^{-4} \text{m}^2$. Hệ số ép chặt $K_c = 0,93$, từ cảm của lõi thép $B = 1,2 \text{ Tesla}$, điện áp đặt vào cuộn dây $U = 220 \text{ V}$, $f = 50\text{Hz}$. Hãy xác định $\phi_m = ?$, và điện áp đặt trên 1 vòng dây ?

HD:

- Tiết diện có ích :

$$S_{Cl} = S \times K_c = 25 \times 10^{-4} \times 0,93 = 23,25 \times 10^{-4} .(\text{m}^2)$$

- Từ thông cực đại trong lõi thép :

$$\phi_{\max} = B \times S_{Cl} = 1,2 \times 23,25 \times 10^{-4} = 27,9 \times 10^{-4} .(\text{Wb})$$

- Số vòng dây quấn trên cuộn dây :

$$\text{Ta có : } N = \frac{E}{4,44 \times f \times \phi_m} = \frac{220}{4,44 \times 50 \times 27,9 \times 10^{-4}} = 355 .(\text{vong.})$$

Với $E \approx U = 220 \text{V}$

- Điện áp đặt lên 1 vòng :

$$\frac{U}{N} = \frac{220}{355} = 0,62 ..(\text{V} / 1.\text{vong})$$

Bài 2 :

Một MBA 1 pha có dung lượng $S = 5 \text{ KVA}$, có 2 dây quấn sơ cấp và 2 dây quấn thứ cấp giống nhau .Điện áp định mức của dây quấn sơ cấp là : $U_{1.dm} = 10000.V$, điện áp thứ cấp mỗi cuộn là : $U_{2.dm} = 110 V$. Thay đổi cách nối các dây quấn với nhau sẽ có các tỉ biến đổi điện áp định mức khác nhau . Với mỗi cách nối hãy tính dòng điện định mức sơ cấp và thứ cấp ?

HD:

a) Nối tiếp - nối tiếp:

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000 + 10000} = 0,25.A$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110 + 110} = 22,73.A$$

b) Nối tiếp – song song:

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000 + 10000} = 0,25.A$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110} = 45,45.A$$

c) Song song – song song :

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000} = 0,5.A$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110} = 45,45.A$$

d) Song song – nối tiếp :

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000} = 0,5.A$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110 + 110} = 22,73.A$$

Bài 3:

a/ Một lõi thép được quấn 1 cuộn dây có : $N = 300$ vòng , lõi thép có chiều dài trung bình $l_{TB} = 0,5.m$, tiết diện đo : $S = 35,5cm^2 = 35,5 \times 10^{-4} m^2$, hệ số ép chặt $K_c = 0,93$, sức tổn hao : $\rho_{1/50} = 0,6 W/kg$. Trọng lượng riêng của thép

$G_t = 7650. Kg/m^3$, cuộn dây được đặt vào nguồn $U = 220V$, $f = 50Hz$. Tính tổn hao sắt từ trong lõi thép ?

b/ Tính công suất tác dụng P ? Hệ số công suất ? và công suất phản kháng ? của cuộn dây tiêu thụ . Cho biết $R = 0,5.\Omega$, $I = 0,6 A$.

c/ Xác định các thông số của cuộn dây : Z_{th} ? X_{th} ? R_{th} ?

HD:

a/

➤ Từ thông trong lõi thép:

$$\phi_m = \frac{E}{4,44xfN} = \frac{220}{4,44 \times 50 \times 300} = 33 \times 10^{-4} .(Wb)$$

➤ Tiết diện có ích của lõi thép:

$$S_{Cl} = SxK_c = 35,5 \times 10^{-4} \times 0,93 = 33 \times 10^{-4} .(m^2)$$

➤ Từ cảm trong lõi thép :

$$B_m = \frac{\phi_m}{S_{Cl}} = \frac{33 \times 10^{-4}}{33 \times 10^{-4}} = 1.(T).Tecla$$

➤ Trọng lượng của lõi thép:

$$G = VxG_t$$

Với thể tích của lõi thép :

$$V = S_{Cl} \times l_{TB} = 33 \times 10^{-4} .(m^2) \times 0,5.(m) = 16,5 \times 10^{-4} .(m^3)$$

Vậy ta có trọng lượng của lõi thép :

$$G = VxG_t = 16,5 \times 10^{-4} \times 7650.m^3 \times \frac{Kg}{m^3} = 12,6.Kg$$

- Tổng hao sắt từ trong lõi thép :

$$\Delta P_{fe} = \rho_{1/50} x B_m^2 x \left(\frac{f}{50}\right)^{1,3} x G = 0,6 x 1^2 x \left(\frac{50}{50}\right)^{1,3} x 12,6 = 7,56.(W)$$

b/

- Công suất tác dụng :

$$P = \Delta P_{CU} + \Delta P_{fe}$$

Với tổn hao đồng được tính như sau :

$$\Delta P_{CU} = R x I^2 = 0,5 x 0,6^2 = 0,18.(W)$$

$$\text{Vậy ta có : } P = \Delta P_{CU} + \Delta P_{fe} = 0,18 + 7,56 = 7,74.(W)$$

- Hệ số công suất :

$$\cos \varphi = \frac{P}{U x I} = \frac{7,74}{220 x 0,6} = 0,058$$

- Công suất phản kháng :

Ta có :

$$Q = U x I x \sin \varphi = U x I x \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = 220 x 0,6 x \sqrt{1 - 0,058^2} = 131,8.(KVAR)$$

c/

- Tổng trở trong cuộn dây :

$$Z_{th} = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,6} = 366,7.\Omega$$

- Điện trở từ hóa :

$$R_{th} = \frac{\Delta P_{fe}}{I^2} = \frac{7,56}{0,6^2} = 21.\Omega$$

- Điện kháng từ hóa :

$$X_{th} = \sqrt{Z_{th}^2 - R_{th}^2} = \sqrt{366,7^2 - 21^2} = 366.\Omega$$

Bài 4:

Một MBA 1 pha có $U_{1dm} = 220.V$, $U_{2dm} = 127.V$, các thông số của dây quấn như sau : $R_1 = 0,3.\Omega$, $X_1 = 0,25.\Omega$, $R_2 = 0,1.\Omega$, $X_2 = 0,083.\Omega$. Thứ cấp được nối với tải có tổng trở phức $Z_{tai} = 5,8 + j5,17.(\Omega)$.

a/ Tính các thông số của sơ đồ thay thế (các đại lượng quy đổi của thứ cấp) .
Coi $I_0 = 0$. Tính dòng điện thứ cấp quy đổi ? và dòng điện sơ cấp ? , Hệ số công suất của sơ cấp ?

b/ tính công suất tác dụng ? công suất phản kháng của sơ cấp và của tải : P ? Q ? P_t ? Q_t ? và U_t ?

HD:

a/

➤ Hệ số biến áp :

$$K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{127} = 1,73$$

➤ Điện trở thứ cấp quy đổi:

$$R'_2 = K_{BA}^2 \cdot R_2 = 1,73^2 \cdot 0,1 = 0,3.\Omega$$

➤ Điện kháng quy đổi:

$$X'_2 = K_{BA}^2 \cdot X_2 = 1,73^2 \cdot 0,083 = 0,25.\Omega$$

➤ Điện kháng tải quy đổi:

Từ tổng trở phức của tải ta có : $Z_{tai} = 5,8 + j5,17.(\Omega) = R_t + jX_t$

$$\Rightarrow R_t = 5,8.\Omega \text{ và } \Rightarrow X_t = 5,17.\Omega$$

Vậy điện kháng tải quy đổi là : $X'_t = K_{BA}^2 \cdot X_t = 1,73^2 \cdot 5,17 = 15,47.\Omega$

➤ Điện trở tải quy đổi:

$$R'_t = K_{BA}^2 \cdot R_t = 1,73^2 \cdot 5,8 = 17,36.\Omega$$

➤ Dòng điện sơ cấp và dòng thứ cấp quy đổi:

$$\text{Ta có : } I_1 = I_0 + (-I'_2)$$

$$\text{Vì } I_0 = 0 \Rightarrow I_1 = -I'_2$$

$$I_1 = -I'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_t)^2 + (X_1 + X'_2 + X'_t)^2}} =$$

Với :

$$= \frac{220}{\sqrt{(0,3 + 0,3 + 17,36)^2 + (0,25 + 0,25 + 15,47)^2}} = 9,15.(A)$$

➤ Hệ số công suất cơ cấp:

$$\cos \varphi_1 = \frac{R}{Z} = \frac{(R_1 + R'_2 + R'_t)}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_t)^2 + (X_1 + X'_2 + X'_t)^2}} =$$

$$= \frac{(0,3 + 0,3 + 17,36)}{\sqrt{(0,3 + 0,3 + 17,36)^2 + (0,25 + 0,25 + 15,47)^2}} = 0,747$$

b/

➤ Công suất tác dụng của sơ cấp :

$$P_1 = U_1 \times I_1 \times \cos \varphi_1 = 220 \times 9,15 \times 0,747 = 1503,7.W$$

➤ Công suất phản kháng của sơ cấp:

$$Q = U_1 \times I_1 \times \sin \varphi_1 = U_1 \times I_1 \times \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1} = 220 \times 9,15 \times \sqrt{1 - 0,747^2} = 1338,3.(KVAR)$$

➤ Công suất tác dụng của tải:

$$P_t = R_t \times I_2^2 = R_t \times (K_{BA} \times I'_2)^2 = 5,8 \times (1,73 \times 9,15)^2 = 1453,3.W$$

➤ Công suất phản kháng của tải:

$$Q_t = X_t \times I_2^2 = X_t \times (K_{BA} \times I'_2)^2 = 5,17 \times (1,73 \times 9,15)^2 = 1295,5.(KVAR)$$

➤ Điện áp trên tải :

$$\text{Ta có : } U_t = Z_t \times I_2 = I_2 \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = (1,73 \times 9,15) \times \sqrt{5,8^2 + 5,17^2} = 123.V$$

Bài 5:

Một MBA 1 pha có $U_{1dm} = 220.V$, $U_{2dm} = 127.V$, $I_0 = 1,4A$, $P_0 = 30W$, làm thí nghiệm ngắn mạch thì: $I_{1.n} = I_{1.dm} = 11,35.A$, $U_{1.n} = 8,8.V$, $P_n = 80.W$. Tính các thông số sơ đồ thay thế ? Điện trở và điện kháng dây quấn thứ cấp quy đổi ?

HD:

a/ Thí nghiệm không tải:

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1dm}}{I_0} = \frac{220}{1,4} = 157.\Omega$$

➤ Điện trở không tải:

$$R_0 = \frac{P_0}{I_0^2} = \frac{30}{1,4^2} = 15,3.\Omega$$

➤ Điện kháng không tải:

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{157^2 - 15,3^2} = 156,3.\Omega$$

b/ Thí nghiệm ngắn mạch :

➤ Tổng trở ngắn mạch :

$$Z_N = \frac{U_{1N}}{I_N} = \frac{8,8}{11,35} = 0,78.\Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch:

$$R_n = \frac{P_n}{I_n^2} = \frac{8,8}{11,35^2} = 0,62.\Omega$$

➤ Điện kháng ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{0,78^2 - 0,62^2} = 0,47.\Omega$$

➤ Điện trở thứ cấp chưa quy đổi:

$$\text{Ta có : } R_1 \approx R_2' = \frac{R_N}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31.\Omega$$

$$\text{Hệ số biến áp : } K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{127} = 1,73$$

Vậy điện trở thứ cấp chưa quy đổi là :

$$R_2 = \frac{R'_2}{K_{BA}^2} = \frac{0,31}{1,73^2} = 0,1.\Omega$$

➤ Điện kháng thứ cấp chưa quy đổi:

$$\text{Ta có : } X_1 \approx X'_2 = \frac{X_n}{2} = \frac{0,47}{2} = 0,235.\Omega$$

$$\Rightarrow X_2 = \frac{X'_2}{K_{BA}^2} = \frac{0,235}{1,73^2} = 0,08.\Omega$$

Bài 6 :

Một MBA 1 pha có dung lượng $S_{dm} = 25\text{KVA}$, $U_{1dm} = 380.\text{V}$, $U_{2dm} = 127.\text{V}$,
 $U_{n\%} = 4\%$

a/ Tính dòng điện định mức sơ cấp và thứ cấp ?

b/ Tính dòng ngắn mạch khi điện áp đặt vào bằng U_{1dm} và $U_n = 70\% U_{dm}$?

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức sơ và thứ cấp :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{25000}{380} = 65,8.\text{A}$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{25000}{127} = 196,85.\text{A}$$

b/

○ Khi $U_n = U_{dm}$:

➤ Dòng ngắn mạch phía sơ cấp :

$$I_{1.N} = \frac{I_{1.dm}}{U_{N\%}} \times 100 = \frac{65,8}{4} \times 100 = 1645.\text{A}$$

- Dòng ngắn mạch phía thứ cấp :

$$I_{2N} = \frac{I_{2dm}}{U_N\%} \times 100 = \frac{196,85}{4} \times 100 = 4921.A$$

- Khi $U_n = 70\%U_{dm}$:

- Dòng ngắn mạch phía sơ cấp :

$$I_{1N} = \frac{70}{100} \times 1645 = 1151,5.A$$

- Dòng ngắn mạch phía thứ cấp :

$$I_{2N} = \frac{70}{100} \times 4921 = 3444,7A$$

Bài 7:

Cho một MBA có dung lượng $S_{dm} = 20000KVA$, $U_{1dm} = 126,8.KV$, $U_{2dm} = 11.KV$, $f = 50Hz$, diện tích lõi thép $S = 3595 \text{ cm}^2$, mật độ từ thông $B = 1,35$ Tesla. Tính số vòng dây của dây quấn sơ và thứ cấp.

HD:

- Từ thông lõi thép :

$$\phi_m = B \times S = 1,35 \times 3595 \times 10^{-4} = 0,485.(W.b)$$

- Số vòng dây quấn sơ cấp :

Ta có :

$$N_1 = \frac{U_1}{4,44 \times f \times \phi_m} = \frac{126,8 \times 10^3}{4,44 \times 50 \times 0,485} = 1177.(vong)$$

- Số vòng dây quấn thứ cấp :

Ta có :

$$N_2 = \frac{U_2}{4,44 \times f \times \phi_m} = \frac{11 \times 10^3}{4,44 \times 50 \times 0,485} = 102.(vong)$$

Bài 8:

Cho MBA 1 pha có các số liệu sau: $S_{dm} = 6637\text{KVA}$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{35}{10} \text{KV}$,

$P_n = 53500\text{W}$, $U_N\% = 8$

a/ Tính Z_n ? R_n ?

b/ Giả sử $R_1 = R'_2$, Tính điện trở không quy đổi của dây quấn thứ cấp $R_2 = ?$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức sơ cấp :

$$I_{1.dm} = I_{1.N} = \frac{S_{dm}}{U_1} = \frac{6637}{35} = 189,63 \text{A}$$

➤ Điện trở ngắn mạch:

$$R_N = \frac{P_N}{I_N^2} = \frac{53500}{189,63^2} = 1,5 \Omega$$

➤ Tổng trở ngắn mạch:

$$\text{Ta có : } U_N\% = \frac{I_N \times Z_N}{U_{1dm}} \times 100 \Rightarrow Z_N = \frac{U_N\%}{100 \times I_N} \times U_{1dm} = \frac{8}{100} \times \frac{35000}{189,63} = 14,8 \text{A}\Omega$$

b/

➤ Điện trở thứ cấp chưa quy đổi:

$$\text{Ta có : } R_1 \approx R'_2 = \frac{R_n}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \Omega$$

$$\text{Hệ số biến áp : } K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{35}{10} = 3,5$$

Vậy điện trở thứ cấp chưa quy đổi là :

$$R_2 = \frac{R'_2}{K_{BA}^2} = \frac{0,75}{3,5^2} = 0,061 \Omega$$

XX

MÁY BIẾN ÁP BA PHA

Bài 1:

Một MBA 3 pha nối (Y/Δ) có dung lượng $S_{dm} = 60\text{KVA}$, $U_{1dm} = 35\text{KV}$, $U_{2dm} = 400\text{V}$. Làm thí nghiệm không tải : $I_0\% = 11$, $P_0 = 502\text{W}$. Làm thí nghiệm ngắn mạch : $U_N\% = 4,55\%$, $P_0 = 1200\text{W}$. Tính :

a/ Dòng điện định mức sơ cấp và thứ cấp ? và dòng không tải $I_0 = ?$

b/ Tính $\cos\varphi_0 = ?$ $U_N = ?$ $\cos\varphi_N = ?$

c/ Tính $K_t = ?$ hiệu suất của máy $\eta = ?$ khi $K_t = 0,5$ và $\cos\varphi = 0,9$

HD:

a/

➤ Điện áp pha sơ cấp :

$$\text{Ta có : } U_{1f} = \frac{U_{1d}}{\sqrt{3}} = \frac{35000}{\sqrt{3}} = 20207\text{V}$$

➤ Dòng điện định mức phía sơ cấp :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{3xU_{1f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{1d}} = \frac{60000}{\sqrt{3}x35000} = 1\text{A}$$

➤ Dòng điện định mức phía thứ cấp :

$$I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{3xU_{2f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{2d}} = \frac{60000}{\sqrt{3}x400} = 86,6\text{A}$$

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0\% \times I_{1dm}}{100} = \frac{11}{100} \times 1 = 0,11\text{A}$$

b/

➤ Hệ số công suất lúc không tải:

$$P_0 = 3xU_{1f} \times I_{1f0} \times \cos\varphi_0 = \sqrt{3}xU_{1d0} \times I_{1d0} \times \cos\varphi_0$$

Ta có :

$$\Rightarrow \cos\varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}xU_{1dm} \times I_0} = \frac{502}{\sqrt{3}x35000 \times 0,11} = 0,075$$

➤ Điện áp dây khi ngắn mạch :

$$U_{1dN} = U_{1dm} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{4,55}{100} \times 35000 = 1592,5V$$

➤ Điện áp pha khi ngắn mạch :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1d.N}}{\sqrt{3}} = \frac{1592,5}{\sqrt{3}} = 919,4V$$

➤ Hệ số công suất lúc ngắn mạch:

$$P_N = 3 \times U_{1f.N} \times I_{1fdm} \times \cos \varphi_N = \sqrt{3} \times U_{1d.N} \times I_{1d.dm} \times \cos \varphi_n$$

Ta có :

$$\Rightarrow \cos \varphi_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} \times U_{1d.N} \times I_{1dm}} = \frac{1200}{\sqrt{3} \times 1592,5 \times 1} = 0,43$$

c/

➤ Hệ số tải lúc MBA có hiệu suất cực đại :

$$K_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_N}} = \sqrt{\frac{502}{1200}} = 0,646$$

➤ Hiệu suất của MBA khi $K_t = 0,5$ và $\cos \varphi = 0,9$

Ta có :

$$\eta = \frac{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2}{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2 + P_0 + K_t^2 \times P_N} = \frac{0,5 \times 60000 \times 0,9}{0,5 \times 60000 \times 0,9 + 502 + 0,5^2 \times 1200} = 0,97$$

Bài 2:

Một MBA 3 pha nối ($Y/\Delta - 11$) có các thông số sau: $U_{1dm} = 35000V$,

$I_{1dm} = 92,5A$ Làm thí nghiệm không tải : $I_0\% = 4,5\%$, $P_0 = 15,8KW$. Làm thí nghiệm ngắn mạch : $U_N\% = 7,5\%$, $P_0 = 57KW$. Tính :

a/ Các tham số lúc không tải (Z_0 ? R_0 ? X_0 ?)

b/ Các tham số lúc ngắn mạch (Z_N ? R_N ? X_N ?)

Và các thành phần $U_{NR}\% = ?$, $U_{NX}\% = ?$

c/ Độ thay đổi điện áp $\Delta U_2\% = ?$ khi tải định mức với $\cos\varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

d/ Hệ số tải cực đại $K_t = ?$ và hiệu suất của máy $\eta = ?$ ở tải định mức. với

$\cos\varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

HD:

a/

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0\% \times I_{1dm}}{100} = \frac{4,5}{100} \times 92,5 = 4,16.A$$

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1f}}{I_{0,f}} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0,f}} = \frac{35000}{\sqrt{3} \times 4,16} = 4857,5.\Omega$$

➤ Điện trở lúc không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_0} = \frac{18,5 \times 1000}{3 \times 4,16^2} = 356.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc không tải :

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{4857,5^2 - 356^2} = 4844,4.\Omega$$

b

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

$$\text{Ta có : } Z_N = \frac{U_{1f.N}}{I_N}$$

Với điện áp pha lúc ngắn mạch là :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1f} \times U_N \%}{100} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{35000}{\sqrt{3}} \times \frac{7,5}{100} = 1515.V$$

Vậy tổng trở khi ngắn mạch là : $Z_N = \frac{1515}{92,5} = 16,4.\Omega$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3I_{N.f}^2} = \frac{P_N}{3(I_{1dm})^2} = \frac{57000}{3 \times 92,5^2} = 2,2.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{16,4^2 - 2,2^2} = 16,2.\Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 2,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 1,02.\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 16,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 7,43.\%$$

c/

➤ Độ thay đổi điện áp thứ cấp phần trăm :

$$\Delta U_2 \% = K_1 \times (U_{N.R} \% \times \cos \varphi_2 + U_{N.X} \% \times \sin \varphi_2)$$

Ta có :

$$\Rightarrow \Delta U_2 \% = 1 \times (1,02 \times 0,8 + 7,43 \times 0,6) = 5,27$$

Với $\cos \varphi_2 = 0,8 \Rightarrow \sin \varphi_2 = 0,6$

d/

➤ Hệ số tải lúc MBA có hiệu suất cực đại :

$$K_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_N}} = \sqrt{\frac{18500}{57000}} = 0,57$$

➤ Hiệu suất của MBA khi tải định mức với $\cos\varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

Ta có :

$$\eta = \frac{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2}{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2 + P_0 + K_t^2 x P_N} = \frac{1 x \sqrt{3} x 35000 x 92,5 x 0,8}{1 x \sqrt{3} x 35000 x 92,5 x 0,8 + 18500 + 1^2 x 57000} = 0,97$$

$$\text{Với } S_{dm} = \sqrt{3} x U_{1dm} x I_{1dm} = \sqrt{3} x 35000 x 92,5 = 60.KVA$$

Bài 3 :

Cho 3 MBA 3 pha có cùng tổ nối dây và tỉ số biến áp , với các thông số sau :
 $S_{1dm} = 180KVA$, $S_{2dm} = 240KVA$, $S_3 = 320KVA$, $U_{1N} \% = 5,4\%$, $U_{2N} \% = 6\%$,
 $U_{3N} \% = 6,6\%$.Hãy xác định tải của mỗi MBA khi tải chung của MBA bằng tổng công suất định mức của chúng $S_t = 740.KVA$, và tính xem tải tổng tối đa để không MBA nào bị quá tải bằng bao nhiêu ?

HD:

➤ Tổng hệ suất động :

$$\sum_{i=1}^n \frac{S_{dm.i}}{U_{N.i} \%} = \frac{180}{5,4} + \frac{240}{6} + \frac{320}{6,6} = 121,8.KVA$$

➤ Hệ số tải :

$$K_t = \frac{S_t}{U_{N.i} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm.i}}{U_{N.i}}}$$

$$\text{Với MBA 1 ta có : } K_{t,1} = \frac{S_t}{U_{N,1} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{740}{5,4x121,8} = 1,125$$

$$\Rightarrow S_{t,1} = K_{t,1} x S_{dm,1} = 1,125 x 180 = 202,5.KVA$$

$$\text{Tương tự với MBA 2 ta có : } K_{t,2} = \frac{S_t}{U_{N,2} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{740}{6x121,8} = 1,01$$

$$\Rightarrow S_{t,2} = K_{t,2} x S_{dm,2} = 1,01 x 240 = 243.KVA$$

$$\text{Với MBA 3 ta có : } K_{t,3} = \frac{S_t}{U_{N,3} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{740}{6,6x121,8} = 0,92$$

$$\Rightarrow S_{t,3} = K_{t,3} x S_{dm,3} = 0,92 x 320 = 294,5.KVA$$

- Ta thấy MBA 1 có có U_N % nhỏ nhất , bị tải nhiều . trong khi đó MBA 3 có U_N % lớn nhất bị hụt tải . Tải tổng tối đa để không MBA nào bị quá tải ứng với khi $K_t = 1$:

$$\text{Ta có } K_t = \frac{S_t}{U_{N,3} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{S_t}{5,4x121,8} = 1 \Rightarrow S_t = 5,4x121,8 = 657,7.KVA$$

Do đó phân công suất đặt của các MBA không được lợi dụng sẽ bằng :

$$S_{dat} = 740 - 657,7 = 82,3.KVA$$

Bài 4 :

Cho 1 MBA 3 pha có các số liệu sau : $S_{dm} = 5600.KVA$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{35000}{6600}.V$,

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{9,25}{490}.A, P_0 = 18,5.KW, I_0 \% = 4,5\%, U_0 \% = 7,5\%, P_N = 57 KW.$$

Hãy xác định :
a/ Các tham số lúc không tải (Z_0 ? R_0 ? X_0 ?)
b/ Các tham số lúc ngắn mạch (Z_N ? R_N ? X_N ?)
Và các thành phần $U_{NR} \% = ?$, $U_{NX} \% = ?$

HD:

a/

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0 \% \times I_{1dm}}{100} = \frac{4,5}{100} \times 92,5 = 4,16.A$$

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1f}}{I_{0f}} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0f}} = \frac{35000}{\sqrt{3} \times 4,16} = 4857,5.\Omega$$

➤ Điện trở lúc không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_{0f}^2} = \frac{18,5 \times 1000}{3 \times 4,16^2} = 356.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc không tải :

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{4857,5^2 - 356^2} = 4844,4.\Omega$$

b/

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

$$\text{Ta có : } Z_N = \frac{U_{1f.N}}{I_N}$$

Với điện áp pha lúc ngắn mạch là :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1f} \times U_N \%}{100} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{35000}{\sqrt{3}} \times \frac{7,5}{100} = 1515.V$$

$$\text{Vậy tổng trở khi ngắn mạch là : } Z_N = \frac{1515}{92,5} = 16,4.\Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3xI_{N.f}^2} = \frac{P_N}{3x(I_{1dm})^2} = \frac{57000}{3x92,5^2} = 2,2.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{16,4^2 - 2,2^2} = 16,2.\Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 2,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 1,02.\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 16,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 7,43.\%$$

Bài 5:

Một MBA 3 pha nối (Y/Y-12) có các thông số sau: $U_{1dm} = 6000V$,

$S_{dm} = 180 \text{ KVA}$. Làm thí nghiệm không tải : $I_0 \% = 6,4.\%$, $P_0 = 1000W$. Làm thí nghiệm ngắn mạch : $U_N \% = 5,5.\%$, $P_N = 4000 W$. cho biết $R_1 \approx R_2'$, $X_1 \approx X_2'$

Tính :

a/ Các tham số lúc không tải (Z_0 ? R_0 ? X_0 ?)

b/ Các tham số lúc ngắn mạch (Z_N ? R_N ? X_N ?)

Và các thành phần $U_{NR} \% = ?$, $U_{NX} \% = ?$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức phía sơ cấp :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{3xU_{1f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{1d}} = \frac{180000}{\sqrt{3}x6000} = 17,3.A$$

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0 \% \times I_{1dm}}{100} = \frac{6,4}{100} \times 17,3 = 1,1 \text{ A}$$

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1f}}{I_{0,f}} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0,f}} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 1,1} = 3149 \Omega$$

➤ Điện trở lúc không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_{0,f}^2} = \frac{1000}{3 \times 1,1^2} = 275 \Omega$$

➤ Điện kháng lúc không tải :

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{3149^2 - 275^2} = 3137 \Omega$$

b/

➤ Điện áp dây khi ngắn mạch :

$$U_{1dN} = U_{1dm} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{5,5}{100} \times 6000 = 330 \text{ V}$$

➤ Điện áp pha khi ngắn mạch :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1d.N}}{\sqrt{3}} = \frac{330}{\sqrt{3}} = 190 \text{ V}$$

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

$$\text{Ta có : } Z_N = \frac{U_{1f.N}}{I_N} = \frac{U_{1f.N}}{I_{1dm}} = \frac{190}{17,3} = 11 \Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3 \times I_{N,f}^2} = \frac{P_N}{3 \times (I_{1dm})^2} = \frac{4000}{3 \times 17,3^2} = 4,45 \Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch :

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{11^2 - 4,45^2} = 10.\Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{17,3 \times 4,45 \times 100}{\frac{6000}{\sqrt{3}}} = 2,2.\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{17,3 \times 10 \times 100}{\frac{6000}{\sqrt{3}}} = 5.\%$$

Bài 6:

Một MBA 3 pha nối $(Y/Y-12)$ có các thông số sau: $U_{1dm} = 15 \text{ KV}$,

$U_{2dm} = 400 \text{ V}$, $S_{dm} = 160 \text{ KVA}$, $P_0 = 460 \text{ W}$, $U_N \% = 4.\%$, $P_N = 2350 \text{ W}$. cho biết $R_1 \approx R_2'$, $X_1 \approx X_2'$

Tính :

a/ $I_{1dm} = ?$, $I_{2dm} = ?$, $R_N = ?$, $X_N = ?$, $Z_N = ?$, $R_1 = ?$, $R_2 = ?$, $X_1 = ?$, $X_2 = ?$

Và các thành phần $U_{NR} \% = ?$, $U_{NX} \% = ?$

b/ Độ thay đổi điện áp $\Delta U_2 \% = ?$ và $U_2 = ?$ khi tải định mức với

$\cos \varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

c/ Hiệu suất của máy $\eta = ?$ khi. $\cos \varphi_2 = 0,8$, $K_t = 0,75$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức phía sơ cấp :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{3 \times U_{1f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{1d}} = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 15000} = 6,16 \text{ A}$$

➤ Dòng điện định mức phía thứ cấp :

$$I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{3 \times U_{2f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{2d}} = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 400} = 230 \text{ A}$$

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

Ta có :

$$U_N \% = \frac{I_{1dm} \times Z_N}{U_{1f}} \times 100 = \frac{I_{1dm} \times Z_N}{\frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}}} \Rightarrow Z_N = \frac{U_N \% \times U_{1dm}}{100 \times \sqrt{3} \times I_{1dm}} =$$

$$= \frac{4 \times 15000}{100 \times \sqrt{3} \times 3,16} = 56,2 \Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3 \times I_{N.f}^2} = \frac{P_N}{3 \times (I_{1dm})^2} = \frac{2350}{3 \times 6,16^2} = 20,6 \Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{56,2^2 - 20,6^2} = 52,3 \Omega$$

➤ Điện trở sơ cấp và điện trở thứ cấp quy đổi:

$$\text{Ta có : } R_1 = R_2' = \frac{R_N}{2} = \frac{20,6}{2} = 10,3 \Omega$$

➤ Điện kháng sơ cấp và điện kháng thứ cấp quy đổi:

$$\text{Ta có : } X_1 = X_2' = \frac{X_N}{2} = \frac{56,2}{2} = 28,1 \Omega$$

➤ Hiệu suất MBA :

$$K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{15000}{400} = 37,5$$

➤ Điện trở và điện kháng chưa quy đổi :

$$\text{Ta có : } R_2' = K_{BA}^2 \times R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{R_2'}{K_{BA}^2} = \frac{10,3}{37,5^2} = 0,007 \Omega$$

$$X_2' = K_{BA}^2 \times X_2 \Rightarrow X_2 = \frac{X_2'}{K_{BA}^2} = \frac{28,1}{37,5^2} = 0,02 \Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{6,16 \times 20,6 \times 100}{\frac{15000}{\sqrt{3}}} = 1,46\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{6,16 \times 56,2 \times 100}{\frac{6000}{\sqrt{3}}} = 3,7\%$$

b/

➤ Độ thay đổi điện áp thứ cấp phần trăm khi $K_t = 1$,
 $\cos \varphi_2 = 0,8 \Rightarrow \sin \varphi_2 = 0,6$:

$$\Delta U_2 \% = K_t \times (U_{N.R} \% \times \cos \varphi_2 + U_{N.X} \% \times \sin \varphi_2)$$

Ta có :

$$\Rightarrow \Delta U_2 \% = 1 \times (1,46 \times 0,8 + 3,7 \times 0,6) = 3,4\%$$

➤ Điện áp thứ cấp khi $K_t = 1$:

$$\text{Ta có : } \Delta U_2 \% = \frac{U_{2.dm} - U_2}{U_{2.dm}} \times 100 \Rightarrow U_2 = U_{2.dm} - \frac{\Delta U_2 \% \times U_{2.dm}}{100}$$

$$\text{Vậy } U_2 = U_{2.dm} - \frac{\Delta U_2 \% \times U_{2.dm}}{100} = 400 - \frac{3,4 \times 400}{100} = 386,4V$$

c/

➤ Hiệu suất MBA khi $K_t = 0,75$, $\cos \varphi_2 = 0,8$:

Ta có:

$$\eta = \frac{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2}{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2 + P_0 + K_t^2 \times P_N} = \frac{0,75 \times 160000 \times 0,8}{0,75 \times 160000 \times 0,8 + 460 + 0,75^2 \times 2350} = 0,98$$