

## Examen Final

Mercredi 27 juin 2012

***Aucun document n'est autorisé – Calculatrice autorisée – Durée : 2h***

Ce sujet comporte 3 pages.

Lisez attentivement et entièrement l'énoncé des exercices proposés.

Respectez les instructions de l'énoncé.

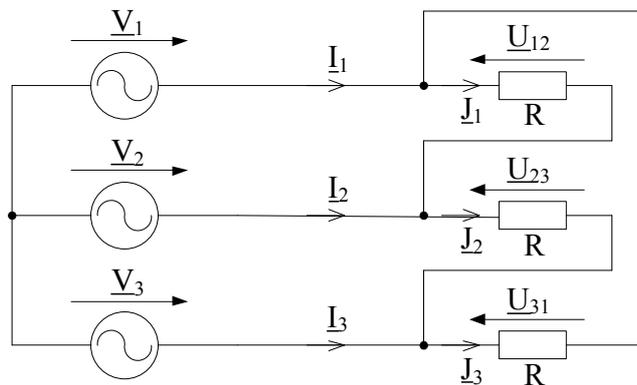
Écrivez vos nom et prénom(s) sur vos copies et numérotez-les.

Tout prêt de matériel et toute collaboration sont strictement interdits.

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

On considère sur la Figure 1 ci-dessous un système triphasé équilibré contenant une source de tension triphasée **directe** et une charge triphasée ayant les mêmes impédances sur chaque phase. La source est couplée en étoile tandis que la charge est couplée en triangle.

Rappel :  $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ ,  $a^2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}}$  et  $1 + a + a^2 = 0$



**Figure 1**

Données de la source de tension :  $V = 230V$ ,  $f = 50Hz$ .

Donnée de la charge :  $R = 100\Omega$ .

- 1) Calculer les courants complexes  $\underline{J}_1$ ,  $\underline{J}_2$  et  $\underline{J}_3$  sous forme polaire (on prendra  $\underline{V}_1$  comme origine des phases).
- 2) En déduire, à partir de la question précédente, les courants complexes  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}_2$  et  $\underline{I}_3$  sous forme polaire également.
- 3) Faire un diagramme de Fresnel en faisant apparaître toutes les grandeurs (tensions et courants).

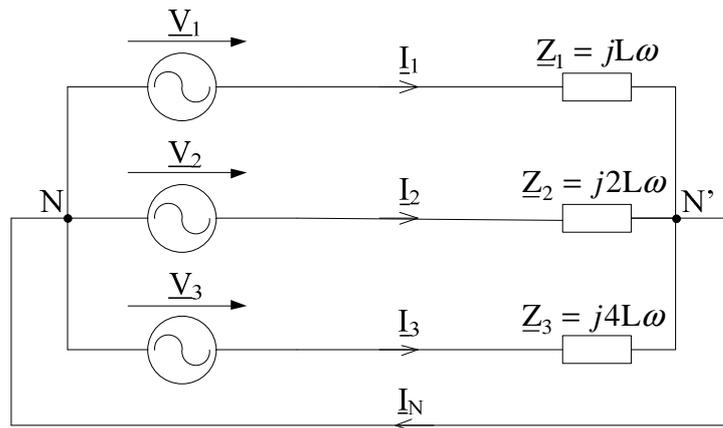
Echelles imposées : tension :  $1cm \rightarrow 46V$

courant :  $1cm \rightarrow 1A$

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

On considère sur la Figure 2 ci-dessous un système triphasé déséquilibré contenant une **source de tension triphasée équilibrée inverse** et une **charge triphasée déséquilibrée** n'ayant pas les mêmes impédances sur chaque phase. La source et la charge sont couplées en étoile.

Rappel :  $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ ,  $a^2 = e^{-j\frac{2\pi}{3}}$  et  $1+a+a^2 = 0$



**Figure 2**

Données de la source de tension :  $V = 230V$ ,  $f = 50Hz$ .

Donnée de la charge :  $L = 73,21mH$ .

1) Calculer les courants complexes  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$  sous forme polaire (on prendra  $V_1$  comme origine des phases).

Conseil : mettre les impédances de la charge sous la forme  $\underline{Z} = Z \cdot e^{j\varphi}$ .

2) En déduire le courant complexe  $I_N$ .

3) Faire un diagramme de Fresnel en faisant apparaître les trois tensions simples et les quatre courants.

Echelles imposées : tension :  $1cm \rightarrow 23V$

courant :  $1cm \rightarrow 1A$

On désire annuler le courant dans le neutre en utilisant deux condensateurs, notés  $C_1$  et  $C_2$ .

4) Ou est-il possible de connecter les deux condensateurs ? Expliquer votre démarche. Puis déterminer en utilisant une méthode graphique la valeur de chaque condensateur.

5) Quel est le facteur de puissance de ce système sachant que les inductances et les condensateurs sont parfaits ?

### Exercice 3 : Circuits magnétiques (7 points)

On désire réaliser une inductance  $L = 15\text{mH}$  pouvant soutenir un courant sinusoïdal de valeur efficace  $4\text{A}$ , à la fréquence  $f = 50\text{Hz}$  sans saturer. On représente la géométrie de départ sur la Figure 3a. On doit s'assurer que la valeur maximale du champ magnétique n'atteigne pas la valeur de saturation dans le fer ( $B_{\text{sat}} = 1,8\text{T}$ ).

On donne : Fuites magnétiques négligées

Pas d'effets de gonflement dans l'entrefer (c'est-à-dire surfaces du circuit magnétique et de l'entrefer identiques)

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}, \mu_r = 1000,$$

Longueur moyenne du circuit magnétique :  $l = 0,3\text{m}$ ,

Section du circuit magnétique :  $S = 4\text{cm}^2$ .

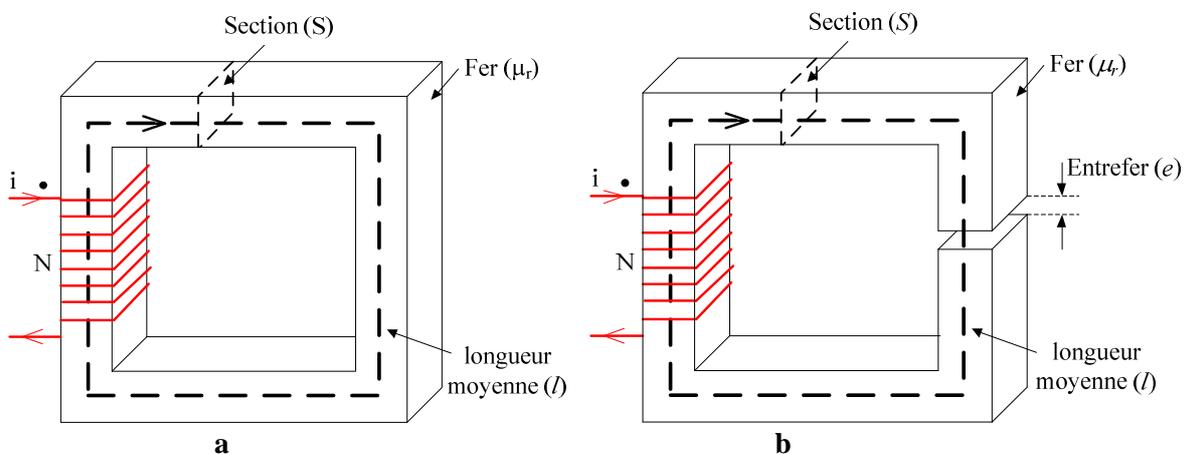


Figure 3

1°) Démontrer, en utilisant le théorème d'Ampère, l'expression de l'inductance  $L$  en fonction de  $\mu_0$ ,  $\mu_r$ ,  $N$ ,  $S$  et  $l$ .

2°) Déterminer le nombre de spires  $N$  pour avoir  $L = 15\text{mH}$ .

3°) Calculer la valeur de  $B_{\text{max}}$  si l'inductance est alimentée par un courant sinusoïdal de valeur efficace  $4\text{A}$ . Comparez et analysez cette valeur par rapport à  $B_{\text{sat}}$ .

Conseil : utiliser l'amplitude du courant.

Afin de remédier au problème de saturation, on réalise un entrefer de longueur  $e$  dans le circuit magnétique (Figure 3b) afin que la perméabilité équivalente du circuit magnétique  $\mu_{\text{eq}}$  soit égale à 500.

4°) Montrer que la nouvelle expression de l'inductance s'écrit :

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_{\text{eq}} \cdot N^2 \cdot S}{l}$$

Quelle est l'expression de  $\mu_{\text{eq}}$  ?

5°) Déterminer le nouveau nombre de spires  $N$  pour avoir  $L = 15\text{mH}$ . Vérifier que  $B_{\text{max}}$  est inférieur à  $B_{\text{sat}}$  (même courant que la question 3)

6°) Calculer la longueur  $e$  de l'entrefer.

7°) Estimer la masse de l'inductance en négligeant le poids du bobinage (on donne la masse volumique du fer :  $M_v = 7860\text{kg/m}^3$ ).