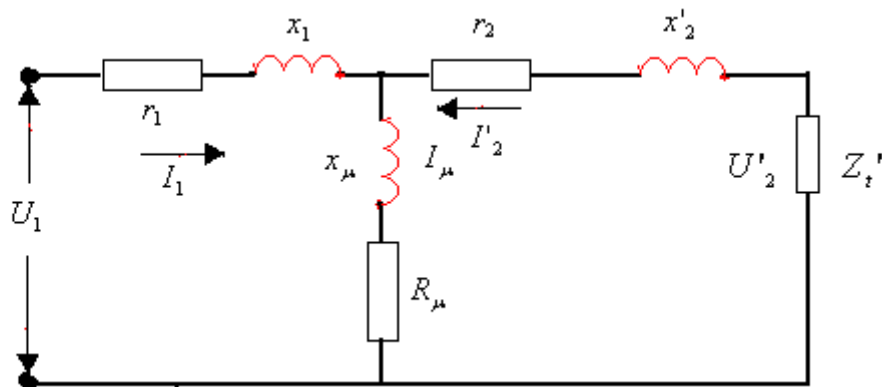


Máy biến áp

1. Xác định các tham số và vẽ mạch điện thay thế của máy biến áp. Đề số n=1.



Thông số: $S_{dm}=25\text{kVA}$; $P_{dm1}/P_{dm2}=10/0,4\text{ kV}$, $U_n\%=4,5\%$, $i_0\%=3,2\%$; $P_0=105$; $P_n=600$; tổ nối dây Y/Y₀-12.

$$U_{1dmF} = \frac{U_{1dmD}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5,77\text{ kV}$$

$$I_{1dmF} = I_{1dmD} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{1dmD}} = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1,44\text{ A}$$

$$i_0 = i_0\% \cdot I_{1dmF} = 3,2\% \cdot 1,44 = 0,0461\text{ A}$$

$$Z_m = Z_0 = \frac{U_{1dmF}}{i_0} = \frac{5,7 \cdot 10^3}{0,0461} = 125162,69\ \Omega$$

$$r_m = r_0 = \frac{P_0}{3 \cdot i_0^2} = \frac{105}{3 \cdot (0,0461)^2} = 16468\ \Omega$$

$$x_m = x_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2} = \sqrt{125162,69^2 - 16468^2} = 124074,6\ \Omega$$

$$U_n = U_n\% \cdot U_{1dmF} = 4,5\% \cdot 5,77 \cdot 10^3 = 259,65\text{ V}$$

$$Z_n = \frac{U_n}{I_n} = \frac{U_n}{I_{1dmF}} = \frac{259,65}{1,44} = 178,256\ \Omega$$

$$r_n = \frac{P_n}{3 \cdot I_n^2} = \frac{600}{3 \cdot (1,44)^2} = 96,451\ \Omega$$

$$x_n = \sqrt{Z_n^2 - r_n^2} = \sqrt{178,256^2 - 96,451^2} = 149,91\ \Omega$$

$$\begin{cases} r_1 = r_2' \\ r_n = r_1 + r_2' \end{cases} \Rightarrow r_1 = r_2' = \frac{r_n}{2} = \frac{94,451}{2} = 47,23 \Omega$$

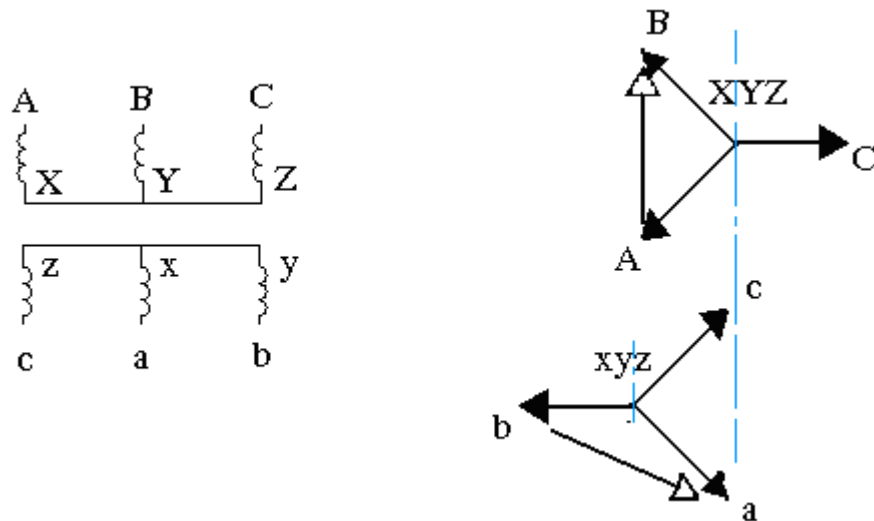
$$\begin{cases} x_1 = x_2' \\ x_n = x_1 + x_2' \end{cases} \Rightarrow x_1 = x_2' = \frac{x_n}{2} = \frac{149,91}{2} = 74,96 \Omega$$

Hệ số quy đổi :

$$k = \frac{U_{1F}}{U_{2F}} = \frac{U_{1dmD}}{U_{2dmD}} = \frac{10}{0,4} = 25$$

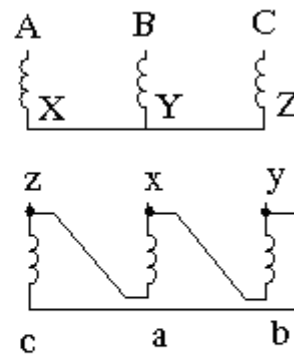
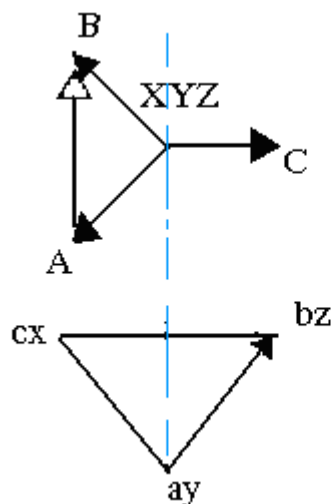
$$\begin{cases} x_2 = \frac{x_2'}{k^2} = \frac{47,23}{625} = 0,0756 \Omega \\ r_2 = \frac{r_2'}{k^2} = \frac{74,96}{625} = 0,12 \Omega \end{cases}$$

2.Xác định tổ nối dây của máy biến áp, theo hình H.5, chọn thứ tự n =1.



Nh- vậy tổ nối dây của máy biến áp là Y/Y₀ _ 4.

3.tr- ờng hợp yêu cầu đ- a các máy biến áp lần l- ợt đấu thành các tổ nối dây Y / Δ _ 1 .



4. Xác định độ thay đổi điện áp ΔU và vẽ đặc tính ngoài

a. Lập bảng giá trị với hàm ($\Delta U \%$, β)

$$\Delta U \% = \beta (U_{nr} \% \cos \varphi_2 + U_{nx} \% \sin \varphi_1)$$

$$U_{nr} \% = \frac{I_{1dmF} \cdot r_n}{U_{1dmF}} 100 = \frac{1,44 \cdot 96,451}{5,77 \cdot 10^3} 100 = 2,4\%$$

$$U_{nx} \% = \frac{I_{1dmF} \cdot x_n}{U_{1dmF}} 100 = \frac{1,44 \cdot 149,91}{5,77 \cdot 10^3} 100 = 3,74$$

(+) Khi $\cos \varphi_2 = 0,8$ (điện dung); $\sin \varphi_2 = -0,6$. Thay vào ta có:

$$\Delta U \% = \beta (2,4 \cdot 0,8 - 3,74 \cdot 0,6) = -\beta 0,324$$

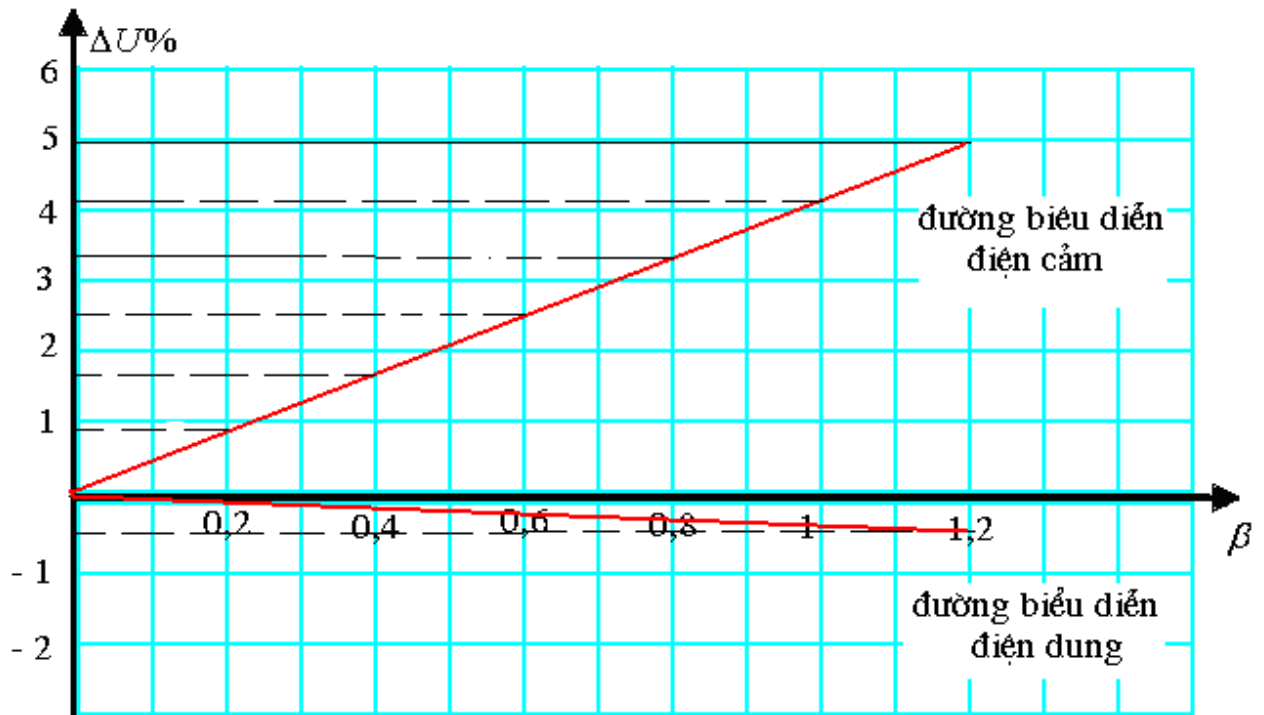
(+) Khi $\cos \varphi_2 = 0,8$ (điện cảm); $\sin \varphi_2 = 0,6$. Thay vào ta có:

$$\Delta U \% = \beta (2,4 \cdot 0,8 + 3,74 \cdot 0,6) = \beta 4,164$$

Ta có bảng số liệu:

β	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
$\Delta U \%$ (điện dung)	0	-0,0648	-0,1246	-0,1944	-0,2592	-0,324	-0,389
$\Delta U \%$ (điện cảm)	0	0,8318	1,67	2,5	3,33	4,164	4,9968

Đồ thị chung cho cả 2 trường hợp:



b. Lập bảng giá trị với đ-ờng đặc tính ngoài (U_2, I_2)

$$\Delta U = U_{20} - U_2 = \beta \cdot U_n \cdot \cos(\varphi_n - \varphi_2) (*)$$

$$I_{2dmF} = I_{2dmD} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{1dmD}} = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 36,084 \text{ A}$$

$$U_{20} = U_{2dmF} = \frac{U_{2dmD}}{\sqrt{3}} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} = 230,94 \text{ KV}$$

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2dmF}} = \frac{I_2}{36,084}$$

$$U_n = U_{2nF} = \frac{U_{2dmD}}{\sqrt{3}} \cdot U_n \% \cdot \frac{1}{100} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 4,5 \cdot \frac{1}{100} = 10,39 \text{ V}$$

$$\varphi_n = \arctg \frac{x_n}{r_n} = \arctg \frac{149,91}{96,451} = 57,23$$

(+) Khi $\cos \varphi_2 = 0,8$ (điện dung) $\Rightarrow \varphi_2 = -36,87$. Thay vào (*) ta có:

$$\frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} - U_2 = \frac{I_2}{36,084} \cdot 10,39 \cos(57,23 + 36,87)$$

$$\Rightarrow U_2 = 230,94 + 0,021 \cdot I_2$$

(+) Khi $\cos \varphi_2 = 0,8$ (điện cảm) $\Rightarrow \varphi_2 = 36,87$. Thay vào (*) ta có:

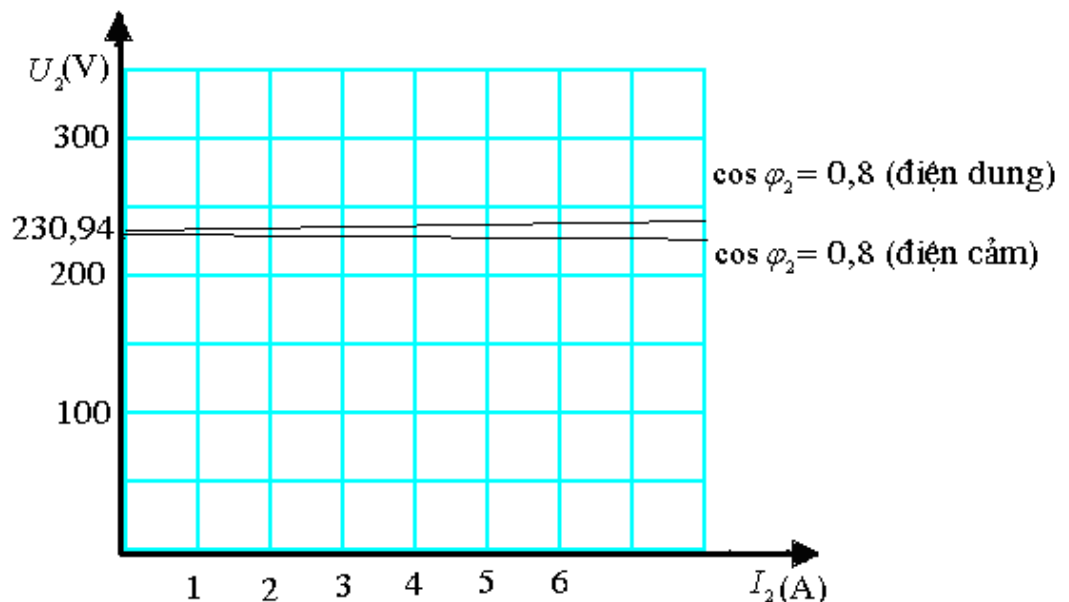
$$\frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} - U_2 = \frac{I_2}{36,084} \cdot 10,39 \cos(57,23 - 36,87)$$

$$\Rightarrow U_2 = 230,94 - 0,27 \cdot I_2$$

Ta có bảng số liệu:

I_2	0	1	2	3	4	5	6
U_2 điện dung	230,94	230,982	231	231,03	231,03	231,045	231,066
U_2 điện cảm	230,67	230,4	230,13	229,13	229,86	229,59	229,32

Đồ thị chung cho cả 2 trường hợp:



5. Vẽ đồ thị công hiệu suất $\eta = f(\beta)$ khi $\cos \varphi_2 = 0,8$ (điện cảm). Tìm giá trị η_{MAX} .

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_{dm} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{dm} \cdot \cos \varphi_2 + \beta^2 \cdot P_n + P_0} = \frac{\beta \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{\beta \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + \beta^2 \cdot 600 + 105}$$

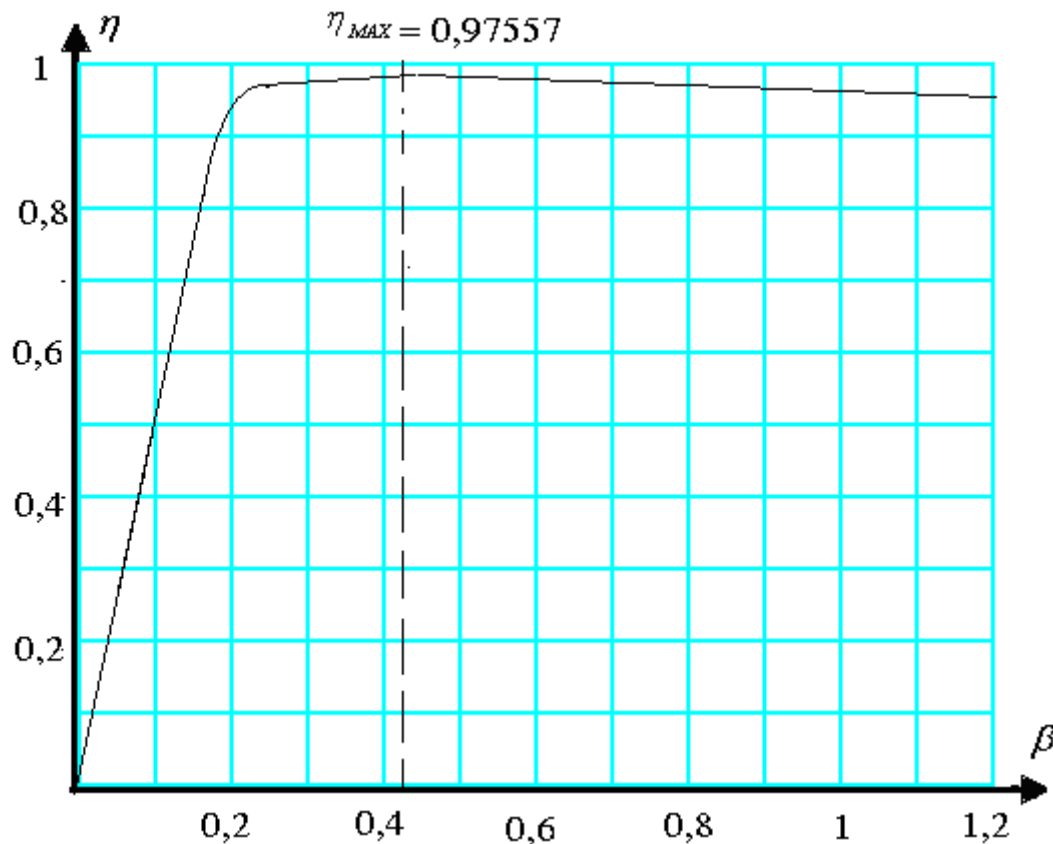
Khi η_{MAX} thì $\eta = \frac{d\eta}{d\beta}$ nh- vậy $\beta = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}} = \sqrt{\frac{105}{600}} = 0,418$

$$\eta_{MAX} = \frac{0,418 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{0,418 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 0,418^2 \cdot 600 + 105} = 0,9755$$

Lập bảng giá trị (β, η)

β	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
η	0	0,968	0,975	0,974	0,97	0,966	0,961

Có đồ thị nh- sau:



6. Mắc máy biến áp song song với một máy có cùng dung l- ợng. Độ chênh lệch U_n là 10%.

a. Xác định tải mỗi máy.

$$S_{dm1} = S_{dm2} = 25 \text{ KVA}$$

$$U_{n2} \% = 1,1 \cdot U_{n1} \% \quad (\text{vì } 100\% + 10\% = 110\%)$$

$$\beta_1 = \frac{S_1}{S_{dm1}} ; \beta_1 = \frac{S_1}{S_{dm1}} = \frac{S_1}{S_{dm2}}$$

$$\text{Mặt khác : } \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{U_{n2}}{U_{n1}} = 1,1 \frac{U_{n1}}{U_{n1}} = 1,1$$

$$\Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2} = 1,1 \quad (1)$$

$$\text{Theo đề bài thì } S_{dm2} + S_{dm1} = 2 \cdot S_{dm} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ KVA} \quad (2)$$

$$\text{Giải (1),(2) ta có: } S_{dm1} = 26,191 ; S_{dm2} = 23,809$$

$$\beta_1 = \frac{S_1}{S_{dm1}} = \frac{26,191}{25} = 1,04764$$

$$\beta_2 = \frac{S_2}{S_{dm1}} = \frac{23,809}{25} = 0,95236$$

b. Do có $\beta_1 > \beta_2$. Để cho không máy nào bị quá tải thì $\beta_1 = 1$. Ta có công thức biến đổi :

$$\beta_1 = \frac{S_{\Sigma}}{U_{n1} \left(\frac{S_{dm1}}{U_{n1}} + \frac{S_{dm2}}{U_{n2}} \right)} = 1$$

$$S_{\Sigma} = S_{dm1} + S_{dm2} \cdot \frac{U_{n1}}{U_{n2}} = 25 + 25 \cdot \frac{1}{1,1} = 47,727 \text{ KVA}$$

Dung l-ợng thiết kế không đ-ợc sử dụng triệt để là :

$$\Delta S_{\Sigma} = 2 \cdot S_{dm1} - S_{\Sigma} = 50 - 47,727 = 2,273 \text{ KVA}$$

7. Dùng một máy biến áp làm nhiệm vụ giảm áp. Đ-ợc ghép song song với máy có cùng dung l-ợng. Nh-ng lệch nhau $\Delta U = 5\%$. Cho rằng tổn hao ngắn mạch của máy sau lớn hơn máy tr-ớc là 10%.

$$\text{Máy 2 có } S_{dmI} = S_{dmII} ; U_{nI} \% = U_{nII} \%$$

$$\text{Do đấu Y/Y}_0 \text{ - 12. nên } U_{(1)I} = U_{(1)II}$$

$$\Delta U = U_{(2)I} - U_{(2)II} = 5\% \cdot U_{(2)I}$$

$$P_{(n)II} = 1,1 \cdot P_{(n)I}$$

$$\text{Ta có : } I_{CB I} = - I_{CB II} = \frac{\Delta U}{Z_{nl} + Z_{nII}} = \frac{5\% U_{(2)I}}{Z_{nl} + Z_{nII}}$$

Quy đổi từ sơ cấp sang thứ cấp :

$$r_{(n)I} = \frac{r_n}{k_I^2} = \frac{96,451}{25^2} = 0,154 \, \Omega$$

$$X_{(n)I} = \frac{x_n}{k_I^2} = \frac{149,91}{25^2} = 0,24 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} r_{(n)II} &= \frac{P_{(n)II}}{3 \cdot (I_{2dmF})^2} = \frac{1,1 P_{(n)I}}{3 \cdot \left(\frac{S_{dm}}{\sqrt{3} U_{(2dmD)II}} \right)^2} = \frac{1,1 P_{(n)I} \cdot U_{(2dmD)II}^2}{3 \cdot (S_{dm})^2} \\ &= \frac{1,1 P_{(n)I} \cdot (0,95)^2 \cdot U_{(2dmD)II}^2}{3 \cdot (S_{dm})^2} = \frac{1,1 \cdot 600 \cdot (0,95)^2 \cdot 230,94^2}{3 \cdot (25 \cdot 10^3)^2} = 0,0169 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{(n)II} &= \frac{U_{(n)II}}{I_{(n)II}} = \frac{U_n \%}{100} \cdot \frac{U_{(n)II}}{I_{(n)II}} = \frac{U_n \%}{100} \cdot \frac{(0,95)^2 \cdot U_{(2dmF)II}^2}{S_{dm}} \\ &= \frac{U_n \%}{100} \cdot \frac{(0,95)^2 \cdot U_{(2dmF)II}^2}{S_{dm}} = \frac{4,5}{100} \cdot \frac{(0,95)^2 \cdot 230,94^2}{25 \cdot 10^3} = 0,085 \, c \end{aligned}$$

$$X_{(n)II} = \sqrt{Z_{(n)II}^2 - r_{(n)II}^2} = \sqrt{0,0866^2 - 0,0169^2} = 0,085 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} Z_{(n)I} + Z_{(n)II} &= (r_{(n)I} + j \cdot X_{(n)I}) + (r_{(n)II} + j \cdot X_{(n)II}) \\ &= (0,154 + j \cdot 0,24) + (0,0169 + j \cdot 0,085) \\ &= 0,1709 + j \cdot 0,325 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow I_{CB I} = - I_{CB II} &= \frac{\Delta U}{Z_{nl} + Z_{nII}} = \frac{5\% \cdot 230,94}{0,1709 + j \cdot 0,325} = \frac{11,55}{0,367 \angle 62,26} \\ &= 31,47 \angle -62,26 \end{aligned}$$

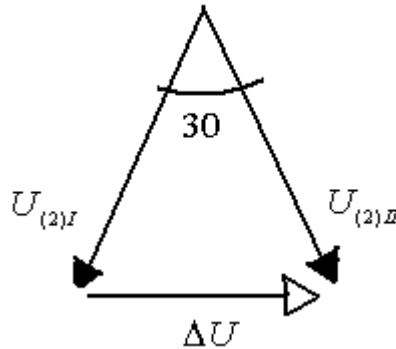
Nh- vậy $I_{CB I} = - I_{CB II} = 31,47 \, A$; góc pha $\varphi = -62,26$

8. Dùng một máy biến áp làm nhiệm vụ tăng áp. Đ-ợc ghép song song với máy có cùng dung l-ợng. Nh-ng có tổ nối dây khác nhau.

Có $S_{dmI} = S_{dmII}$; $U_{nI} \% = U_{nII} \%$, $k_I = k_{II}$; $I_{CB} = \frac{\Delta U}{Z_{nI} + Z_{nII}}$

a. Điện áp dây thứ cấp lệch nhau 30

$$\begin{aligned} \Delta U &= U_{(2)I} - U_{(2)II} \cos 30 - j \sin 30 \\ &= \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} [1 - \cos 30 - j \sin 30] = 773,65 + j \cdot 2886,75 \text{ V} \end{aligned}$$



Thay đổi các đại lượng thứ cấp về sơ cấp:

$$Z_{(n)I} = Z_{(n)II} = r_{(n)} + j \cdot x_{(n)} = 96,451 + j \cdot 149,91 \Omega$$

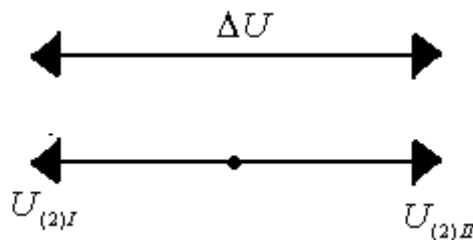
$$\Rightarrow I_{CB} = \frac{773,65 + j \cdot 2886,75}{2(96,451 + j \cdot 149,91)} = \frac{2488,62 \angle 74,997}{2 \cdot 178,257 \angle 57,243} = 8,383 \angle 17,254$$

Vì MBA là tăng áp nên $k' = \frac{1}{k}$

$$I_{(CB)SO \text{ cap}} = \frac{I_{cb}}{k'} = \frac{8,383}{k'} = 8,383 \cdot k = 8,383 \cdot 25 = 209,575 \text{ A}$$

b. Dòng điện dây thứ cấp lệch nhau 180

$$\Delta U = 2 \cdot U_{(2)I} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} = 11547 \text{ V}$$



$$\Rightarrow I_{CB} = \frac{11547}{2(96,451 + j149,91)} = \frac{11547}{2.178,257 \angle 57,243} = 32,389 \angle -57,243$$

$$I_{(CB) \text{ SO cap}} = \frac{I_{cb}}{k'} = \frac{32,389}{k'} = 32,389.k = 32,389.25 = 809,725 \text{ A}$$

Máy điện không đồng bộ

1. Vẽ sơ đồ khai triển dây quấn ba pha của máy số n=1, ở bảng số 6. Xác định các hệ số dây quấn ứng các sóng điều hoà bậc 1, 5, 7 của dây quấn.

Ta có các số liệu là kiểu dây quấn 1 lớp đồng tâm 2 mặt, m = 3 số pha

$$2p = 4 \Rightarrow p = 2 \text{ số đôi cực}$$

q = 2 số rãnh (hay cạnh tác dụng) đ- ọc xét trong hình sao s.đ.đ

$$Z = 2p.q.m = 2.2.2.3 = 24 \text{ rãnh được xét trong sơ đồ dây quấn.}$$

Vì mỗi rãnh chỉ đặt 1 cạnh của 1 bối dây, và mỗi bối dây có 2 cạnh tác dụng nên với dây quấn 1 lớp, có $s = \frac{Z}{2} = \frac{24}{2} = 12$ số bối dây.

$$\text{Số b- ớc dây } y = \tau = \frac{Z}{2p} = \frac{24}{4} = 6 \text{ (b- ớc đủ).}$$

$$\text{Có } y = \beta . \tau \Rightarrow \beta = 1$$

$$\alpha = \frac{p.360}{Z} = \frac{2.360}{24} = 30$$

a = 1 số mạch nhánh song song.



$$k_{nY} = \sin\left(1 \cdot \gamma \cdot \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{và} \quad k_{rY} = \frac{\sin(2 \cdot \gamma \cdot 30 / 2)}{2 \cdot \sin(\gamma \cdot 30 / 2)}$$

Nh- vậy hệ số dây quấn tại các bậc sóng $k_{dqY} = k_{nY} \cdot k_{rY}$

(+) tại sóng bậc 1 có $\gamma = 1$

$$k_{dqY} = k_{nY} \cdot k_{rY} = \sin\left(1 \cdot 1 \cdot \frac{\pi}{2}\right) \cdot \frac{\sin(2 \cdot 1 \cdot 30 / 2)}{2 \cdot \sin(1 \cdot 30 / 2)} = 1,673$$

(+) tại sóng bậc 5 có $\gamma = 5$

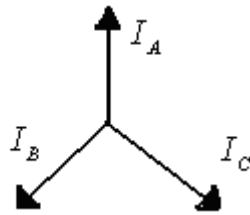
$$k_{dqY} = k_{nY} \cdot k_{rY} = \sin\left(1 \cdot 5 \cdot \frac{\pi}{2}\right) \cdot \frac{\sin(2 \cdot 5 \cdot 30 / 2)}{2 \cdot \sin(5 \cdot 30 / 2)} = 0,2588$$

(+) tại sóng bậc 7 có $\gamma = 7$

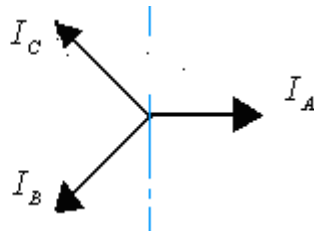
$$k_{dqY} = k_{nY} \cdot k_{rY} = \sin\left(1 \cdot 7 \cdot \frac{\pi}{2}\right) \cdot \frac{\sin(2 \cdot 7 \cdot 30 / 2)}{2 \cdot \sin(7 \cdot 30 / 2)} = 0,2588$$

2. Vẽ đồ- ờng cong biểu diễn sức từ động nói trên khi có dòng điện 3 pha đối xứng. Trong phạm vi 2 b- ớc cực.

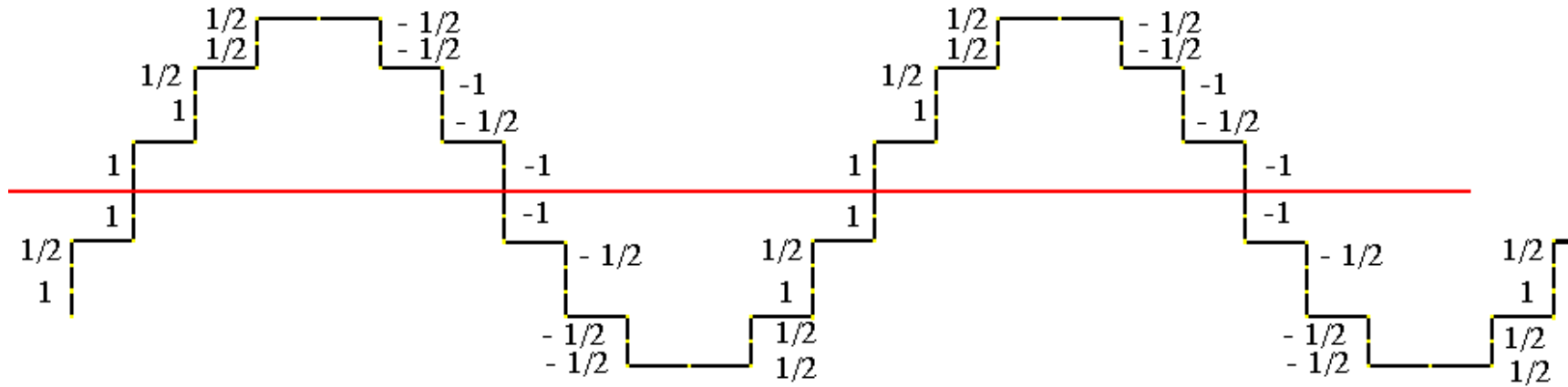
$$\text{Khi } I_A = I_{MAX} = 1 \Rightarrow I_B = I_C = -\frac{1}{2} \quad \text{và} \quad X = -1 \Rightarrow Y = Z = \frac{1}{2}$$



$$\text{Khi } I_A = I_{MIN} = 0 \Rightarrow I_B = \frac{\sqrt{3}}{2}, I_C = -\frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{và} \quad X = 0 \Rightarrow Y = \frac{\sqrt{3}}{2}, Z = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

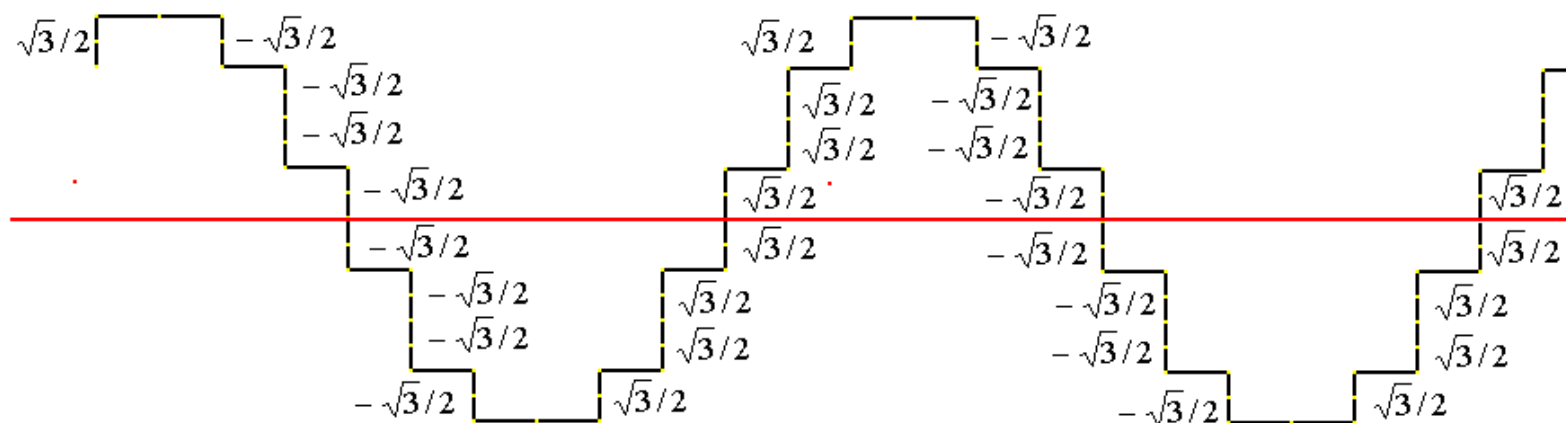


A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y
1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-1	-1	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-1	-1	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y
$\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-1	-1	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	-1	-1	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y
0	0	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y	Y	A	A	Z	Z	B	B	X	X	C	C	Y
$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Khi dòng điện biến đổi đi-ợc 1 chu Zkì T thì sức từ động quay đi-ợc $2.\tau$ trong không gian. Vậy thì từ $I_A = c=1$ đến $I_A = I_{MIN} = 0$ là T/4 ứng với 2 thời điểm s.t.đ xê dịch đi-ợc $\tau/2$ trong không gian.

3. Tần số của dòng điện f_{2r} của dây quấn roto động cơ điện cho trong bảng 7

$$P_{dm}=3kW, U_{dm}=380V, I_{dm}=6,15A,$$

$$\cos \varphi = 0,91, n_1=3000\text{vòng/phút},$$

$$p_F = 0,02KW, p_{Co} = 0,04KW,$$

$$r_m^* = 0,6, x_m^* = 3,3,$$

$$r_1^* = 0,037, r_2^* = 0,044, x_1^* = 0,09, x_2^* = 0,1.$$

Ta có công thức tính tần số $f_{2r} = f_1.s_r$. Trong đó s_r là hệ số trượt đối với sóng bậc v

$$n_{1r} = \pm \frac{n_1}{r} \text{ vậy } s_r = \frac{\pm n_1 - n}{\pm n_{1r}} = 1 \mp r(1 - s)$$

$$f_1 = \frac{p.n_1}{60} = \frac{3.3000}{60} = 150\text{HZ}$$

Trong đó “+” tương ứng với bậc 5. Còn “-” ứng với sóng bậc 1,7

$$(+) \text{ Bậc } 1(r=1) \quad s_1 = 1 - 1(1 - s) = s \Rightarrow f_{21} = f_1.s_1$$

s	1	0	0,05
s_1	1	0	0,05
f_{21}	150	0	7,5

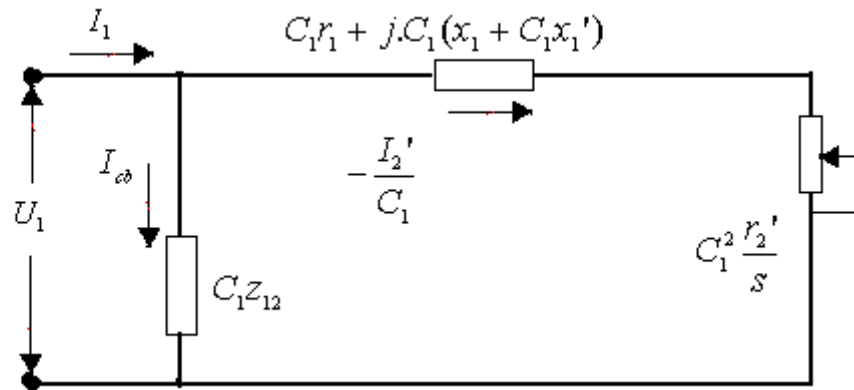
$$(+) \text{ Bậc } 1(r=1) \quad s_5 = 1 - 5(1 - s) = 6 - 5s \Rightarrow f_{21} = f_1.s_5$$

s	1	0	0,05
s_5	1	6	5,75
f_{21}	150	900	862,5

(+) Bậc 1(r=1) $s_7 = 1 - 7(1 - s) = 7s - 6 \Rightarrow f_{21} = f_1 \cdot s_7$

s	1	0	0,05
s_7	1	-6	- 5,65
f_{21}	150	-900	-847,5

4.Xác định đặc tính làm việc của động cơ điện. Với sơ đồ thay thế nh- sau



Với $C_1 = 1 + \frac{Z_1}{Z_m} = 1 + \frac{X_1}{X_m} = 1$ vì $X_1 \ll X_m$

$U_{1dmF} = \frac{U_{1dmD}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ kV}$

$I_{1dmF} = I_{1dmD} = 6,15 \text{ A}$

Nh- vậy có $\begin{cases} U_1 = U_{dm} = 220 \angle 0 \\ I_1 = I_{dm} = 6,15 \angle -24,495 \end{cases}$

$\cos \varphi = 0,91 \Rightarrow \varphi = 24,495$. Do đây là của dòng điện xoay chiều nên I chậm pha hơn U nên mang dấu âm. Ta tính toán mạch từ cân bằng

$Z_{\text{Can Bang}} = \frac{U_{1dmD}}{I_{1dmD}} = \frac{220}{6,15} = 35,77 \Omega$

$r_m^* = 0,6 \Rightarrow r_m = 0,6 \cdot Z_{\text{Can Bang}} = 0,6 \cdot 35,77 = 21,462 \Omega$

$x_m^* = 3,3 \Rightarrow x_m = 3,3 \cdot Z_{\text{Can Bang}} = 3,3 \cdot 35,77 = 118,041 \Omega$

Bài tập dài máy điện, số thứ tự $n = 1$

$$r_1^* = 0,037 \Rightarrow r_1 = 0,037 \cdot Z_{\text{Can Bang}} = 0,037 \cdot 35,77 = 1,3235 \Omega$$

$$x_1^* = 0,09 \Rightarrow x_1 = 0,09 \cdot Z_{\text{Can Bang}} = 0,09 \cdot 35,77 = 3,2193 \Omega$$

$$r_2^* = 0,044 \Rightarrow r_2' = 0,044 \cdot Z_{\text{Can Bang}} = 0,044 \cdot 35,77 = 1,574 \Omega$$

$$x_2^* = 0,1 \Rightarrow x_2' = 0,1 \cdot Z_{\text{Can Bang}} = 0,1 \cdot 35,77 = 3,577 \Omega$$

Các giá trị $I_{00} = I_{\text{đồng bo}}$; $-I_2'$; I_1 ; I_2 — đều đ-ợc tính theo số phức.

Ta có:

$$\begin{aligned} Z_{12} &= r_1 + r_2 + j(x_1 + x_2) = 1,3235 + 1,574 + j(3,2193 + 3,577) \\ &= 2,8975 + j \cdot 35,77 = 35,887 \angle 85,369 \end{aligned}$$

$$I_{00} = I_{\text{đồng bo}} = \frac{U_{1dmF}}{Z_{12}} = \frac{220}{35,887 \angle 85,369} = 6,13 \angle -85,369 = 5,6 - j2,55$$

$$\begin{aligned} I_{00} = I_{\text{đồng bo}} &\Rightarrow -I_2' = I_1 - I_{\text{đồng bo}} \\ &= 6,15 \angle -24,495 - 6,13 \angle -85,369 \\ &= 6,15 \cdot \cos(-24,495) + j \cdot 6,15 \cdot \sin(-24,495) \\ &\quad - (6,13 \cos(-85,369) + j \cdot 6,13 \cdot \sin(-85,369)) \\ &= 5,102 - j \cdot 3,56 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z'_{2s \text{ dm}} &= \frac{U_{1dmF}}{-I_2'} = \frac{220}{5,102 - j \cdot 3,56} = \frac{220}{6,22 \angle -34,91} = 35,37 \angle 34,91 \\ &= 29 + j20,24 \end{aligned}$$

$$\text{Mà } Z'_{2s \text{ dm}} = C_1(r_1 + C_1^2 \cdot r_2' + \frac{1 - s_{dm}}{s_{dm}} C_1^2 \cdot r_2') + j(x_1 + C_1 \cdot x_2')$$

$C_1 = 1$, thay số vào ta có :

$$Z'_{2s \text{ dm}} = (r_1 + r_2' + \frac{1 - s_{dm}}{s_{dm}} \cdot r_2') + j(x_1 + x_2')$$

$$35,57^2 = \left(1,3235 + 1 \cdot 1,574 + \frac{1 - s_{dm}}{s_{dm}} 1,574 \right)^2 + (3,2193 + 1 \cdot 3,577)^2$$

$$\Rightarrow s_{dm} = 0,047$$

Bài tập dài máy điện, số thứ tự $n = 1$

Các đại lượng tính cho 1 pha nên $m_1 = m_2 = 1$ (với m_1 - số pha của roto còn m_2 là của stato).

$$r'_2 = k_i^2 r_2 \Rightarrow k_i = \sqrt{\frac{r'_2}{r_2}} = \sqrt{\frac{1,574}{1,3235}} = 1,091$$

$$I_2 = 1,091.I'_2$$

Xét các trường hợp :

$$(a) \text{ Với } s = 0 \Rightarrow \frac{1 - s_{dm}}{s_{dm}} . r'_2 = \infty \text{ hở mạch nên } I'_2 = 0$$

$$I_1 = I_{00} = I_{\text{dong bo}} = \frac{U_{1dmF}}{Z_{12}} = \frac{220}{35,887 \angle 85,369} = 6,13 \angle -85,369$$

$$\Rightarrow \varphi = -85,369 \Rightarrow \cos \varphi = 0,081$$

$$P_1 = U_1 . I_1 \cos \varphi = 220 . 6,13 . 0,081 = 109,237 \text{ W}$$

$$P_{CU1} = r_1 . I_1^2 = 1,3235 . 6,13^2 = 49,733 \text{ W}$$

$$P_{CU2} = r_1 . I_2^2 = 1,574 . 0^2 = 0 \text{ W}$$

$$P_{Fe2} = r_m . I_{00}^2 = 21,462 . 6,13^2 = 806,48 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \sum p &= P_{CU1} + P_{CU2} + P_{Fe2} + p_{Co} + p_F \\ &= 49,733 + 806,48 + 0,04.1000 + 0,02.1000 = 916,213 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\eta = 1 - \frac{\sum p}{P_1} = 1 - \frac{916,213}{109,237} = -7,387$$

$$P_2 = \eta . P_1 = -7,387 . 109,237 = -806,933 \text{ W}$$

$$n = n_1 . (1 - s) = 3000 . (1 - 0) = 3000$$

$$M = \frac{P_2 + p_{co} + p_F}{\omega} = \frac{P_2 + P_{co} + P_F}{\frac{2\pi . n}{60}} = \frac{-806,933 + 0,04 . 10^3 + 0,02 . 10^3}{\frac{2\pi . 3000}{60}} = -2,38 \text{ N.m}$$

$$(b) \text{ Với } k = 0,25 \Rightarrow s = 0,25 . s_{dm} = 0,25 . 0,047 = 0,01175$$

$$Z'_{2s\,dm} = (r_1 + \frac{1}{s} \cdot r'_2) + j(x_1 + x'_2)$$

$$= (1,3235 + \frac{1}{0,01175} \cdot 1,574) + j(32,193 + 3,577)$$

$$= 135,2 + j.35,77$$

$$-I'_2 = \frac{U_{1\,dmF}}{Z'_{2s\,dm}} = \frac{220}{135,2 + j.35,77} = \frac{220}{139,85 \angle 14,82} = 1,573 \angle -14,82$$

$$= 1,573 \cdot \cos(-14,82) + j.1,573 \cdot \sin(-14,82) = 1,52 - j0,4$$

$$I_1 = I_{00} - I'_2 = 5,6 - j2,55 + 1,52 - j0,4 = 7,12 - j2,95 = 7,71 \angle -22,51$$

$$\Rightarrow \varphi = -22,51 \Rightarrow \cos \varphi = 0,924$$

$$I_2 = 1,091 \cdot I'_2 = 1,091 \cdot 1,573 \angle -14,82 = 1,72 \angle -14,82$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cos \varphi = 220 \cdot 7,71 \cdot 0,924 = 1567,29 \text{ W}$$

$$P_{CU1} = r_1 \cdot I_1^2 = 1,3235 \cdot 7,71^2 = 78,67 \text{ W}$$

$$P_{CU2} = r'_2 \cdot I_2^2 = 1,574 \cdot 1,72^2 = 4,66 \text{ W}$$

$$P_{Fe2} = r_m \cdot I_{00}^2 = 21,462 \cdot 6,13^2 = 806,475 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \sum p &= P_{CU1} + P_{CU2} + P_{Fe2} + p_{Co} + p_F \\ &= 78,67 + 4,66 + 806,475 + 0,04 \cdot 1000 + 0,02 \cdot 1000 \\ &= 949,81 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\eta = 1 - \frac{\sum p}{P_1} = 1 - \frac{949,81}{1567,29} = 0,39$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,39 \cdot 1567,29 = 611,243 \text{ W}$$

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = 3000 \cdot (1 - 0,01175) = 2965$$

$$M = \frac{P_2 + p_{co} + p_F}{\omega} = \frac{P_2 + P_{co} + P_F}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{348,43 + 0,04 \cdot 10^3 + 0,02 \cdot 10^3}{\frac{2\pi \cdot 2965}{60}} = 1,32 \text{ N.m}$$

(c) Với $s = 0,5 \Rightarrow s = 0,5, s_{dm} = 0,5 \cdot 0,047 = 0,0235$

$$Z'_{2s\,dm} = (r_1 + \frac{1}{s} \cdot r'_2) + j(x_1 + x'_2)$$

$$= (1,3235 + \frac{1}{0,0235} \cdot 1,574) + j(32,193 + 3,577)$$

$$= 68,3 + j.35,77$$

$$-I'_2 = \frac{U_{1\,dmF}}{Z'_{2\,sdm}} = \frac{220}{68,3 + j.35,77} = \frac{220}{77,1 \angle 27,64} = 2,85 \angle -27,64$$

$$= 2,85 \cdot \cos(-27,64) + j \cdot 2,85 \cdot \sin(-27,64) = 2,525 - j.1,322$$

$$I_1 = I_{00} - I'_2 = 5,6 - j2,55 + 2,525 - j1,322 = 8,125 - j3,872 = 9 \angle -25,48$$

$$\Rightarrow \varphi = -25,48 \Rightarrow \cos \varphi = 0,902$$

$$I_2 = 1,091 \cdot I'_2 = 1,091 \cdot 2,85 \angle -27,64 = 3,11 \angle -27,64$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cos \varphi = 220 \cdot 9,0902 = 1785,96 \text{ W}$$

$$P_{CU1} = r_1 \cdot I_1^2 = 1,3235 \cdot 9^2 = 107,2035 \text{ W}$$

$$P_{CU2} = r'_2 \cdot I_2^2 = 1,574 \cdot 3,11^2 = 15,224 \text{ W}$$

$$P_{Fe2} = r_m \cdot I_{00}^2 = 21,462 \cdot 6,13^2 = 806,475 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \sum p &= P_{CU1} + P_{CU2} + P_{Fe2} + p_{Co} + p_F \\ &= 107,2035 + 15,224 + 806,475 + 0,04 \cdot 1000 + 0,02 \cdot 1000 \\ &= 988,9025 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\eta = 1 - \frac{\sum p}{P_1} = 1 - \frac{988,9025}{1785,96} = 0,446$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,446 \cdot 1785,96 = 797,06 \text{ W}$$

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = 3000 \cdot (1 - 0,0235) = 2930$$

$$M = \frac{P_2 + p_{\omega} + p_F}{\omega} = \frac{P_2 + P_{\omega} + P_F}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{797,06 + 0,04 \cdot 10^3 + 0,02 \cdot 10^3}{\frac{2\pi \cdot 2930}{60}} = 2,795 \text{ N.m}$$

(d) Với k = 0,75 \Rightarrow s = 0,75. $s_{dm} = 0,75 \cdot 0,047 = 0,03525$

$$Z'_{2s\,dm} = (r_1 + \frac{1}{s} \cdot r'_2) + j(x_1 + x'_2)$$

$$= (1,3235 + \frac{1}{0,03525} \cdot 1,574) + j(32,193 + 3,577)$$

$$= 45,98 + j.35,77$$

$$-I'_2 = \frac{U_{1\,dmF}}{Z'_{2\,sdm}} = \frac{220}{45,98 + j.35,77} = \frac{220}{58,26 \angle 37,88} = 3,78 \angle -37,88$$

$$= 3,78 \cdot \cos(-37,88) + j.3,78 \cdot \sin(-37,88) = 2,984 - j.2,321$$

$$I_1 = I_{00} - I'_2 = 5,6 - j2,55 + 2,984 - j2,321 = 8,584 - j4,871 = 9,87 \angle -29,57$$

$$\Rightarrow \varphi = -29,57 \Rightarrow \cos \varphi = 0,87$$

$$I_2 = 1,091 \cdot I'_2 = 1,091 \cdot 3,78 \angle -37,88 = 4,124 \angle -37,88$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cos \varphi = 220 \cdot 9,87 \cdot 0,87 = 1889,118 \text{ W}$$

$$P_{CU1} = r_1 \cdot I_1^2 = 1,3235 \cdot 9,87^2 = 128,93 \text{ W}$$

$$P_{CU2} = r'_2 \cdot I_2^2 = 1,574 \cdot 4,124^2 = 26,77 \text{ W}$$

$$P_{Fe2} = r_m \cdot I_{00}^2 = 21,462 \cdot 6,13^2 = 806,475 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \sum p &= P_{CU1} + P_{CU2} + P_{Fe2} + p_{Co} + p_F \\ &= 128,93 + 26,77 + 806,475 + 0,04 \cdot 1000 + 0,02 \cdot 1000 \\ &= 1022,175 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\eta = 1 - \frac{\sum p}{P_1} = 1 - \frac{1022,175}{1889,118} = 0,4589$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,4589 \cdot 1889,118 = 866,943 \text{ W}$$

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = 3000 \cdot (1 - 0,03525) = 2894$$

$$M = \frac{P_2 + p_{co} + p_F}{\omega} = \frac{P_2 + P_{co} + P_F}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{866,943 + 0,04 \cdot 10^3 + 0,02 \cdot 10^3}{\frac{2\pi \cdot 2894}{60}} = 3,06$$

(e) Với k = 1,25 \Rightarrow s = 1,25. $s_{dm} = 1,25 \cdot 0,047 = 0,059$

$$Z'_{2s\,dm} = (r_1 + \frac{1}{s} \cdot r'_2) + j(x_1 + x'_2)$$

$$= (1,3235 + \frac{1}{0,059} \cdot 1,574) + j(32,193 + 3,577)$$

$$= 28 + j.35,77$$

$$-I'_2 = \frac{U_{1\,dmF}}{Z'_{2\,sdm}} = \frac{220}{28 + j.35,77} = \frac{220}{45,43 \angle 51,95} = 4,8426 \angle -51,95$$

$$= 4,8426 \cdot \cos(-51,95) + j.4,8426 \cdot \sin(-51,95) = 2,985 - j.3,813$$

$$I_1 = I_{00} - I'_2 = 5,6 - j2,55 + 2,985 - j3,813 = 8,585 - j6,363 = 10,69 \angle -36,55$$

$$\Rightarrow \varphi = -36,55 \Rightarrow c = 0,803$$

$$I_2 = 1,091 \cdot I'_2 = 1,091 \cdot 4,8426 \angle -51,95 = 5,283 \angle -51,95$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \cos \varphi = 220 \cdot 10,69 \cdot 0,803 = 1888,5 \text{ W}$$

$$P_{CU1} = r_1 \cdot I_1^2 = 1,3235 \cdot 10,69^2 = 151,244 \text{ W}$$

$$P_{CU2} = r'_2 \cdot I_2^2 = 1,1574 \cdot 5,283^2 = 43,93 \text{ W}$$

$$P_{Fe2} = r_m \cdot I_{00}^2 = 21,462 \cdot 6,13^2 = 806,475 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} \sum p &= P_{CU1} + P_{CU2} + P_{Fe2} + p_{Co} + p_F \\ &= 151,244 + 43,93 + 806,475 + 0,04 \cdot 1000 + 0,02 \cdot 1000 \\ &= 1061 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\eta = 1 - \frac{\sum p}{P_1} = 1 - \frac{1061}{1888,5} = 0,44.$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,44 \cdot 1888,5 = 826,851 \text{ W}$$

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = 3000 \cdot (1 - 0,059) = 2823$$

$$M = \frac{P_2 + p_{co} + p_F}{\omega} = \frac{P_2 + P_{co} + P_F}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{826,851 + 0,04 \cdot 10^3 + 0,02 \cdot 10^3}{\frac{2\pi \cdot 2823}{60}} = 3 \text{ N.m}$$

Sau khi xét xong các tr-ờng hợp yêu cầu ta xác định M_{MAX} và s_m từ biểu thức Clôx.

$$s_m = \frac{C_1 \cdot r'_2}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 \cdot x'_2)^2}} = \frac{1.1,574}{\sqrt{1,3235^2 + (3,2193 + 1.3,577)^2}} = 0,227$$

$$\frac{M}{M_{MAX}} = \frac{2}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s}}$$

Chọn theo giá trị s = 0,512 và M = 2,31

$$M_{MAX} = \frac{M \left(\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s} \right)}{2} = \frac{2,795 \left(\frac{0,0235}{0,227} + \frac{0,227}{0,0235} \right)}{2} = 13,64 \text{ N.m}$$

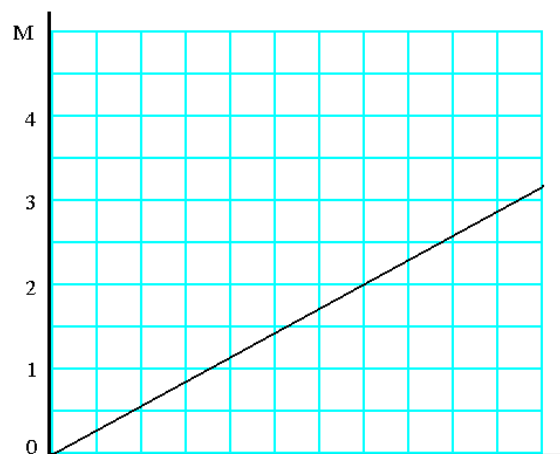
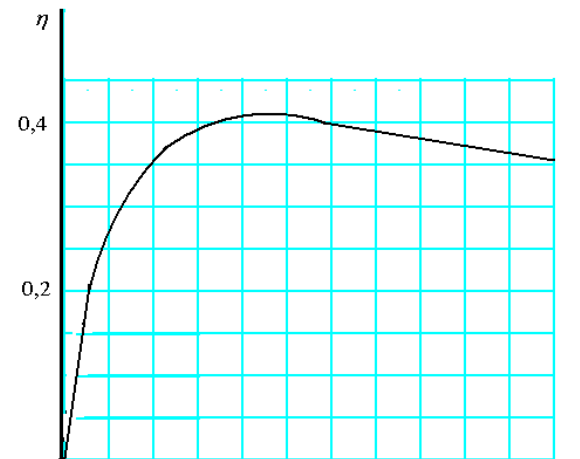
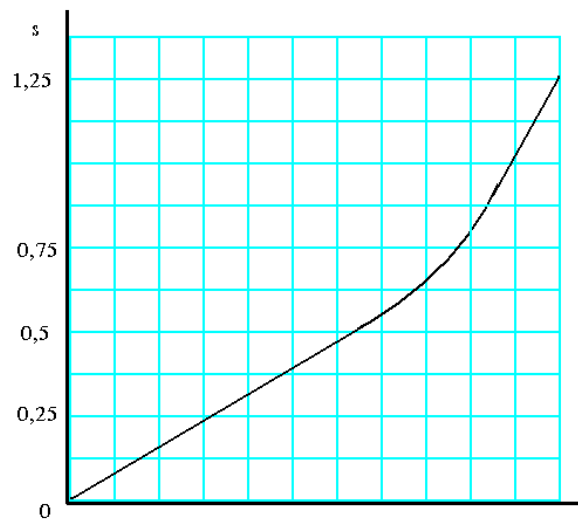
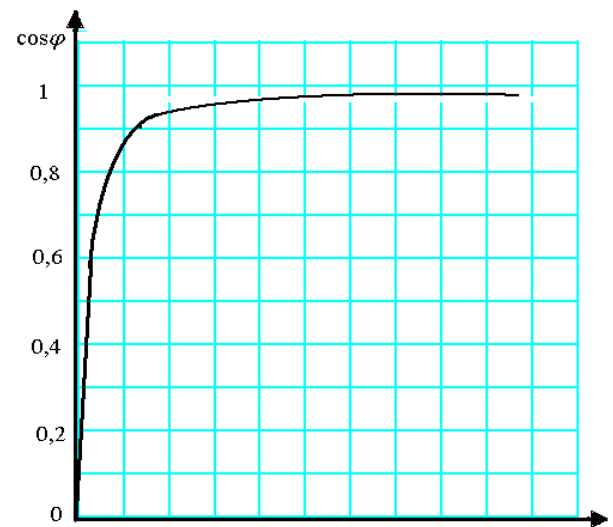
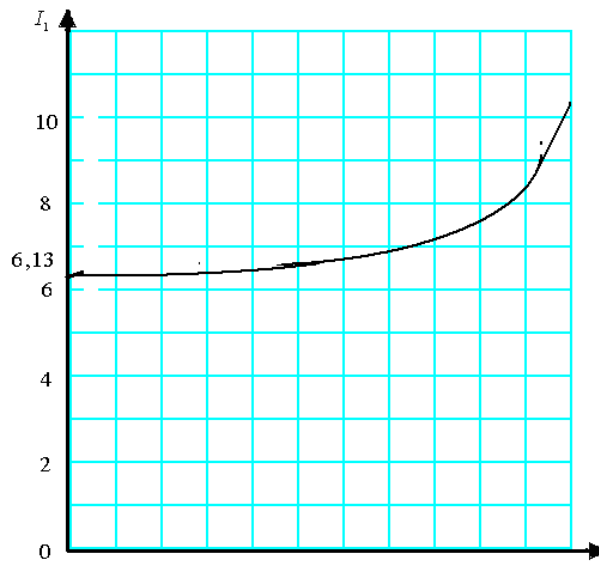
Ta có bảng biểu

k	0	0,25	0,5	0,75	1,25
s	0	0,01175	0,0235	0,03525	0,059
I ₁	6,13	7,71	9	9,87	10,69
cos φ	0,081	0,924	0,902	0,87	0,803
η	- 7,387	0,39	0,446	0,4589	0,44
P ₂	- 806,933	611,243	797,06	866,943	826,851
M	- 2,38	1,32	2,795	3,06	3

$$P = \frac{60 \cdot f}{n_1} = \frac{60 \cdot 50}{3000} = 1$$

$$M_{dm} = \frac{m_1 p U_1 r'_2 / s_{dm}}{2\pi f_1 \sqrt{(r_1 + C_1 r'_2 / s_{dm})^2 + (x_1 + C_1 x'_2)^2}} = \frac{3.1.220^2 \cdot 1,574 / 0,047}{2\pi 150 \sqrt{(1,3235 + 1.1,574 / 0,047)^2 + (3,2193 + 1.3,577)^2}} = 4,103$$

$$k_m = \frac{M_{MAX}}{M_{dm}} = \frac{13,64}{4,103} = 3,22$$



Bài tập dài máy điện, số thứ tự $n = 1$

5. Ta có khi mở máy $s = 1$

$$M_{dm} = M_{mo\ may} = \frac{.m_1 p . U_1^2 . (r'_2 + r_F)}{2\pi f_1 [(r_1 + C_1 . r'_2 + r_F)^2 + (x_1 + C_1 x'_2)^2]} =$$

$$4,103 = \frac{3 . 1 . 220^2 . (r'_2)}{2\pi 150 [(1,3235 + r'_2)^2 + (3,2913 + 3,577)^2]}$$

$$r'_2 = 33,45$$

Vậy trị số của biến trở

$$\Delta r'_2 = 33,45 - 1,574 = 31,876$$

Dòng điện đ- a vào mạch roto là

$$I'_2 = \frac{.U_1 .}{\sqrt{(r_1 + r'_2)^2 + (x_1 + x'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{(1,3235 + 33,45)^2 + (3,2913 + 3,577)^2}}$$

$$= \frac{220}{35,45} = 6,21$$

6. Xác định điện trở phụ đ- a vào mạch roto để có $n = 0,5 . n_1$

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1} = 1 - \frac{n}{n_1} = 1 - \frac{0,5 n_1}{n_1} = 1 - 0,5 = 0,5$$

Momen động cơ lúc đó sẽ nh- sau:

$$M_{dm} = M_{mo\ may} = \frac{.m_1 p . U_1^2 . (r'_2 + r_F) / s}{2\pi f_1 [(r_1 + C_1 . r'_2 / s + r_F / s)^2 + (x_1 + C_1 x'_2)^2]} =$$

$$4,103 = \frac{3 . 1 . 220^2 . (1,574 + r_F) / 0,5}{2\pi 150 [(1,3235 + 1,574 / 0,5 + r_F / 0,5)^2 + (3,2913 + 3,577)^2]}$$

$$r_F = 15,151$$