Université Sultan Moulay Slimane
Faculté des Sciences et Techniques
Département : Génie Electrique

12 juin 2024

Examen
Electrotechnique
GE-GM /S4

Solution

Exercice 1

1) La charge consomme la puissance active $P = 25\ kW$ avec un facteur de puissance:

$$cos\ \varphi\ =\ 0{,}7\ AR.$$

On calcule: $$tan\ \varphi = +\ 1{,}02$$

Cette charge consomme donc la puissance réactive positive (déphasage arrière = charge inductive = Q > 0) :

$$Q_{charg}\ \ = P.tan\ \varphi = 25 \cdot 103 \times 1{,}02 =\ 25{,}5\ KVAR$$

2)

Trois condensateurs de capacité C câblés en étoiles sont sous la tension $V = 230\ V$.

En conséquence ils consomment la puissance réactive : $Q_c =-\ 3 \cdot C\omega V^2$

Pour finir, les condensateurs ne modifiant pas la puissance active totale consommée par le système, l'ensemble charge + condensateurs va consommer la puissance réactive :

$$Q_{total} = P \cdot tan(Arccos(0{,}92))\ =\ 10{,}64\ kVAR$$

La relation entre ces différentes puissances réactives s'écrit :

$$Q_{total} = Q_{charge} + Q_c \text{ c'est-à-dire : } Q_{total}\ =\ Q\ -\ 3C\omega V^2$$

On en déduit :

$$C = \frac{Q - Q_{total}}{3\omega V^2} = 0{,}29\ mF$$

3) Dans le cas des capacités C′, câblées en triangle, le calcul est le même sauf que les trois condensateurs sont sous la tension $U = \sqrt{3}\,V$. En conséquence, ils consomment la puissance réactive :

$$Q_{C'} = -3 \cdot C'\omega U^2 = -9 \cdot C'\omega V^2$$

La relation entre les différentes puissances réactives s'écrit ici :$Q_{total} = Q - 9 \cdot C'\omega V^2$

On en déduit :

$$C' = \frac{Q - Q_{total}}{9\omega V^2} = 99{,}4\ \mu F$$

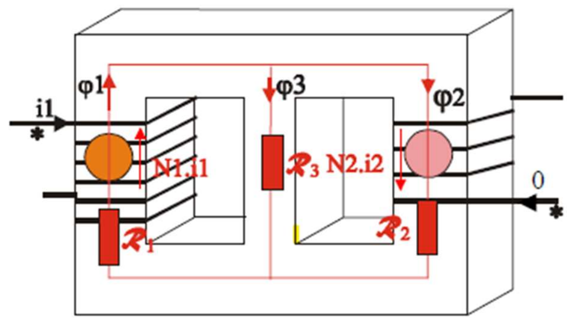
4) Il est clair que, pour assurer la même valeur du $cos\varphi$, la solution 2 (en triangle) permet le choix de condensateurs de moindres capacités, donc plus petits et moins chers. En câblant les condensateurs en triangle on gagne un facteur 3 sur la puissance réactive produite et donc sur la valeur de la capacité nécessaire.

Exercice 2

1) Voir le schéma ci-contre.

$$\Re_1 = \Re_2 = \frac{\ell_1}{\mu_o \cdot \mu_r \cdot S_1} = 497.10^3\ SI$$

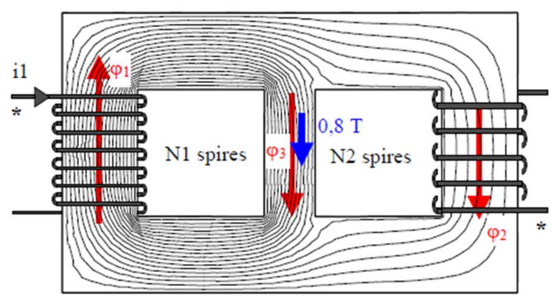
$$\Re_3 = \frac{\ell_3}{\mu_o \cdot \mu_r \cdot S_3} = 248.10^3\ SI$$



2)

$$B_3 = 0{,}8\ \text{T}$$

$$\Rightarrow \varphi_3 = 0{,}8 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 1{,}6 \cdot 10^{-4}\ \text{Wb}$$



On peut utiliser les relations des réseaux électriques linéaires :

Pont diviseur de courant :

$$\varphi_1 = \varphi_3 \cdot \frac{\Re_2 + \Re_3}{\Re_2} = 2{,}4 \cdot 10^{-4}\ \text{Wb}$$

Dipôles en série et en parallèle :

$$N_1 \cdot i_1 = \varphi_1 \cdot [(\Re_2 // \Re_3) + \Re_1] = \varphi_1 \cdot [({\Re_2}^{-1} + {\Re_3}^{-1})^{-1} + \Re_1] = 159\ \text{A}$$

$$\Rightarrow i_1 = \frac{159}{240} = 0{,}663\ \text{A}$$

3)

$$L_1 = \left.\frac{\phi_1}{i_1}\right|_{\text{lorsque } i2=0} = \frac{N_1 \cdot \varphi_1}{i_1} = \frac{240 \cdot 2{,}4 \cdot 10^{-4}}{0{,}663} = 87\text{mH}$$

4)

$$M = \left.\frac{\phi_2}{i_1}\right|_{\text{lorsque } i2=0} = \frac{N_2 \cdot \varphi_2}{i_1} = \frac{50 \cdot 0{,}8 \cdot 10^{-4}}{0{,}663} = 6{,}03\mathrm{mH}$$

Exercice 3

Transformateur monophasé :

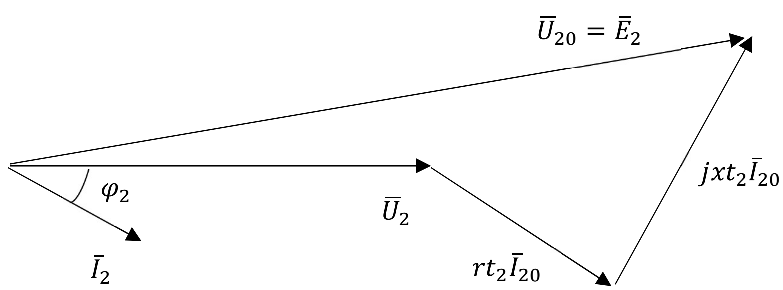
- à vide: $U_{10} = 220$ V, $U_{20} = 130$ V, 50 Hz.
- en CC: $U_{1CC} = 38$ V, $I_{1CC} = 0{,}52$ A, $P_{1CC} = 10$ W.

1)

$$\boldsymbol{m = \frac{U_{20}}{U_{10}} = 0,59}$$
$$\boldsymbol{I_{2cc} = \frac{I_{1cc}}{m} = \frac{0,52}{0,59} = 0,88\ \mathrm{A}}$$
$$\boldsymbol{r_{t_2} = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{10}{(0,88)^2} = 12,9\ \Omega}$$
$$\boldsymbol{x_{t_2} = \sqrt{\left(\frac{mU_{1cc}}{I_{2cc}}\right)^2 - r_{t_2}^2} = 21,9\ \Omega}$$

2)

$$\cos\varphi_2 = \frac{P_2}{U_2 I_2} = 0{,}98 \rightarrow \qquad \boldsymbol{\varphi_2 = 8,83°}$$



$$
\begin{aligned}
U_{20} &= mU_1 \\
\Delta U_2 &= (rt_2 \cos\varphi_2 + xt_2 \sin\varphi_2)\mathrm{I}_2 \\
&= (12{,}9 \times 0{,}98 + 21{,}9 \times 0{,}15)0{,}88 \\
&= \mathbf{14\ V} \\
\boldsymbol{U_{20}} &= \mathbf{129\ V}
\end{aligned}
$$

$$\rightarrow \quad \boldsymbol{U_1 = 218{,}6V}$$