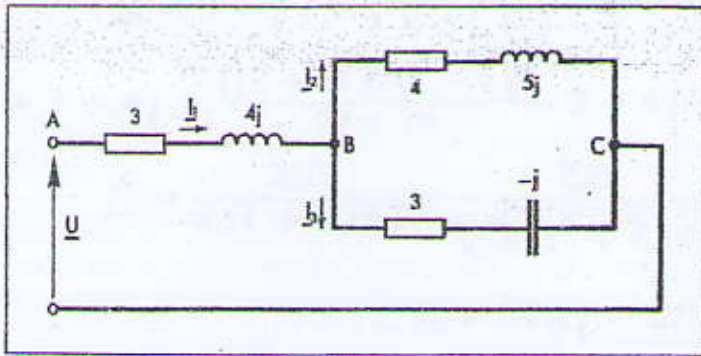


**Exercice1. Réseau monophasé en régime sinusoïdal (6points)**

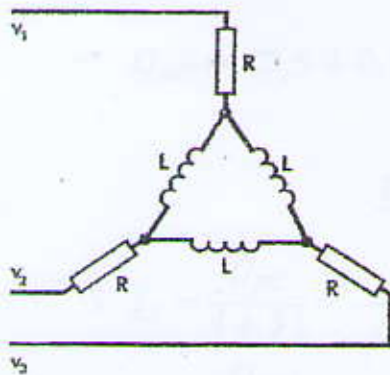
Une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U= 220V$  et de fréquence  $50Hz$  est appliquée au circuit représenté sur la figure suivante. Calculer :



Une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U= 220V$  et de fréquence  $50Hz$  est appliquée au circuit représenté sur la figure ci-contre. Calculer :

1. le courant  $I_1$ ,
2. les tensions  $U_{AB}$  et  $U_{BC}$ ,
3. les courants  $I_2$  et  $I_3$ ,
4. les puissances active et réactive consommées par le circuit.

**Exercice2. Réseau triphasé en régime sinusoïdal (6points)**



Un montage formé de trois inductances pures  $L=0.06H$  et de trois résistances  $R= 10\Omega$  est branché sur la ligne triphasée symétrique directe ( $v_1, v_2$  et  $v_3$ ),  $380V/220V$   $50Hz$ .

1. Quelle est la valeur efficace des courants de ligne ?
2. Calculer pour l'ensemble du montage les puissances active et réactive consommées.
3. Quelles sont les indications des deux wattmètres lors d'une mesure de puissance par la méthode des deux wattmètres ?

**Exercice3. Magnétostatique (5points)**

Une bobine est constituée de 30 spires enroulées sur un circuit magnétique constitué d'un matériau ferromagnétique de perméabilité relative  $\mu_r =1000$  et d'un entrefer de  $1mm$ , la ligne moyenne mesure  $300mm$ . La section du fer est de  $10cm^2$  et celle supposée de l'entrefer de  $12cm^2$ .

1. L'intensité du courant dans le bobinage étant de  $8A$ , calculer l'induction magnétique  $B_e$  dans l'entrefer.
2. Calculer le flux à travers le circuit magnétique ?

**Questions de cours. Transformateur monophasé (3points)**

Donner la définition d'un transformateur monophasé parfait. Citer les conditions qu'il doit satisfaire.

Exercice 1. Réseau monophasé en régime sinusoïdal (6 points)

1. Calculons l'impédance totale de la portion de circuit

$$\underline{Z} = 3 + 4j + \frac{(4 + 5j)(3 - j)}{4 + 5j + 3 - j} = 3 + 4j + \frac{17 + 11j}{7 + 4j}$$

$$= 3 + 4j + \frac{(17 + 11j)(7 - 4j)}{49 + 16} = 3 + 4j + \frac{163 + 9j}{65} = 5,51 + 4,14j \quad 6,812 \angle 37^\circ \quad (1)$$

$$\underline{I}_1 = \frac{220}{5,51 + 4,14j} = \frac{220}{\sqrt{5,51^2 + 4,14^2}} \left[ \text{Arc tg} \left( -\frac{4,14}{5,51} \right) \right]$$

$$\underline{I}_1 = 32 \text{ A} \angle -37^\circ \quad (1)$$

$$2. \underline{U}_{AB} = (3 + 4j) \underline{I}_1 = [5 \angle \text{Arc tg}(4/3)] \times [32 \angle -37]$$

$$\underline{U}_{AB} = 160 \text{ V} \angle 16,1^\circ \quad (1)$$

$$\underline{U}_{BC} = (2,5 + 0,14j) \underline{I}_1 = [\sqrt{2,5^2 + 0,14^2} \angle \text{Arc tg}(0,14/2,5)] \times [32 \angle -37] \quad (1)$$

$$\underline{U}_{BC} = 80,1 \text{ V} \angle -33,8^\circ$$

$$3. \underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_{BC}}{4 + 5j} = \frac{80,1}{\sqrt{16 + 25}} \angle [-33,8 - \text{Arc tg } 5/4] = 12,5 \text{ A} \angle -85,1^\circ \quad (0,5)$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_{BC}}{3 - j} = \frac{80,1}{\sqrt{9 + 1}} \angle [-33,8 + \text{Arc tg } 1/3] = 25,3 \text{ A} \angle -15,4^\circ \quad (0,5)$$

$$4. P = UI_1 \cos \varphi = 220 \times 32 \cos 37 \approx 5620 \text{ W} \quad (0,5)$$

$$Q = UI_1 \sin \varphi = 220 \times 32 \sin 37 \approx 4240 \text{ var} \quad (0,5)$$

Exercice 2. Réseau triphasé en régime sinusoïdal (6points)

1. On remplace les trois bobines d'impédance  $L\omega$  par un système en étoile de trois bobines d'impédance  $L\omega/3$  (théorème de Kennely) : on obtient globalement un montage en étoile dont chaque branche a pour impédance

$$\underline{Z} = 10 + \frac{0,06 \times 100 \pi}{3} j = 10 + 2\pi j = 11,8 \sqrt{3} \Omega \quad (1)$$

Le courant dans chaque fil de ligne admet donc pour valeur efficace

$$I = \frac{220}{\sqrt{100 + 4\pi^2}} = 18,6 \text{ A} \quad (1)$$

2.

$$2.1. P = 3 RI^2 = 3 \times 10 \times \frac{220^2}{100 + 4\pi^2} = 10\,410 \text{ W} \quad (1)$$

$$2.2. Q = 3 \left( \frac{L\omega}{3} \right) I^2 = 3 \times 2\pi \times \frac{220^2}{100 + 4\pi^2} = 6\,540 \text{ var} \quad (1)$$

3.  $L_1$  et  $L_2$  étant les lectures sur les deux wattmètres connectés dans un réseau étoile (2.1, 2.2) :

$$\begin{cases} L_1 + L_2 = P = 10\,410 & (0,5) \\ L_1 - L_2 = \frac{Q}{\sqrt{3}} = \frac{6\,540}{\sqrt{3}} = 3\,776 & (0,5) \end{cases}$$

d'où

$$L_1 = 7\,093 \text{ W} \quad L_2 = 3\,317 \text{ W}$$

(0,5)

(0,5)

**Exercice 3. Magnétostatique (5 points)**

1. L'intensité du courant dans le bobinage étant de 8 A, calculer le champ magnétique dans l'entrefer.

Le circuit magnétique est décomposé en une partie « acier » et en une partie « air » :

• Partie « acier » : longueur  $l_a = 300 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ , section  $S_a = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  et perméabilité magnétique

$$\mu_a = 4\pi \cdot 10^{-4} \text{ SI} \quad (0,5)$$

• Partie « air » : longueur  $l_e = 10^{-3} \text{ m}$ , section  $S_e = 12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  et perméabilité magnétique

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI} \quad (0,5)$$

D'après le théorème d'Ampère :  $H_a l_a + H_e l_e = NI$  avec  $H_a$  et  $H_e$  les modules de l'excitation dans l'acier et l'entrefer,  $N = 30$  spires et  $I$  l'intensité du courant dans le bobinage.

Comme  $B_a = \mu_a H_a$  et  $B_e = \mu_e H_e$ , l'équation précédente devient  $\frac{B_a}{\mu_a} l_a + \frac{B_e}{\mu_0} l_e = NI$   $(0,5)$

D'après la loi de conservation du flux :  $B_a S_a = B_e S_e$  avec  $B_a$  et  $B_e$  les modules du champ magnétique

dans l'acier et l'entrefer. On obtient  $B_a = B_e \frac{S_e}{S_a}$   $(0,5)$

D'où  $B_e \frac{S_e}{S_a} \frac{1}{\mu_a} l_a + \frac{B_e}{\mu_0} l_e = NI$  qui devient  $B_e \left( \frac{S_e}{S_a} \frac{1}{\mu_a} l_a + \frac{1}{\mu_0} l_e \right) = NI$  en factorisant  $B_e$  et

$$\text{finalement } B_e = \frac{NI}{\frac{S_e}{S_a} \frac{1}{\mu_a} l_a + \frac{1}{\mu_0} l_e} = \frac{30 \cdot 8}{\frac{12 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 10^{-4}} \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-4}} \cdot 300 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}} \cdot 10^{-3}} = 0,221 \text{ T} \quad (1)$$

2. Quel est le flux à travers le circuit magnétique ?

$$\text{Puisque } \phi = B_e S_e = B_e S_a \text{ alors } \phi = B_e S_e = 0,221 \cdot 12 \cdot 10^{-4} = 265 \mu\text{Wb} \quad (1)$$

**Questions de cours. Transformateur monophasé (3 points)**

On appelle transformateur parfait, ou idéal, un transformateur vérifiant les conditions suivantes :

$(0,5)$  – Les pertes dans le fer, c'est à dire les pertes par hystérésis et courants de Foucault sont nulles. Le noyau est infiniment perméable au champ magnétique et sa réluctance  $\mathcal{R}$  est nulle.

$(0,5)$  – La résistance des enroulements primaires et secondaires est nulle ( $r_1 = r_2 = 0$ ).

$(0,5)$  – Il n'y a pas de pertes de flux magnétique ( $I_1 = I_2 = 0$ )

Du point de vue des grandeurs électriques, cela veut dire que :

$(0,5)$  – Si le secondaire est à vide, et donc si  $I_2 = 0$ , alors le courant qui traverse le primaire est nul, c'est à dire que  $I_1 = 0$  ;

$(0,5)$  – Le secondaire se comporte comme un générateur parfait, de résistance interne nulle, de sorte que  $V_2 = e_2$  quand  $I_2$  varie de  $0 \div I_{2n}$

$(0,5)$  Le rendement  $\eta = 1$ .