

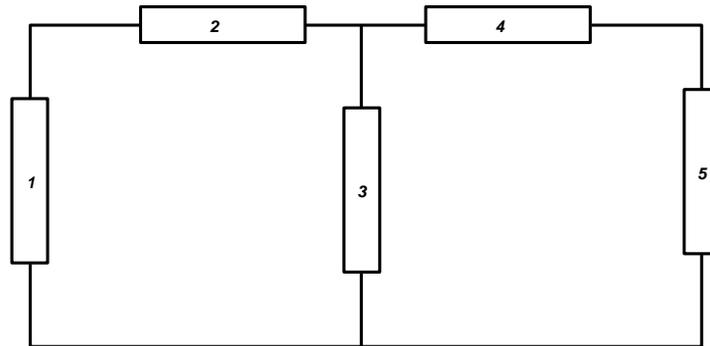
**Exercice 1** : *Convention de signe, LKT et LKC et Composants L et C en régime continu.* **8 points**

*Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes*

1. Dans le circuit de la **Figure 1**, les éléments 1 à 5 peuvent être des sources ou des charges électriques. On adopte la convention **récepteur** pour les cinq éléments de la **Figure 1** et on mesure les puissances suivantes :

$$\begin{cases} P_1 = -25 \text{ W} \\ P_2 = 60 \text{ W} \\ P_3 = ?? \text{ W} \end{cases} ; \begin{cases} P_4 = 45 \text{ W} \\ P_5 = -30 \text{ W} \end{cases}$$

Calculer la puissance de l'élément 3 dans la convention récepteur **ET** préciser si cette puissance est absorbée (consommée) ou fournie (produite). **2 points**



**Figure 1.** Circuit électrique pour la question 1 de l'exercice 1

2. Une batterie d'accumulateurs de force électromotrice  $12.4 \text{ V}$  débite un courant de  $20 \text{ A}$ , la tension entre ses deux bornes est alors de  $11.2 \text{ V}$ .
- Quelle est la résistance interne de cette batterie? **1 point**
  - Calculer la puissance maximale que peut produire la batterie. **1 point**
  - Calculer l'intensité de court-circuit de la batterie. **1 point**
3. Pour le circuit ci-dessous (**Figure 2**), calculer la valeur de la résistance  $R_2$  pour laquelle l'énergie emmagasinée par le condensateur est égale à l'énergie emmagasinée par la bobine. On rappelle que le circuit est alimenté en courant continu. **3 points**

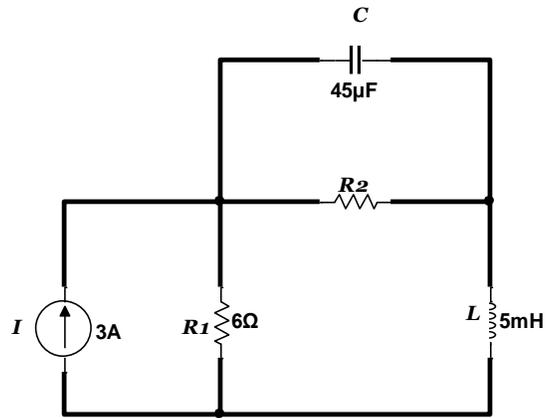


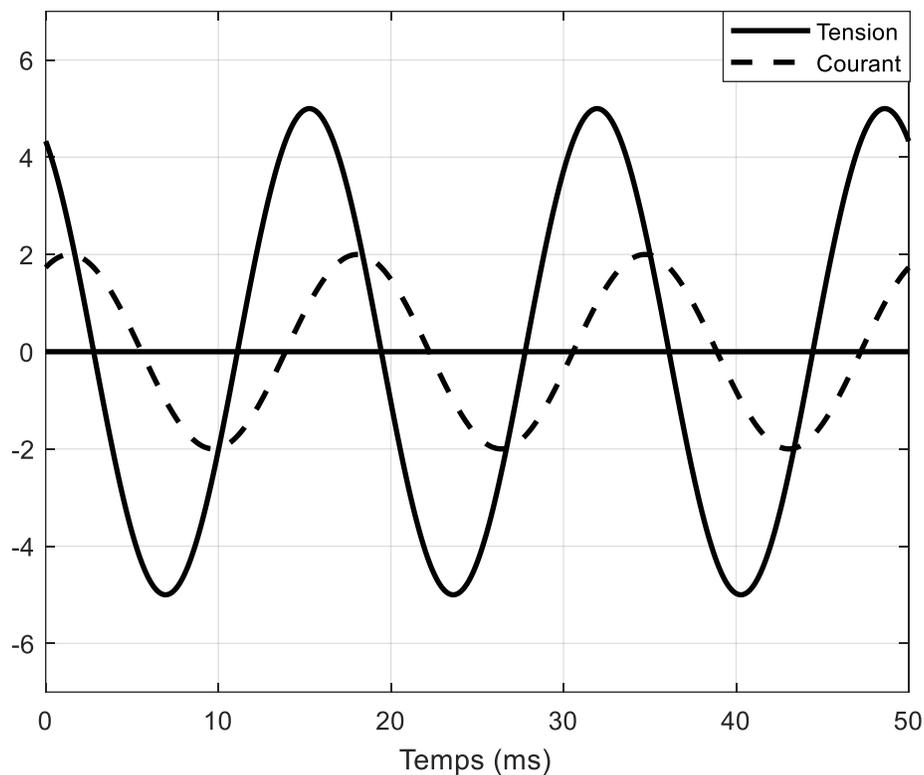
Figure 2. Circuit pour la question 1 de l'exercice 2.

## Exercice 2 : Nature d'un dipôle et phaseurs

4 points

Les questions 1 et 2 sont indépendantes

- On alimente un dipôle quelconque par une tension  $v(t)$  et il est parcouru par un courant  $i(t)$ . La figure ci-dessous (**Figure 3**) montre l'oscillogramme des signaux de tension et de courant dans le dipôle de nature inconnue.



**Figure 3.** Forme d'onde pour la question 1 de l'exercice 3

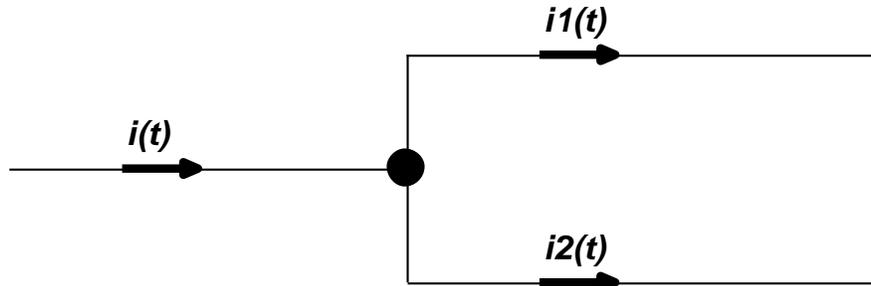
- Lequel des signaux est en avance sur l'autre ? Justifier votre réponse. **1 point**
- Déduire de la question précédente la nature de ce dipôle. **1 point**

2. Les courants sinusoïdaux  $i_1(t)$  et  $i_2(t)$  au nœud montré sur la **Figure 4** sont définis comme suit :

$$\begin{cases} i_1(t) = 5\sqrt{2} \cos\left(377t + \frac{\pi}{4}\right) \\ i_2(t) = 3.75\sqrt{2} \cos\left(377t - \frac{7\pi}{18}\right) \end{cases}$$

Calculer la valeur efficace de l'intensité de courant  $i(t)$ .

**2 points**



**Figure 4.** Figure pour la question 2 de l'exercice 2.

### Exercice 3: Impédances, impédances complexes et nature de la charge. 11 points

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

- Pour le montage ci-dessous, la fréquence est de 60 Hz. On mesure une tension de 13.279 V aux bornes de la résistance et une tension de 41.663 V aux bornes de l'impédance inconnue. La résistance  $R$  vaut  $3 \Omega$  et le courant dans le circuit est en avance de  $45^\circ$  sur la tension de source.

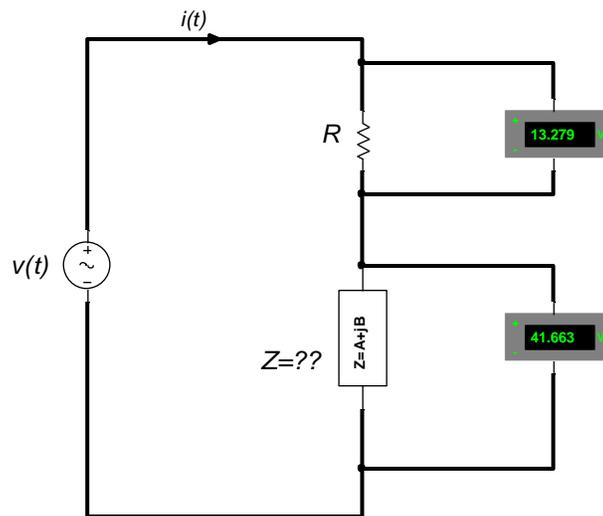


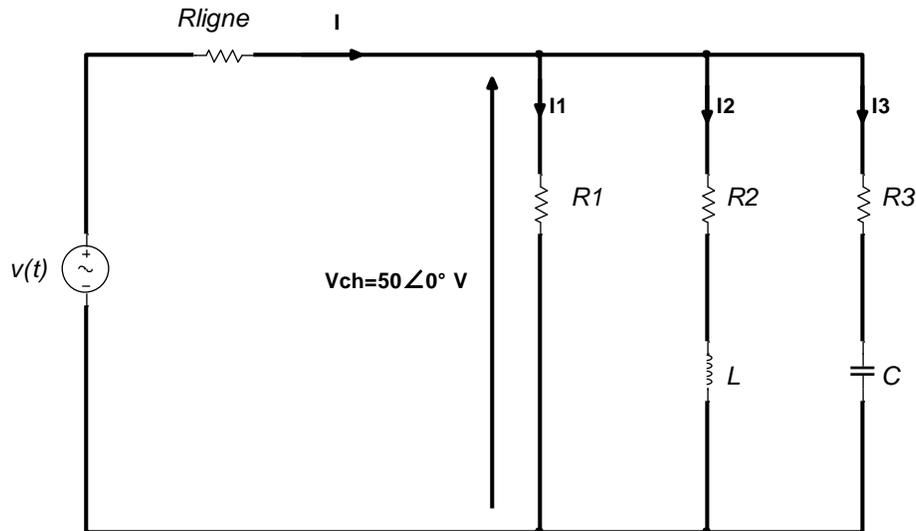
Figure 5. Figure pour la question 1 de l'exercice 3.

- Quelle est la valeur efficace du courant dans le circuit ? **1 point**
  - Déterminer l'impédance inconnue  $Z$ . **1 point**
  - Déterminer l'impédance complexe  $\bar{Z}$  (partie réelle et partie imaginaire). **3 points**
- Pour le circuit ci-dessous (Figure 6), la charge totale est un atelier constitué d'une charge purement résistive, d'une charge inductive et d'une charge capacitive raccordées en parallèle. Les valeurs des composants sont :

$$R_1 = 10 \Omega; R_2 = 3 \Omega; R_3 = 8 \Omega; \bar{Z}_L = j4 \Omega; \bar{Z}_C = -j6 \Omega$$

**Note:** les impédances complexes des composants L et C supposés pure ont déjà été calculées.

$R_{\text{ligne}} = 0.5 \Omega$  représente la résistance du fil de ligne reliant la source  $v(t)$  à l'atelier. On désire maintenir aux bornes de la charge une tension constante dont le phaseur est  $\bar{V}_{ch} = 50 \angle 0^\circ$ . La fréquence du réseau est de  $60 \text{ Hz}$ .



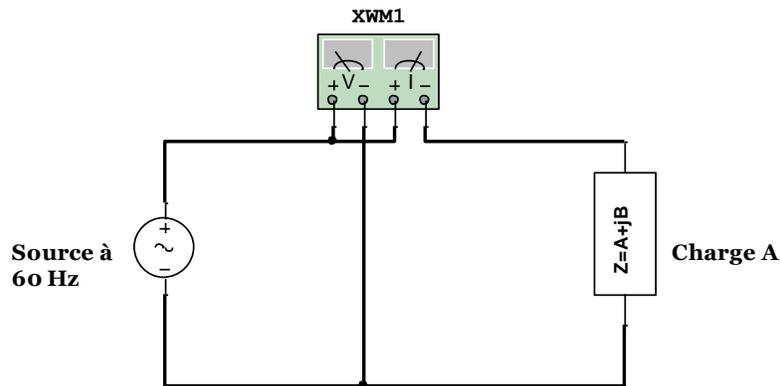
**Figure 6.** Circuit pour la question 3 de l'exercice 3.

- Déterminer les Phaseurs des courants dans les trois branches qui constituent la charge. **3 points**
- Déterminer la valeur efficace de la tension de source. **2 points**
- Déterminer l'impédance équivalente de l'atelier seulement. Quelle est la nature (comportement inductif ou capacitif) de cet atelier ? Justifier votre réponse. **1 point**

### Exercice 4 : Détermination expérimentale de la nature des charges 6 points

On voudrait déterminer la nature des charges A, B et C en analysant les puissances absorbées par celles-ci. L'analyseur de puissance mesure les caractéristiques de courant et de tension pour une charge donnée et à partir de ces caractéristiques calcule la puissance réelle  $P$ , la puissance apparente  $S$  et le facteur de puissance.

1. Durant une séance de laboratoire d'ELE 1409, on alimente la charge A à travers l'analyseur de puissance XWM1 comme montré ci-dessous (**Figure 7**).

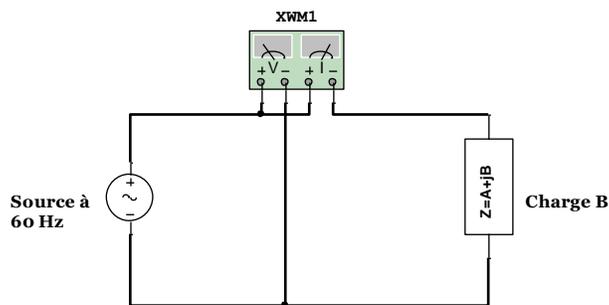


**Figure 7.** Analyse de la charge A

Les indications obtenues sont les suivantes :

$$\begin{cases} V_A = 120 \text{ V} \\ P_A = 48 \text{ W} \\ S_A = 48 \text{ VA} \end{cases}$$

- a. Sans faire de calculs, déterminer la nature de la charge A (inductive, capacitive ou résistive). Justifier votre réponse. 1 point
  - b. Calculer la valeur efficace du courant dans la charge A. 1 point
2. La charge A est remplacée par la charge B comme montrée ci-dessous



**Figure 8.** Analyse de la charge B

Les indications extraites de l'analyseur dans ce cas de la **Figure 8** sont les suivantes :

$$\begin{cases} V_B = 120 \text{ V} \\ P_B = 75 \text{ W} \\ FP_B = -0.45 \end{cases}$$

- Sans faire de calculs, déterminer la nature de la charge B (inductive, capacitive ou résistive). Justifier votre réponse. **1 point**
- Calculer la valeur efficace du courant dans la charge B. **1 point**
- Déterminer la puissance apparente  $S_B$  donnée par l'analyseur de puissance. **1 point**
- Déterminer la puissance réactive  $Q_B$  de la charge B. Cette puissance réactive est-elle fournie ou absorbée par la charge B ? **1 point**

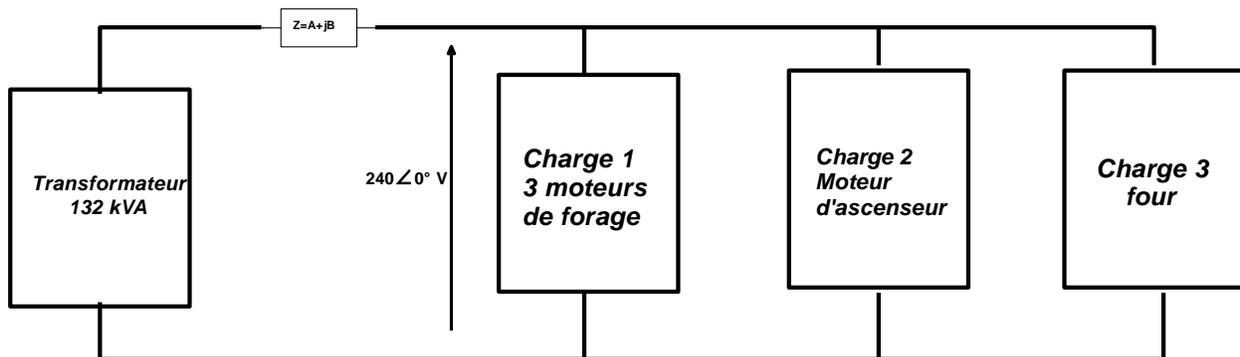
## **Exercice 5 :** *Analyse d'une installation électrique monophasée*

**11 points**

Une installation électrique est alimentée sous une tension de valeur efficace de  $240\text{ V}$  et de fréquence  $60\text{ Hz}$ . L'atelier comporte 3 charges raccordées en parallèle dont les caractéristiques et les puissances absorbées sont définies comme suit :

- Charge 1 : 3 moteurs alternatifs monophasés de forage absorbant **chacun** une puissance  $2.5\text{ kW}$  avec un facteur de puissance de  $0.707$  retard.
- Charge 2 : un moteur monophasé d'ascenseur absorbant une puissance de  $5\text{ kW}$  avec un facteur de puissance de  $0.8$  retard.
- Charge 3 : un four électrique absorbant une puissance de  $8\text{ kW}$ . Le facteur de puissance vaut  $1$  pour un four électrique.

L'installation est alimentée par un transformateur de capacité  $24\text{ kVA}$  à travers une ligne d'impédance complexe totale  $\bar{Z}_{\text{ligne}} = 0.03 + j0.04\ \Omega$ . La **Figure 9** représente le schéma de l'installation.



**Figure 9.** Schéma de l'installation à analyser pour l'exercice 5

### **Partie 1 : Étude de l'installation sans compensation.**

1. Calculer la puissance active totale de cette installation. **1 point**
2. Calculer la puissance réactive totale de l'installation. **1 point**
3. Calculer la puissance apparente totale de l'installation. **1 point**
4. Calculer le facteur de puissance de l'installation. **1 point**
5. Calculer la valeur efficace du courant absorbée par l'installation. **1 point**
6. Que peut-on conclure sur le dimensionnement du transformateur alimentant l'atelier ? Justifier votre réponse. **1 point**

7. Calculer la valeur efficace de la tension de source permettant de maintenir une tension de valeur efficace 240 V aux bornes de l'atelier. **1 point**

**Partie 2 : Étude de l'installation avec compensation.**

8. On voudrait ramener le facteur de puissance à 0.96 retard.
- a. Déterminer la valeur de la puissance réactive des condensateurs à installer. **1 point**
  - b. En déduire la valeur du condensateur de compensation. **1 point**
  - c. Après avoir rajouté ce condensateur, calculer la nouvelle valeur efficace du courant fourni par la source. **1 point**
9. Si on conserve le condensateur calculé dans la question 8.b, et que l'on débranche la charge 2, que devient le facteur de puissance vu par la source ? **1 point**

*Fin de l'examen ici !*

*Bon succès à toutes et à tous.*

*Total des points : 40*