

## Examen Médian

Mardi 7 novembre 2017

A. Gaillard – A. N'Diaye

EL47 – Automne 2017

### Instructions

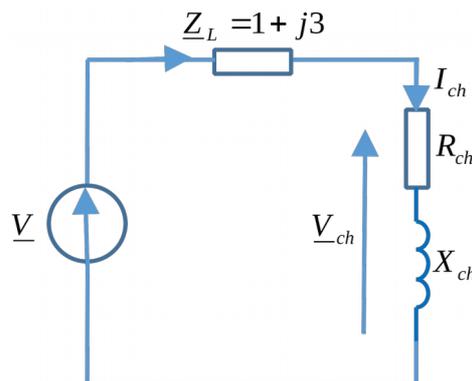
- Durée de l'examen : 2 heures.
- Lisez attentivement et entièrement l'énoncé des exercices proposés.
- Respectez les instructions des énoncés.
- Aucun document ou appareil électronique, excepté la calculatrice, n'est autorisé durant l'examen.
- Tout prêt de matériel et toute collaboration sont strictement interdits.

**Ce sujet de quatre pages comporte deux parties A et B qui sont à faire sur des copies séparées.**

### PARTIE A

#### Exercice n°1 : 5 points

Soit le schéma de la Figure 1 ci-dessous :



**Figure 1**

La charge est constituée d'une résistance  $R_{ch}=6\% \Omega$  mise en série avec une inductance de réactance  $X_{ch}=8\% \Omega$ . La tension aux bornes de la charge est  $V_{ch}=250 e^{j0}$  V.

- 1) Calculer le courant  $I_{ch}$ , les puissances  $P$ ,  $Q$  et  $S$  ainsi que le facteur de puissance FP de la charge.

- 2) Calculer la tension de la source si la ligne qui relie la source à la charge à une impédance donnée  $Z_L$ . Calculer la puissance perdue dans la ligne.

On ajoute un condensateur de réactance  $X_C = 12.5\% \Omega$  en parallèle avec la charge.

- 3) Calculer le courant absorbé par le condensateur, le nouveau courant fourni par la source et le facteur de puissance de l'ensemble pour la même tension aux bornes de la charge.
- 4) Calculer la nouvelle tension de la source et la nouvelle valeur de puissance réelle perdue dans la ligne.

### **Exercice n°2 : 5 points**

Un atelier est alimenté à partir d'un réseau monophasé de 380 V par une ligne d'impédance  $Z_L = 0.12 + 0.16j$ .

L'atelier est constitué des éléments suivants :

- un ensemble de machines consommant un courant total de 100 A avec un facteur de puissance arrière de 0.8 sous une tension de 380 V.
- un ensemble de lampes pour l'éclairage consommant une puissance totale de 1400 W pour une tension de 380 V et un facteur de puissance unitaire.

- 1) Faire un bilan des puissances active, réactive et apparente de l'atelier. En déduire le courant total absorbé ainsi que le facteur de puissance global de l'atelier
- 2) La chute de tension dans la ligne peut être donnée par l'expression approchée de Kapp suivante :  $\Delta V = r_L I \cos(\phi) + x_L I \sin(\phi)$ ,  $r_L$  et  $x_L$  désignent la résistance et la réactance de la ligne. Quelle est donc la tension que doit fournir la source afin de maintenir une tension de 380 V aux bornes de la ligne alimentant l'atelier ?
- 3) Déterminer le rendement de l'atelier.

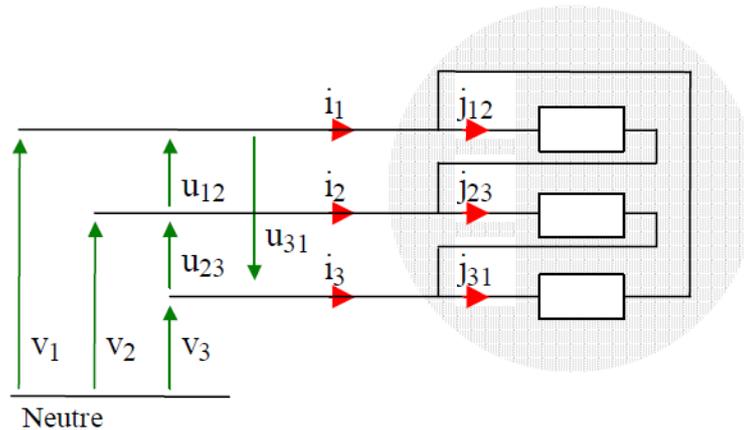
On décide de procéder à l'agrandissement de l'atelier. Pour cela, on place des machines supplémentaires ainsi qu'un réseau de lampes pour l'éclairage. Les machines absorbent une puissance active de 19 kW et une puissance réactive de 14.250 kVAr avec un facteur de puissance inductif de 0.8 sous 380 V, tandis que les lampes consomment une puissance de 1 kW sous 380 V.

- 4) Etablir le nouveau bilan de puissances et calculer le nouveau rendement de l'installation.
- 5) Quelle capacité doit-on placer pour relever le facteur de puissance à 0.95 et que devient le rendement dans ces conditions.

## PARTIE B

### Exercice n°1: 4 points

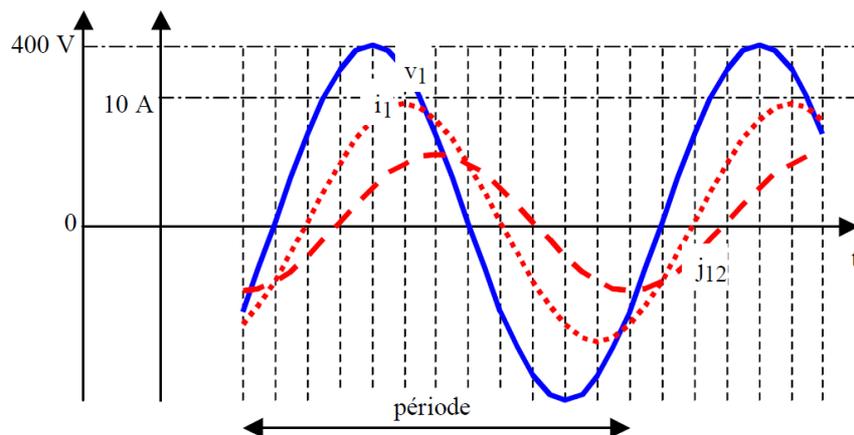
La ligne triphasée de la Figure 1 ci-dessous alimente, sous tensions alternatives sinusoïdales triphasées équilibrées, un moteur qui absorbe des courants alternatifs sinusoïdaux triphasés équilibrés.



**Figure 1**

Les conducteurs de ligne peuvent avoir été numérotés dans l'ordre direct ou dans l'ordre inverse.

- 1) Représenter sur un diagramme l'allure des vecteurs de Fresnel  $\vec{V}_1$ ,  $\vec{V}_2$ ,  $\vec{V}_3$  et  $\vec{U}_{12}$  si l'ordre des phases est supposé direct.
- 2) Pour un déphasage ( $\vec{J}_{12}$  et  $\vec{U}_{12}$ ) quelconque, représenter l'allure des vecteurs de Fresnel  $\vec{J}_{12}$ ,  $\vec{J}_{23}$ ,  $\vec{J}_{31}$  et  $\vec{I}_1$  si l'ordre des phases est supposé direct.
- 3) On a relevé à l'oscilloscope les courbes de la Figure 2 ci-dessous. Compte-tenu du graphe des courants relevés, préciser si l'ordre des conducteurs de phases sont numérotés dans l'ordre direct ou inverse.



**Figure 2**

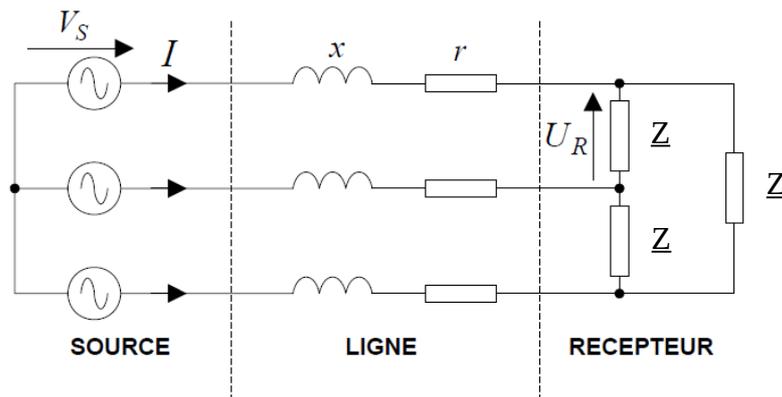
- 4) A partir des courbes ci-dessus, calculer le facteur de puissance du moteur.
- 5) A partir des courbes ci-dessus, calculer la puissance active, la puissance réactive et la puissance apparente consommées par le moteur.

**Exercice n°2 : 6 points**

Un récepteur triphasé d'impédance  $\underline{Z}$  est alimenté par une source de tension triphasée et une ligne modélisée par une résistance  $r$  et une réactance  $x$  (Figure 3).

Caractéristique de la source : 400V efficace entre phases, fréquence 50 Hz.

Caractéristique de la ligne :  $r = 0,02 \Omega$   $x = 0,008 \Omega$ .



**Figure 3**

1) Donner le schéma monophasé équivalent du circuit.

On mesure la puissance fournie par la source par la méthode des deux wattmètres, on trouve :  $W_1 = 78,96 \text{ kW}$  et  $W_2 = 31,04 \text{ kW}$  (le récepteur est inductif).

- 2) Calculer la puissance active  $P_s$  et réactive  $Q_s$  au niveau de la source.
- 3) Déterminer le facteur de puissance  $FP_s$  au niveau de la source.
- 4) Calculer la valeur efficace  $I$  du courant fourni par la source.
- 5) Exprimer et calculer les puissances  $P_L$  et  $Q_L$  consommées par la ligne triphasée.
- 6) En appliquant le théorème de Boucherot, déterminer les puissances  $P_R$  et  $Q_R$  au niveau du récepteur.  
Calculer le facteur de puissance  $FP_R$  du récepteur et la tension composée  $U_R$  en ses bornes.
- 7) En utilisant la notion de puissance complexe, déduire de la question précédente la valeur numérique de  $\underline{Z}$  (parties réelle et imaginaire).

On suppose maintenant que la tension aux bornes du récepteur reste constante et égale à la valeur calculée dans la question 6 et que la tension de la source est réglable.

- 8) Calculer la valeur des condensateurs couplés en triangle à brancher aux bornes du récepteur pour relever son facteur de puissance à 1.
- 9) Calculer alors le nouveau courant fourni par la source, les nouvelles puissances  $P'_L$  et  $Q'_L$  consommées par la ligne triphasée et la nouvelle tension composée nécessaire aux bornes de la source quand les condensateurs sont montés. Commenter.