

## Examen Final

Mercredi 16 janvier 2013

Durée : 2h

*Aucun document n'est autorisé.*

*La calculatrice est autorisée.*

*Le téléphone portable et le traducteur numérique sont strictement interdits.*

*Tout prêt de matériel et toute collaboration sont strictement interdits.*

Ce sujet comporte 3 pages.

Lisez attentivement et entièrement l'énoncé des exercices proposés.

Respectez les instructions de l'énoncé.

Écrivez votre nom sur vos copies et numérotez-les.

### Exercice 1 : Système triphasé équilibré (6 points)

Le schéma du système triphasé est donné sur la Figure 1. Le système est supposé parfaitement équilibré. La tension  $\underline{V}_1$  est prise comme référence des phases et sa valeur efficace  $V$  est constante ( $V = 8,66\text{kV}$ ).

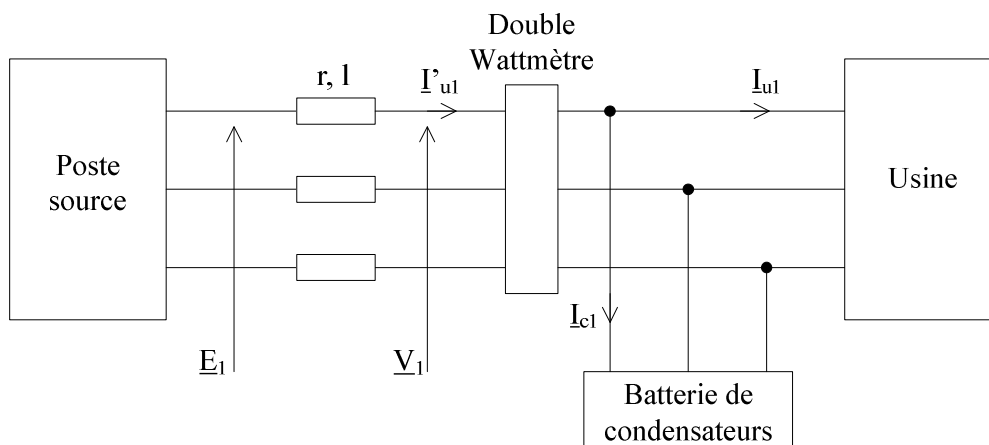


Figure 1

La batterie de condensateurs n'est pas branchée. Les indications données par le double wattmètre sont :

$$W_1 = 300\text{kW} \text{ et } W_2 = 100\text{kW}$$

- 1) Calculer les puissances active et réactive ( $P$  et  $Q$ ) absorbées par l'usine.
- 2) Calculer le facteur de puissance  $f_p$  de l'usine.
- 3) Calculer le courant efficace  $I_u$ .

- 4) Calculer la tension efficace  $E$  sachant que  $l = 0,012H$  et  $r = 5\Omega$ .

La batterie de condensateurs est désormais connectée. Les condensateurs sont couplés en triangle. On désire remonter le facteur de puissance  $f_p'$  de l'usine à 0,93.

- 5) Pourquoi est-il préférable de brancher des condensateurs en triangle plutôt qu'en étoile ? Justifier.
- 6) Calculer la valeur  $C$  des condensateurs à installer si ceux-ci sont couplés en triangle.
- 7) Calculer le courant efficace  $I_c$  dans les condensateurs.
- 8) En effectuant un bilan de puissances, calculer le nouveau courant efficace  $I_u'$ .
- 9) Calculer alors la nouvelle tension efficace  $E'$ .

**Exercice 2 : Système triphasé déséquilibré (7 points)**

Un petit atelier est alimenté par un réseau triphasé quatre fils 230/400V, 50Hz dont l'impédance est supposée négligeable. Sur une partie de l'installation, un radiateur monophasé de chauffage par résistances est branché sur la première phase ; il absorbe 2kW sous 230V. Sur la deuxième phase est connecté un moteur monophasé de puissance utile  $P_{\text{utile}} = 1kW$ , de rendement  $\eta = 0,9$  et de facteur de puissance  $\cos \varphi_m = 0,85$ .

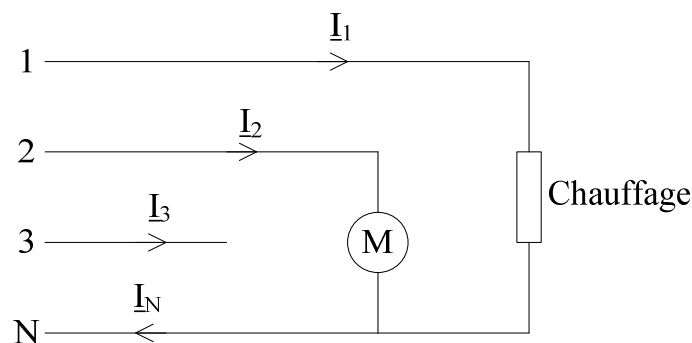


Figure 2

- 1) Donner la valeur du courant  $I_N$  circulant dans le conducteur neutre ainsi que son déphasage par rapport à la tension  $\underline{U}_{12}$  prise comme référence des phases dans tout le problème.
- 2) L'éclairage de la pièce nécessite 6 lampes à incandescence de 100W – 230V. Préciser où il convient de brancher ce circuit pour réduire  $I_N$ . Calculer la nouvelle valeur du courant dans le neutre  $I'_N$ .

On désire annuler le courant dans le neutre en utilisant des condensateurs qui relèveront en même temps le facteur de puissance de l'installation.

- 3) Montrer qu'il faut utiliser deux condensateurs, que l'on notera  $C_1$  et  $C_2$ , afin d'annuler le courant dans le neutre. Pour ce faire, faire le diagramme de Fresnel des tensions et des courants (on prendra comme échelle 1cm pour 1A et 1cm pour 40V). Dessiner également les courants désirés dans les deux condensateurs. Justifier votre démarche.
- 4) Déterminer les valeurs des capacités et le facteur de puissance  $f_p$  de l'installation.

**Exercice 3 : Transformateur monophasé (7 points)**

On considère un transformateur monophasé ( $S = 1500\text{VA}$ ,  $f = 50\text{ Hz}$  et  $V = 230\text{V}$ ). La section du circuit magnétique est  $s = 36\text{ cm}^2$  et la valeur maximale du champ magnétique  $B_{\text{max}} = 1,5\text{T}$ . Les essais suivants ont été effectués :

- Essai à vide à **tension primaire nominale** :  
 $V_{10} = V_{1n} = 230\text{V}$   
 $V_{20} = 119\text{V}$   
 $I_{10} = 0,29\text{A}$   
 $P_{10} = 35,5\text{W}$
- Essai en court-circuit au secondaire à **courant secondaire nominal** :  
 $I_{2\text{cc}} = I_{2n} = 12,5\text{A}$   
 $P_{1\text{cc}} = 89,5\text{W}$   
 $V_{1\text{cc}} = 14\text{V}$

- 1) Donner le modèle équivalent du transformateur ramené au secondaire en faisant apparaître les éléments  $R_f$ ,  $L_m$ ,  $R_s$  et  $X_s$  (faire apparaître également les tensions et les courants). Donner une justification physique des éléments.
- 2) Calculer le nombre de spires  $N_1$  au primaire du transformateur.
- 3) A l'aide de l'essai à vide, calculer le rapport de transformation  $m$  (avec au moins 3 décimales) et déduisez en le nombre de spires  $N_2$  au secondaire.
- 4) Déterminer les éléments  $R_f$  et  $L_m$  de la branche magnétisante à partir de l'essai à vide.
- 5) Calculer la résistance  $R_s$  et la réactance de fuite  $X_s$  à partir de l'essai en court-circuit (avec 3 décimales)

Désormais, on adopte :  $R_s = 0,57\Omega$  et  $X_s = 0,085\Omega$

Le transformateur est alimenté par la tension nominale primaire  $V_{1n}$  et débite au secondaire le courant nominal secondaire  $I_{2n}$  avec un facteur de puissance  $\cos(\varphi_2) = 0,866\text{AR}$  (charge inductive).

- 6) Déterminer analytiquement la tension exacte secondaire  $\underline{V}_2$ . Calculer sa valeur efficace  $V_2$ .
- 7) Retrouvez ce résultat en utilisant la formule de la chute de tension approchée  $\Delta V_2$ . Sous quelle hypothèse la chute de tension est-elle fondée ?
- 8) Faire un diagramme de Fresnel, à l'échelle, des grandeurs présentes au secondaire (le choix de l'échelle est à votre convenance).
- 9) Calculer le rendement du transformateur pour ce point de fonctionnement.
- 10) Pour quel type de charge la chute de tension est-elle nulle ? Exprimer le déphasage  $\varphi_2$  correspondant, puis calculer numériquement  $\cos(\varphi_2)$ .