

Exercice1. Réseau monophasé en régime sinusoïdal (6points)

Une charge est modélisée par la mise en parallèle d'une résistance R et une capacité C . Cette charge est alimentée par une tension sinusoïdale de fréquence f , de valeur efficace U . On considérera les valeurs numériques suivantes : $U = 400$ V, $f = 50$ Hz, $R = 10\Omega$, $C = 100 \mu\text{F}$. L'étude sera menée en régime permanent.

1. Faites un schéma du circuit avec les notations que vous proposez pour les tensions et courants.
2. Déterminez l'admittance complexe de la charge.
3. Déterminez la puissance active absorbée par la charge.
4. Déterminez la puissance réactive fournie par la charge.
5. Déterminez le courant qui est sous-tiré à la source.
6. Déterminez le facteur de puissance.
7. Déterminez le déphasage tension/courant en précisant lequel est en avance.
8. Représentez un diagramme de Fresnel avec les vecteurs des tensions et courants.

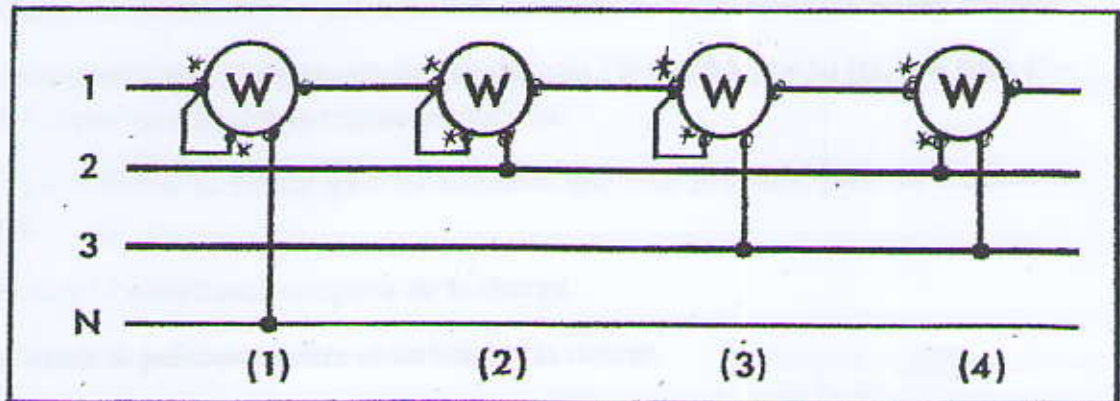
Exercice2. Réseau triphasé en régime sinusoïdal (6points)

Une ligne électrique triphasée directe symétrique (380V/220V), 50Hz alimente un atelier comportant :

- 180 lampes de 100W montées entre phases et neutre de façon à constituer un ensemble équilibré ;
- Un moteur M_1 de rendement 0.9 et de facteur de puissance 0.85 absorbant une puissance de 25310W ;
- Un moteur M_2 de puissance utile de 20kW de rendement 0.85 et de facteur de puissance 0.8.

1. Calculer le courant dans la ligne et le facteur de puissance de l'atelier.
2. Pour améliorer le facteur de puissance, on monte en triangle entre les fils de phase, trois condensateurs de capacité C .
 - 2.1. Calculer la valeur de C pour que le facteur de puissance soit égal à 0.95 AR.
 - 2.2. Quel est alors le nouveau courant dans la ligne ?

2.3. En amont des condensateurs, on branche sur la ligne un wattmètre, successivement dans les quatre positions représentées dans la figure suivante :



Quelle est la valeur lue sur chaque wattmètre ?

Exercice3. Magnétostatique (5points)

Un courant I parcourt dans le sens des aiguilles d'une montre une spire carrée de côté a . Déterminer (direction, sens et le module) de l'induction magnétique \vec{B} qu'il crée au centre de la spire.

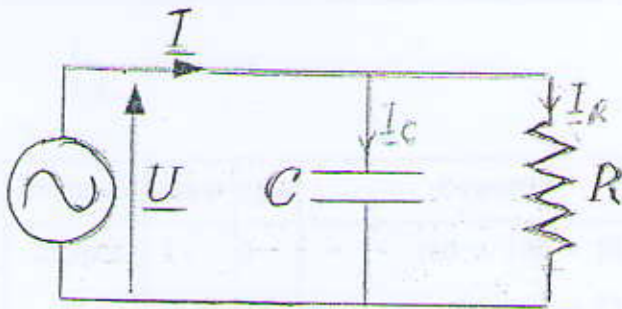
A.N. $I=10A$ $a=10cm$

Questions de cours. Transformateur monophasé (3points)

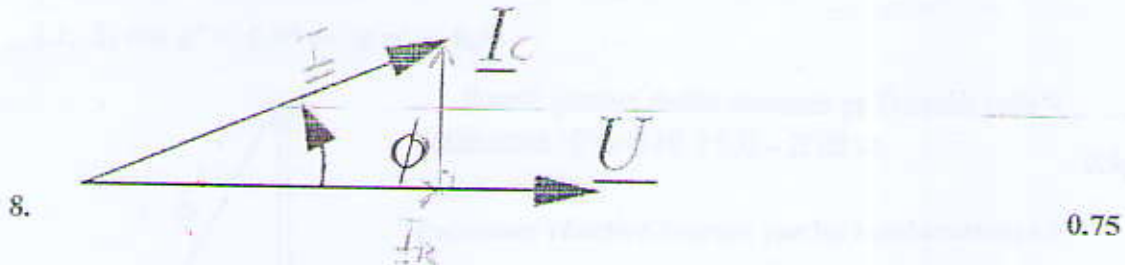
1. Donnez le schéma électrique équivalent d'un transformateur monophasé réel.
2. Expliquez ce que représente chacun des éléments de ce schéma.
3. Quels sont les deux essais qu'il faut réaliser pour déterminer tous ces paramètres ?

Quelles hypothèses de calcul faut-il faire dans chaque cas ?

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



1. Schéma de la charge RC et de la source 0.75
2. $\underline{Y} = 1/R + jC\omega$ où $\omega = 2\pi f$, d'où $\underline{Y} = 0.1 + 0.0314 \times j$ 0.25+0.5
3. $P = U^2/R = 16 \text{ kW}$. 0.25+0.5
4. $Q = -C\omega U^2 = -5,03 \text{ kvar}$ 0.25+0.5
5. $I = YU$ où $Y = |Y| = \sqrt{1/R^2 + C^2\omega^2}$, d'où $I = 41,93 \text{ A}$ 0.25+0.5
6. $F_p = P/S = 0,954 \text{ AV}$ 0.25+0.5
7. $\phi = \arccos(F_p) = 0,304 \text{ rad} = 17,4 \text{ deg}$. Le courant est en avance (charge capacitive) 0.25+0.5



Exercice2. Réseau triphasé en régime sinusoïdal (6points)

1.
1.1:

Éléments	cos φ	tg φ	P (watts)	Q (var)
lampes	1	0	$180 \times 100 = 18\ 000$	0
M_1	0,85	0,62	$= 25\ 310$	$25\ 310 \times 0,62 = 15\ 690$
M_2	0,8	0,75	$\frac{20\ 000}{0,85} = 23\ 530$	$23\ 530 \times 0,75 = 17\ 650$
atelier			66 840	33 340

0.5p

0.5p

$$S = \sqrt{66\ 840^2 + 33\ 340^2} = 74\ 690 \text{ VA}$$

0.5p

$$I = \frac{S}{U \sqrt{3}} = \frac{74\ 690}{380 \sqrt{3}} = 113,5 \text{ A}$$

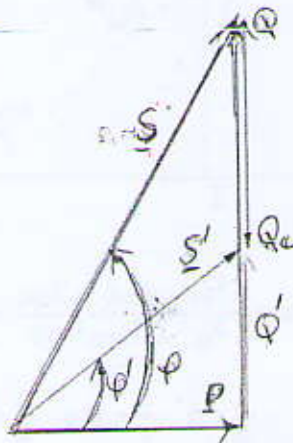
0.5p

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{66\ 840}{74\ 690} = 0,895$$

0.5p

2.

2.1. Si $\cos \varphi' = 0,95 \Rightarrow \text{tg } \varphi' = 0,33$



Nouvelle puissance réactive consommée par l'ensemble atelier + condensateurs : $Q' = 66\ 840 \times 0,33 = 22\ 060 \text{ var.}$

0.5p

Puissance réactive fournie par les condensateurs :

$$Q_c = Q' - Q = 22\ 060 - 33\ 340 = -11\ 280 \text{ var} = -3C\omega U^2$$

$$\rightarrow C = 83 \mu\text{F}$$

0.5p

2.2. Nouveau courant dans la ligne

$$I' = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi'} = \frac{66\ 840}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,95} = 107 \text{ A}$$

0.5p

3. 0.5p*4

3.

3.1. Lecture $L_1 = \frac{P}{3} = \frac{66\ 840}{3} = 22\ 280\ \text{W}$

0,5p

3.2. Lecture $L_2 = U_{12} I_1 \cos(\vec{I}_1, \vec{U}_{12}) = UI' \cos\left(\varphi' + \frac{\pi}{6}\right)$

$$L_2 = \frac{P}{2} - \frac{Q'}{2\sqrt{3}} = 27\ 050\ \text{W}$$

0,5p

3.3. Lecture $L_3 = U_{13} I_1 \cos(\vec{I}_1, \vec{U}_{13}) = UI' \cos\left(\varphi' - \frac{\pi}{6}\right)$

$$L_3 = \frac{P}{2} + \frac{Q'}{2\sqrt{3}} = 39\ 790\ \text{W}$$

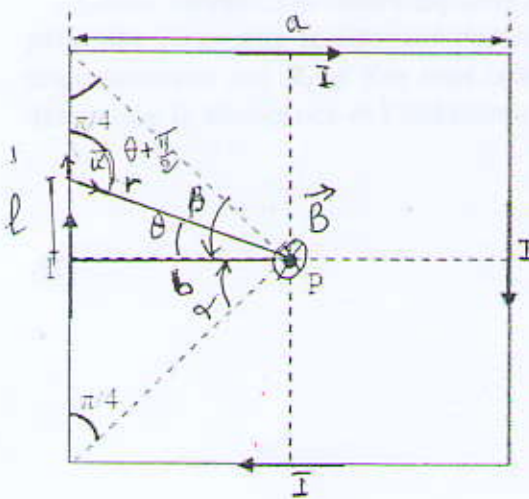
0,5p

3.4. Lecture $L_4 = U_{23} I_1 \cos(\vec{I}_1, \vec{U}_{23}) = UI' \cos\left(\varphi - \frac{\pi}{2}\right)$

$$L_4 = \frac{Q'}{\sqrt{3}} = 12\ 740\ \text{W}$$

0,5p

Exercice3. Magnétostatique (5points)



Chaque côté du carré crée la même induction magnétique \vec{B} . $B_t = 4 * \vec{B}$. 1p

D'après la loi de Biot et Savart \vec{B} est perpendiculaire au plan de la figure, elle est dirigée vers l'arrière \otimes au point P. 1p

Schéma 1p $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$ $dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi} \frac{\sin(\theta + \frac{\pi}{2})}{r^2}$

$$B = \int \frac{\mu_0 I dl \sin(\theta + \frac{\pi}{2})}{4\pi r^2}$$

$$l = b \tan \theta \Rightarrow dl = \frac{b d\theta}{\cos^2 \theta}; \cos \theta = \frac{b}{r} \Rightarrow \frac{1}{r^2} = \frac{\cos^2 \theta}{b^2}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{b d\theta \cos^2 \theta}{\cos^2 \theta b^2} \cos \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \int_{\alpha}^{\beta} \cos \theta d\theta = \frac{\mu_0 I (\sin \beta - \sin \alpha)}{4\pi b}$$

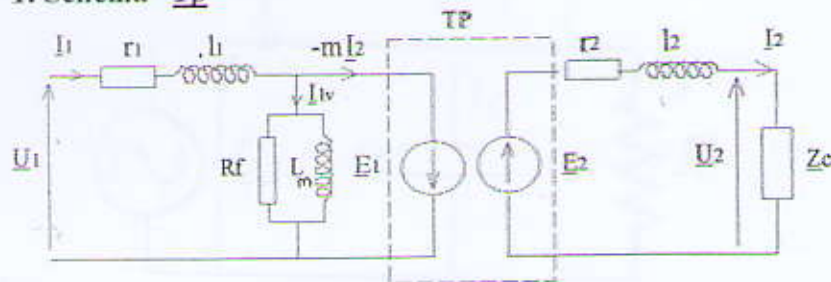
1p

$$\beta = \frac{\pi}{4} \quad \alpha = -\frac{\pi}{4} \quad b = \frac{a}{2} \quad B = \frac{\sqrt{2} \mu_0 I}{2\pi a} = 28,3 \mu\text{T} \quad \boxed{B_t = 4 * B = 113 \mu\text{T}}$$

1p

Questions de cours. Transformateur monophasé (3points)

1. Schéma 1p



2. Légende 1p

TP : Transformateur parfait.

r_1 et r_2 sont les résistances des enroulements primaire et secondaire.

l_1 et l_2 sont les inductances de fuites au primaire et au secondaire.

R_f représente les pertes fer $R_f \sim U_1^2 / P_{fer}$.

L_m est l'inductance de magnétisation du transformateur.

Z_c : impédance de charge

3. - Circuit à vide. On laisse le secondaire du transformateur ouvert et on applique la tension nominale au primaire. On néglige $r_1 \ll R_f$ et $x_1 \ll X_m$ et \rightarrow On détermine R_f et X_m . 0.5p

- Court circuit. On court-circuite le secondaire et on applique une tension réduite au primaire pour que le courant nominal circule au primaire. On néglige la branche de magnétisation car R_f et X_m sont très grands (quasi pas de courant qui y circule) \rightarrow On détermine la résistance et l'inductance de fuite des enroulements (r_1, x_1, r_2, x_2). 0.5p