<u>Exercice 1</u> : ***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 :

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

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

(1pt +1 pt)

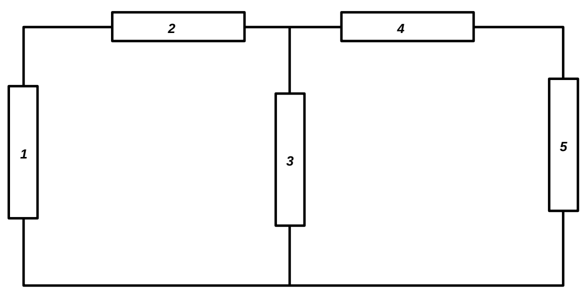


Figure 1. Circuit électrique pour la question 1 de l'exercice 1

D'après le principe de la conservation de puissance, on aura :

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 0 \Leftrightarrow P_3 = -(P_1 + P_2 + P_4 + P_5)$$

Soit alors :

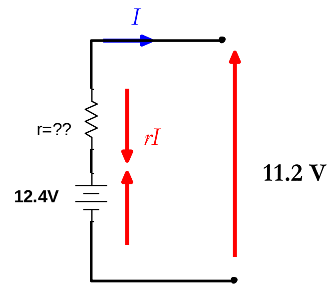
$$P_3 = -(-25 + 60 + 45 - 30) = \boxed{-50\ W} \qquad (1\ \text{pt})$$

Cette puissance étant négative dans une convention récepteur, cela signifie que la puissance est **fournie (produite)** (1 pt).

2. Une batterie d'accumulateurs de force électromotrice $12.4\ V$ débite un courant de $20\ A$, la tension entre ses deux bornes est alors de $11.2\ V$.

   a. **Calcul de la résistance interne de cette batterie?** **1 point**

Nous devons pour cela considérer la décomposition d'une source de tension réelle qui consiste en une source idéale en série avec sa résistance interne.



En appliquant alors la LKT, on obtient l'équation suivante :

$$12.4 - rI - 11.2 = 0 \Rightarrow r = \frac{12.4 - 11.2}{I} = \frac{12.4 - 11.2}{20} = \boxed{0.06\ \Omega = 60\ m\Omega}$$

b. Calcul de la puissance maximale que la batterie peut produire. **1 point**

La puissance totale de la batterie se décompose en deux parties : une première partie qui est perdue en chaleur dans la résistance interne (rI^2) et la puissance utile qui vaut VI avec V qui représente la tension aux bornes de la batterie soit dans le présent cas $11.2\ V$. La puissance maximale produite sera alors de :

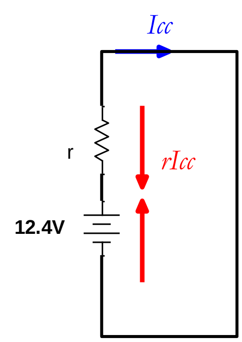
$$P_{max} = V_{bat}.I = 12.4 \times 20 = \boxed{248\ W}$$

On aura pu obtenir également ce même résultat comme suit :

$$P_{max} = V.I + rI^2 = 11.2 \times 20 + 0.06 \times 20^2 = \boxed{248\ W}$$

c. Calcul de l'intensité de court-circuit de la batterie. **1 point**

Si les deux bornes de la batterie sont court-circuitées alors on obtient le circuit équivalent ci-dessous :



Le courant dans la batterie est alors limité par sa résistance interne et vaut alors :

$$I_{CC} = \frac{V_{bat}}{r} = \frac{12.4}{0.06} = \boxed{206.67A}$$

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**

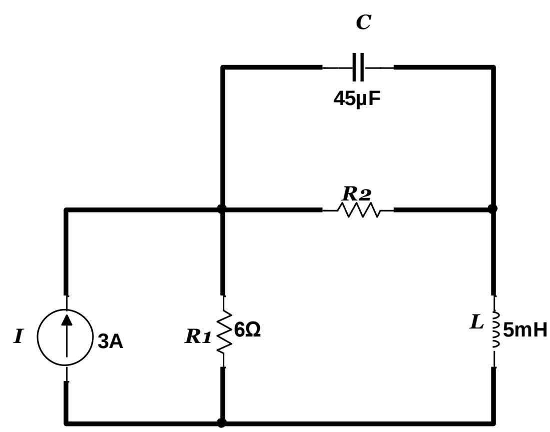


Figure 2. Circuit pour la question 1 de l'exercice 2.

L'énergie stockée par le condensateur et l'inductance sont respectivement définies comme suit :

$$\begin{cases} W_C = \dfrac{1}{2} C V_C^2 \\ W_L = \dfrac{1}{2} L I_L^2 \end{cases}$$

Avec le circuit de l'énoncé, on identifie que :

- la tension aux bornes du condensateur est égale à celle aux bornes de la résistance R_2,
- le courant dans la bobine L est le même qui parcourt la résistance R_2.

Ainsi les formules de l'énergie stockée deviennent alors :

$$\begin{cases} W_C = \dfrac{1}{2} C V_{R_2}^2 \\ W_L = \dfrac{1}{2} L I_{R_2}^2 \end{cases} \quad (1)$$

Avec $V_{R_2} = R_2 . I_{R_2}$, le système ci-dessus devient :

$$\begin{cases} W_C = \frac{1}{2}C\left(R_2.I_{R_2}\right)^2 = \frac{1}{2}CR_2^2.I_{R_2}^2 \\ W_L = \frac{1}{2}LI_{R_2}^2 \end{cases} \quad (2)$$

Ainsi :

$$W_C = W_L \Leftrightarrow \frac{1}{2}CR_2^2.I_{R_2}^2 = \frac{1}{2}LI_{R_2}^2 \Leftrightarrow R_2 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{5\times 10^{-3}}{45\times 10^{-6}}} = \boxed{10.54\ \Omega}$$

Exercice 2 : *Nature d'un dipôle et phaseurs* **4 points**

Les questions 1 et 2 sont indépendantes

1. 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.

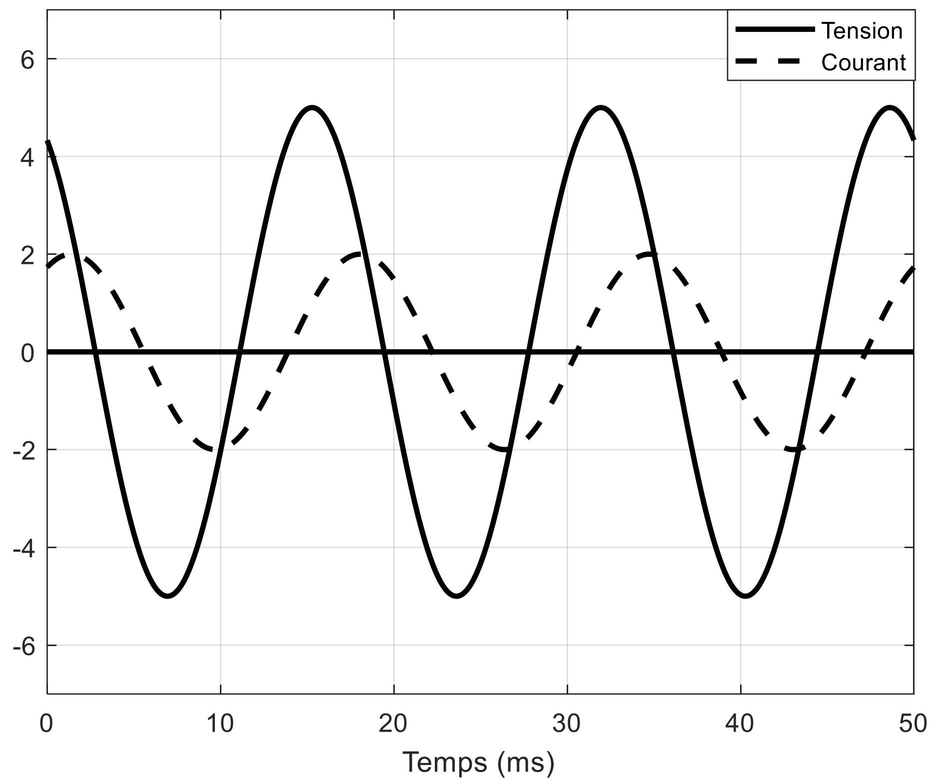


Figure 3. Forme d'onde pour la question 1 de l'exercice 3

a. **Lequel des signaux est en avance sur l'autre (0.5 pt) ? Justifier votre réponse (0.5 pt) 1 point**

La tension atteint son maximum, s'annule, atteint son minimum avant le courant, on conclut alors que :

La tension est en avance sur le courant.

b. Déduire de la question précédente la nature de ce dipôle. **1 point**

Le dipôle est alors inductif.

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**

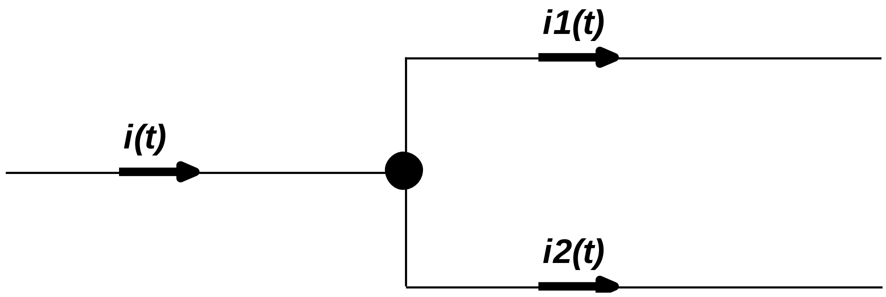


Figure 4. Figure pour la question 2 de l'exercice 2.

Il s'agit d'appliquer la LKT en alternatif ainsi on définit premièrement les phaseurs suivants :

$$\begin{cases} i_1(t) = 5\sqrt{2}\cos\left(377t + \frac{\pi}{4}\right) \\ i_2(t) = 3.75\sqrt{2}\cos\left(377t - \frac{7\pi}{18}\right) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \bar{I}_1 = 5\angle\frac{\pi}{4} \\ \bar{I}_2 = 3.75\angle\frac{-7\pi}{18} \end{cases}$$

Sous forme algébrique, on obtient :

$$\begin{cases} \bar{I}_1 = 5\angle\frac{\pi}{4} = 5\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) + j5\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 3.54 + j3.54 \\ \bar{I}_2 = 3.75\angle\frac{-7\pi}{18} = 3.75\cos\left(\frac{-7\pi}{18}\right) + j3.75\sin\left(\frac{-7\pi}{18}\right) = 1.28 - j3.52 \end{cases}$$

Ainsi la somme donne :

$$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 = (3.54 + j3.54) + (1.28 - j3.52) = 4.82 + j0.02\ A$$

Sous forme polaire, on aura:

$$\bar{I} = 4.82 + j0.02\ A = \sqrt{4.82^2 + 0.02^2}\angle\arctan\left(\frac{0.02}{4.82}\right) = \underbrace{4.82}_{\substack{\Downarrow \\ I_{\text{eff}}}}\angle\underbrace{0.0041}_{\substack{\Downarrow \\ \theta_i}}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{I_{\text{eff}} = 4.82\ A}$$

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

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

1. 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 Ω et le courant dans le circuit est en avance de 45 °sur la tension de source.

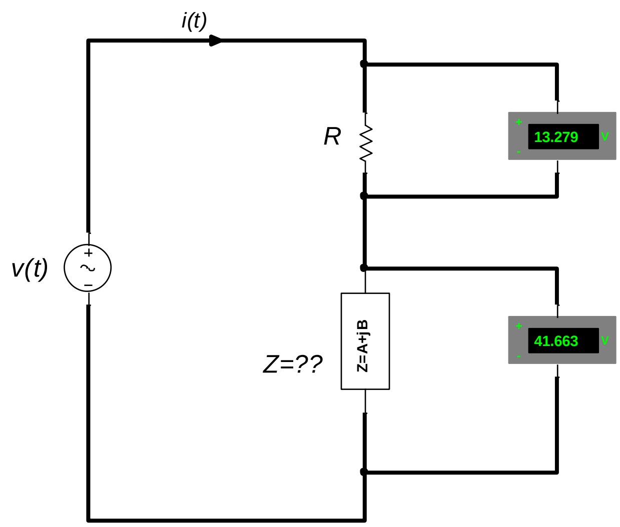


Figure 5. Figure pour la question 1 de l'exercice 3.

a. Quelle est la valeur efficace du courant dans le circuit ? 1 point

La loi d'Ohm aux bornes de la résistance permet d'obtenir :

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{13.279}{3} = \boxed{4.43\ A}$$

b. Déterminer l'impédance inconnue $\boldsymbol{Z}$. 1 point

Le courant est le même dans le circuit, car les composants sont en série et on obtient alors :

$$Z = \frac{V_Z}{I_R} = \frac{41.663}{4.43} = \boxed{9.4\ \Omega}$$

c. Déterminer l'impédance complexe $\overline{\boldsymbol{Z}}$ (partie réelle et partie imaginaire). 3 points

- Si R_{tot} est la résistance totale du circuit, on peut écrire que :

$$R_{\text{tot}} = 3 + R_Z \tag{1}$$

Avec R_Z qui représente la résistance de l'impédance inconnue et $3\ \Omega$ est la valeur de la résistance R.

- Si le courant est en **avance** sur la tension de source alors cela signifie que le circuit est **globalement CAPACITIF**. L'angle de l'impédance **totale sera négatif.** Le déphasage est lié à l'angle de l'impédance équivalente et sa tangente vaut :

$$\frac{X_Z}{R_{\text{tot}}} = \tan\varphi \Leftrightarrow \frac{X_Z}{R_{\text{tot}}} = \tan(-45°) \Leftrightarrow \frac{X_Z}{R_{\text{tot}}} = -1 \Leftrightarrow X_Z = -R_{\text{tot}} \tag{2}$$

En substituant (1) dans (2), on obtient :

$$X_Z = -(3 + R_Z) \tag{3}$$

Par ailleurs la réactance dans cette formule sera définie comme suit :

$$X_Z = \sqrt{Z^2 - R_Z^2} \tag{4}$$

On obtient alors l'égalité :

$$\sqrt{Z^2 - R_Z^2} = -(3 + R_Z)$$

En élevant les deux membres de l'équation au carré, on obtient :

$$Z^2 - R_Z^2 = \left(-(3 + R_Z)\right)^2 = (3 + R_Z)^2$$

Soit encore :

$$Z^2 - R_Z^2 = 9 + 6R_Z + R_Z^2 \Leftrightarrow 2R_Z^2 + 6R_Z + \underbrace{9 - Z^2}_{\Downarrow \atop 9-9.4^2=-79.36} = 0$$

On obtient alors l'équation du second degré suivante :

$$2R_Z^2 + 6R_Z - 79.36 = 0 \Leftrightarrow R_Z^2 + 3R_Z - 39.68 = 0$$

Le discriminant de cette équation est tel que :

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{b^2 - 4ac} = \sqrt{3^{\ 2} - 4 \times 1 \times (-39.68)} \approx 12.95$$

Ce qui donne alors la solution :

$$R_Z = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-3 + 12.95}{2 \times (1)} \approx \boxed{4.975\ \Omega} \approx \boxed{5\ \Omega}$$

Avec l'équation (3), on obtient alors la valeur de X_Z comme suit :

$$X_Z = -(3 + R_Z) = -(3 + 5) \Leftrightarrow \boxed{X_Z \approx -8\ \Omega}$$

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 :

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

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 $\overline{V}_{ch} = 50\angle 0°$. La fréquence du réseau est de $60\ Hz$.

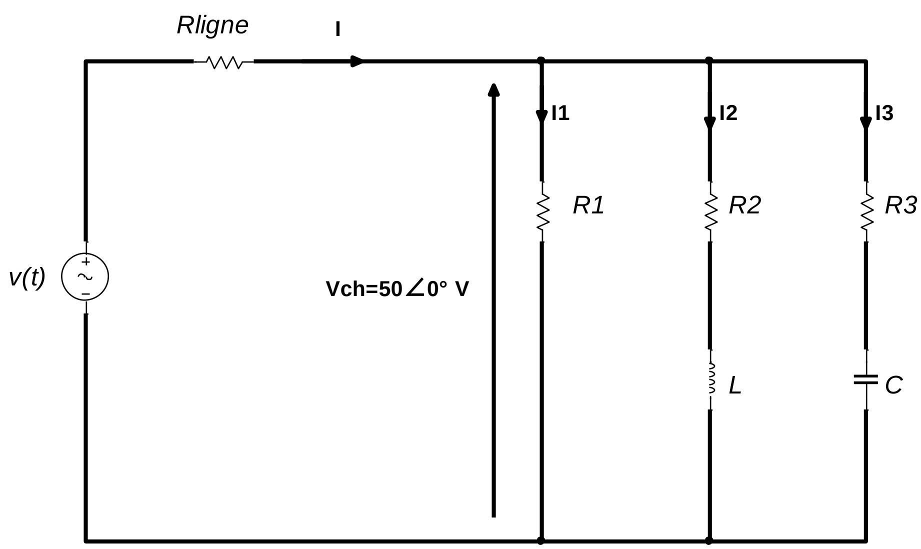


Figure 6. Circuit pour la question 3 de l'exercice 3.

a. Déterminer les Phaseurs des courants dans les trois branches qui constituent la charge. 3 points

- **Pour la résistance R_1**

L'impédance **complexe** d'une résistance pure est simplement égale à cette résistance et en posant $\overline{Z}_1$ pour cette branche, on obtient :

$$\overline{Z}_1 = \overline{Z}_{R_1} = R_1 = 10\angle 0°\ \Omega$$

Le phaseur du courant $\overline{I}_1$ dans cette branche vaudra alors (loi d'Ohm):

$$\overline{I}_1 = \overline{I}_{R_1} = \frac{\overline{V}_{ch}}{\overline{Z}_{R_1}} = \frac{50\angle 0°}{10\angle 0°} = \boxed{5\angle 0°\ A = 5\ A}$$

- **Pour la résistance R_2 en série avec l'inductance L**

Pour cela, on calcule la réactance inductive suivante :

$$\overline{Z}_2 = \overline{Z}_{R_2} + \overline{Z}_L = 3 + j4\ \Omega = \sqrt{3^2 + (4)^2} \angle \arctan\frac{4}{3}\ \Omega = 5\ \angle 53.13°\ \Omega$$

Le phaseur du courant $\overline{I}_2$ dans cette branche vaudra alors (loi d'Ohm):

$$\overline{I}_2 = \frac{\overline{V}_{ch}}{\overline{Z}_2} = \frac{50\angle 0°}{5\ \angle 53.13°} = \boxed{10\angle - 53.13°\ A = 6 - j8\ A}$$

- **Pour la résistance R_3 en série avec le condensateur C**

On aura l'impédance équivalente :

$$\overline{Z}_3 = \overline{Z}_{R_3} + \overline{Z}_C = 8 - j6\ \Omega = \sqrt{8^2 + (-6)^2} \angle \arctan -\frac{6}{8} = 10\ \angle - 36.87°\ \Omega$$

Le phaseur du courant $\overline{I}_3$ dans cette branche vaudra alors (loi d'Ohm):

$$\overline{I}_3 = \frac{\overline{V}_{ch}}{\overline{Z}_3} = \frac{50\angle 0°}{10\ \angle - 36.87°} = \boxed{5\angle 36.87°\ A = 4 + j3\ A}$$

Note : la forme polaire aurait été suffisante mais je calcule tout de suite la forme algébrique pour anticiper sur les questions qui vont suivre.

b. Déterminer la valeur efficace de la tension de source. 2 points

On doit alors appliquer la loi des mailles en tenant compte de la résistance du fil de ligne qui est parcourue par le courant total obtenu par la loi des nœuds comme suit (voir figure ci-dessous) :

$$\overline{I} = \overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3$$

La forme algébrique est appropriée pour ce calcul qui donnera alors :

$$\overline{I} = 5 + (6 - j8) + (4 + j3) = 15 - j5\ A \approx 15.81\angle - 18.43°\ A$$

La loi des mailles donne alors :

$$\overline{V} = \overline{V}_{ch} + R_{ligne}\overline{I} = 50 + 0.5(15 - j5\ A) = 57.5 - j2.5\ V = \underbrace{57.55}_{\Downarrow\ V_{\text{eff}}} \angle \underbrace{-2.49°}_{\Downarrow\ \theta_v}\ V$$

Soit finalement :

$$\boxed{V = 57.55\ V}$$

c. Déterminer l'impédance équivalente de l'atelier seulement. Quelle est la nature (comportement inductif ou capacitif) de cet atelier ? Justifier votre réponse. 1 point

Il est important de bien voir qu'il s'agit de l'impédance de l'atelier seulement, on ne doit donc pas prendre en considération la ligne.

On connait le courant total de l'atelier alors il est plus simple d'appliquer la loi d'Ohm comme suit :

$$\overline{V}_{ch} = \overline{Z}_{eq}.\overline{I} \Rightarrow \overline{Z}_{eq} = \frac{\overline{V}_{ch}}{\overline{Z}_{eq}} = \frac{50\angle 0°}{15.81\angle -18.43°} = \boxed{3.16\angle 18.43°\ \Omega \approx 3 + j1\ \ \Omega}$$

Le circuit est inductif car sa réactance est positive.

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**).

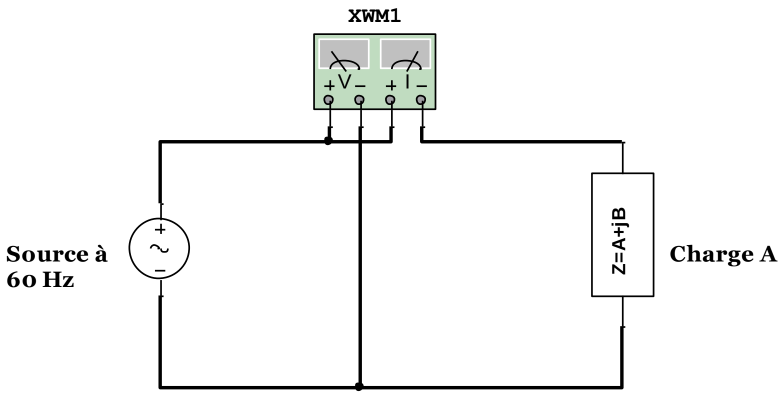


Figure 7. Analyse de la charge A

Les indications obtenues sont les suivantes : $\begin{cases} V_A = 120\ V \\ P_A = 48\ W \\ S_A = 48\ VA \end{cases}$

a. Sans faire de calculs, déterminer la nature de la charge A (inductive, capacitive ou résistive). Justifier votre réponse. **1 point**

Résistive car $S_A = P_A$

b. Calculer la valeur efficace du courant dans la charge A. **1 point**

$$S_A = V_A.I_A \Leftrightarrow I_A = \frac{S_A}{V_A} = \frac{48}{120} = 0.4\ A \Rightarrow \boxed{I_A = 0.4\ A}$$

2. La charge A est remplacée par la charge B comme montrée ci-dessous

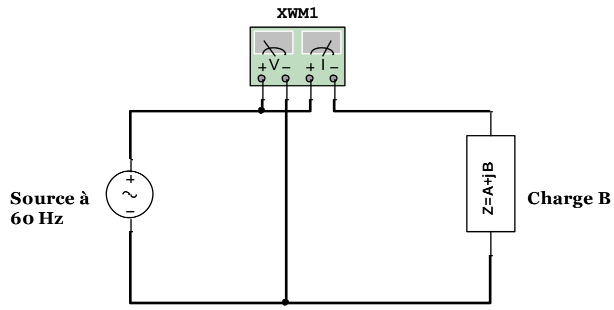


Figure 8. Analyse de la charge B

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

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

a. Sans faire de calculs, déterminer la nature de la charge B (inductive, capacitive ou résistive). Justifier votre réponse. **1 point**

Charge capacitive car le FP est avance.

b. Calculer la valeur efficace du courant dans la charge B. **1 point**

$$S_B = \frac{P_B}{FP_B} = \frac{75}{0.45} = 166.67\ VA \Rightarrow I_B = \frac{S_B}{V_B} = \frac{166.67}{120} = 1.39 \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{I_B = 1.39\ A}}$$

Note importante: **on ne considère pas le signe "moins" car celui indique seulement la nature de la charge.**

c. Déterminer la puissance apparente S_B donnée par l'analyseur de puissance. **1 point**

Voir calcul précédent.

$$\boxed{S_B = 166.67\ VA}$$

d. Déterminer la puissance réactive Q_B de la charge B. Cette puissance réactive est-elle fournie ou absorbée par la charge B ? **1 point**

$$Q_B = \sqrt{S_B^2 - P_B^2} = \sqrt{166.67^2 - 75^2} = 148{,}84$$

$$\Rightarrow \boxed{Q_B = 148.84\ \text{var}}\ \text{fournie car le FP indique capacitif}$$

Exercice 5 : *Analyse d'une installation électrique monophasée* **11 points**

Une installation électrique est alimentée sous une tension de valeur efficace de $240\ V$ et de fréquence $60\ Hz$. 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 $2.5\ kW$ avec un facteur de puissance de 0.707 retard.
- Charge 2 : un moteur monophasé d'ascenseur absorbant une puissance de $5\ kW$ avec un facteur de puissance de 0.8 retard.
- Charge 3 : un four électrique absorbant une puissance de $8\ kW$. Le facteur de puissance vaut 1 pour un four électrique.

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

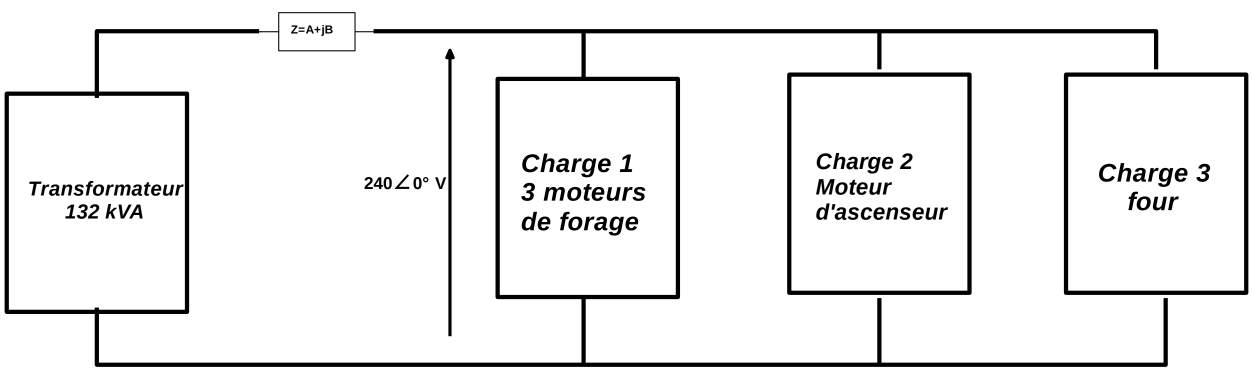


Figure 9. Schéma de l'installation à analyser pour l'exercice 5

Partie 1 : Étude de l'installation sans compensation.

1. **Calculer la puissance active totale de cette installation.** **1 point**

Bilan de puissance

- Charge 1 :

$$\begin{cases} P_1 = 3 \times 2.5 = 7.5\ kW \\ FP_1 = 0.707 \text{ retard} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_1 = P_1/FP_1 = 7.5/0.707 = \mathbf{10.61\ kVA} \\ Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = \sqrt{10.61^2 - 7.5^2} = 7.5\ k\text{var} \end{cases}$$

- Charge 2 :

$$\begin{cases} P_2 = 5\ kW \\ FP_2 = 0.8 \text{ retard} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_2 = P_2/FP_2 = \mathbf{6.25\ kVA} \\ Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} = 3.75\ k\text{var} \end{cases}$$

- Charge 3 :

$$\begin{cases} P_3 = 8\ kW \\ FP_3 = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_3 = P_3/FP_3 = \mathbf{8\ kVA} \\ Q_3 = \sqrt{S_3^2 - P_3^2} = 0\ k\text{var} \end{cases}$$

On obtient :

$$\boxed{P_{\text{tot}}} = P_1 + P_2 + P_3 = 7.5 + 5 + 8 = \boxed{20.5\ kW}$$

2. Calculer la puissance réactive totale de l'installation. **1 point**

$$\boxed{Q_{\text{tot}}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 7.5 + 3.75 + 0 = \boxed{11.25\ kvar}$$

3. Calculer la puissance apparente totale de l'installation. **1 point**

$$\boxed{S_{\text{tot}}} = \sqrt{(P_{\text{tot}})^2 + (Q_{\text{tot}})^2} = \sqrt{20.5^2 + 11.2^2} = \boxed{23.38\ kVA}$$

4. Calculer le facteur de puissance de l'installation. **1 point**

$$\boxed{FP_{\text{tot}}} = \frac{P_{\text{tot}}}{S_{\text{tot}}} = \frac{20.5}{23.38} \approx \boxed{0.88 \text{ retard}}$$

5. Calculer la valeur efficace du courant absorbée par l'installation. **1 point**

$$\boxed{I_{\text{tot}}} = \frac{S_{\text{tot}}}{V_{ch}} = \frac{23.38 \times 1000}{240} = \boxed{97.42A}$$

6. Que peut-on conclure sur le dimensionnement du transformateur alimentant l'atelier ? Justifier votre réponse. **1 point**

La capacité du transformateur de 24 kVA est tout juste égale à la puissance apparente de l'installation qui est de 23.38 kVA. Le transformateur est donc sous-dimensionné car il est nécessaire de prévoir une marge compte tenue des puissances mises en jeu dans la ligne.

Une réponse d'un transformateur bien dimensionné est acceptée.

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

Avec la loi de Kirchhoff en tension, on a :

$$\overline{V}_S = \overline{V}_{ch} + (\overline{Z}_{\text{ligne}})I = 240 + (0.03 + j0.04\ ) \times 97.42 = 242.92 + j3.90$$

$$= 242.95\angle 0.92°$$

On identifie alors :

$$\boxed{V_S = 242.95\ V}$$

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

$$Q_C = P_{\text{tot}}(\tan\varphi_{apc} - \tan\varphi_{avc})$$

Avec :

$$\begin{cases} \cos\varphi_{apc} = 0.96 \\ \cos\varphi_{avc} = FP_{\text{tot}} = 0.88 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \varphi_{apc} = 16.26° \\ \varphi_{avc} = 28.36° \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \tan\varphi_{apc} = 0.291 \\ \tan\varphi_{avc} = 0.54 \end{cases}$$

Ainsi, on aura :

$$\boxed{Q_C} = P_{\text{tot}}(\tan\varphi_{apc} - \tan\varphi_{avc}) = 20.5(0.291 - 0.54) = \boxed{-5.1\ k\text{var}}$$

b. En déduire la valeur du condensateur de compensation. 1 point

$$\boxed{C} = -\frac{Q_C}{\omega V_{ch}^2} = -\frac{-5.1}{377 \times 240^2} \approx \boxed{239.46\ \mu F}$$

c. Après avoir rajouté ce condensateur, calculer la nouvelle valeur efficace du courant fourni par la source. 1 point

La puissance apparente après compensation devient :

$$S_{\text{apc}} = \frac{P_{\text{tot}}}{\cos\varphi_{apc}} = \frac{20.5}{0.96} = 21.354\ kVA$$

Ainsi le courant après compensation vaudra :

$$\boxed{I_{apc}} = \frac{S_{\text{apc}}}{V_{ch}} = \frac{21.354 \times 1000}{240} = \boxed{88.98\ A}$$

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

- Dans ce cas, la nouvelle puissance active devient :

$$P'_{\text{tot}} = P_{\text{tot}} - P_2 = 20.5 - 5 = 15.5\ kW$$

- La nouvelle puissance réactive devient :

$$Q'_{\text{tot}} = \underbrace{\underbrace{Q_{\text{apc}}}_{\Downarrow \; Q_C + Q_{tot} = 11.25 - 5.1}}_{\Downarrow \; 6.15\ kvar} - Q_2 = 6.15 - 3.75 = 2.4\ kvar$$

- La puissance apparente totale dans cette situation devient alors :

$$S'_{\text{tot}} = \sqrt{(P'_{\text{tot}})^2 + (Q'_{\text{tot}})^2} = \sqrt{15.5^2 + (2.4)^2} = 15.68\ kVA$$

Ainsi le FP devient :

$$\boxed{FP'_{\text{tot}}} = \frac{P'_{\text{tot}}}{S'_{\text{tot}}} = \frac{15.5}{15.68} \approx \boxed{0.99 \text{ retard}} \text{ car } Q'_{\text{tot}} > 0$$

Fin du corrigé ici !

Total des points : 40