

**Exercice n°1.** On considère la tension  $u = 220\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{3})$ .

1. Donner les coordonnées polaires du vecteur de Fresnel  $\vec{U}$ .
2. Calculer les coordonnées cartésiennes du vecteur précédent.

**Exercice n°2.** On considère le vecteur de Fresnel  $\vec{U} = (5 ; 3)$ .

1. Calculer les coordonnées polaires du vecteur de Fresnel  $\vec{U}$ .
2. En déduire l'équation horaire  $u = U\sqrt{2} \sin(\omega t + \theta_u)$  correspondante.

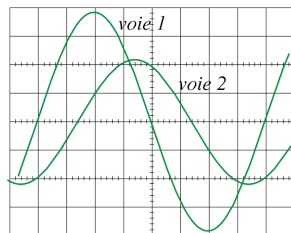
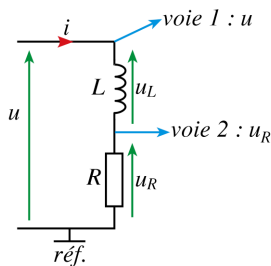
**Exercice n°3.** Réaliser la construction de Fresnel correspondant à la loi des nœuds suivante :

$$i = i_1 + i_2 + i_3.$$

On donne les valeurs suivantes :

$$i_1 = 5\sqrt{2} \sin(\omega t) ; i_2 = 3,5\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) ; i_3 = 3\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{4}) ; \text{échelle : } 1A/cm.$$

**Exercice n°4.** On considère l'expérience ci-dessous.



Données :

$R = 47 \Omega$  ;  $L$  : inductance parfaite ;

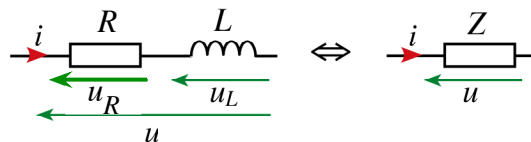
Calibre voie 1 : 2,5 V/div ;

Calibre voie 2 : 2 V/div ;

Base de temps : 0,2 ms/div.

1. Déterminer la période  $T$ , la fréquence  $f$  et la pulsation  $\omega$ .
2. Donner les valeurs maximales  $U_m$  de  $u(t)$  et  $U_{Rm}$  de  $u_R(t)$ .
3. En déduire les valeurs efficaces correspondantes  $U$  et  $U_R$ . Calculer la valeur efficace  $I$  du courant.
4. Déterminer le déphasage (exprimé en degrés) de  $u_R$  par rapport à  $u$ .
5. Calculer l'impédance  $Z$  du circuit. En déduire l'inductance  $L$  de la bobine.

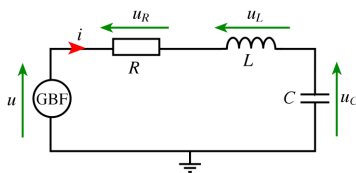
**Exercice n°5.** Un dipôle d'impédance  $Z$ , constitué d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $R$ , est alimenté par une tension sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ .



**Données :** valeurs efficaces  $I = 0,5 \text{ A}$  et  $U = 100 \text{ V}$  ; puissance active  $P = 25 \text{ W}$ .

1. Quelle est la valeur numérique de l'impédance  $Z$  du dipôle ?
2. Quel est son facteur de puissance  $\cos\varphi$  ?
3. En déduire le déphasage  $\varphi$  qui existe entre le courant et la tension.
4. En déduire les valeurs de  $R$  et  $L$ .

**Exercice n°6.** On considère le circuit ci-après alimenté par la tension  $u(t) = 10\sqrt{2} \sin(\omega t)$ .



**Données :**

$$R = 330\Omega, L = 100\text{mH}, C = 47\mu\text{F} \text{ et } f = 100\text{Hz}.$$

- Tracer le diagramme de Fresnel des impédances et en déduire :
  - L'impédance  $Z$  et le déphasage  $\varphi$  du circuit ;
  - La valeur efficace du courant  $i$  ;
  - La valeur efficace des tensions  $u_L$ ,  $u_R$  et  $u_C$ .
- Calculer la fréquence de résonance  $f_0$  c'est-à-dire la fréquence pour laquelle les effets de l'inductance et de la capacité s'annulent. Le déphasage est alors nul.

**Exercice n°7.** On alimente sous la tension  $U = 220 \text{ V}$  du secteur un poste de travail constitué de 10 lampes de  $100 \text{ W}$  et d'un moteur de puissance utile  $P_u = 3\,680 \text{ W}$ . À pleine charge, le rendement du moteur est  $\eta_M = 0,75$  et le facteur de puissance  $\cos\varphi_M = 0,707$ .

- Calculer la puissance absorbée  $P_a$  par le moteur.
- Calculer le facteur de puissance  $\cos\varphi$  du poste de travail et l'intensité du courant  $I$  absorbé à pleine charge.
- On veut relever le facteur de puissance à  $\cos\varphi' = 0,93$ . Calculer la valeur de la capacité  $C$  des condensateurs nécessaire ainsi que la nouvelle intensité  $I'$  du courant absorbé par le poste.

**Exercice n°8.** Un poste de soudure, équivalent à un récepteur inductif, alimenté sous une tension  $u(t) = 220\sqrt{2} \sin(314t)$ , absorbe une puissance active  $P = 2500 \text{ W}$  avec un facteur de puissance  $\cos\varphi = 0,60$ . Le disjoncteur de l'installation est limité à  $15 \text{ A}$ .

- Calculer la valeur efficace  $I$  du courant appelé. Que va-t-il se passer au niveau du disjoncteur ?
- Écrire l'équation horaire de  $i$ .
- Calculer la puissance réactive  $Q$  absorbée.
- Calculer la capacité  $C'$  du condensateur qui, placé en parallèle sur le poste, amènerait le facteur de puissance à la valeur  $\cos\varphi' = 1$ .
- Quelle serait la nouvelle valeur efficace  $I'$  du courant appelé ? Le disjoncteur interviendrait-il ?
- On limite l'intensité efficace à  $I'' = 14 \text{ A}$ .
  - Calculer le facteur de puissance  $\cos\varphi''$  correspondant, la puissance active restant inchangée.
  - Calculer la puissance réactive  $Q''$ .
  - Calculer la capacité  $C''$  du condensateur nécessaire.

**Exercice n°9. Étude d'une ligne monophasée.**

Un fournisseur d'énergie électrique est démarché pour alimenter une importante usine de transformation du bois à partir d'une ligne de 50 km de long. Afin d'ajuster au plus juste le prix de revient de l'énergie électrique, le fournisseur effectue une étude théorique dans le but d'estimer la valeur des pertes électriques en ligne. Le coût de production est tel que chaque kWh produit revient à 0,0268 € au départ de l'usine électrique.

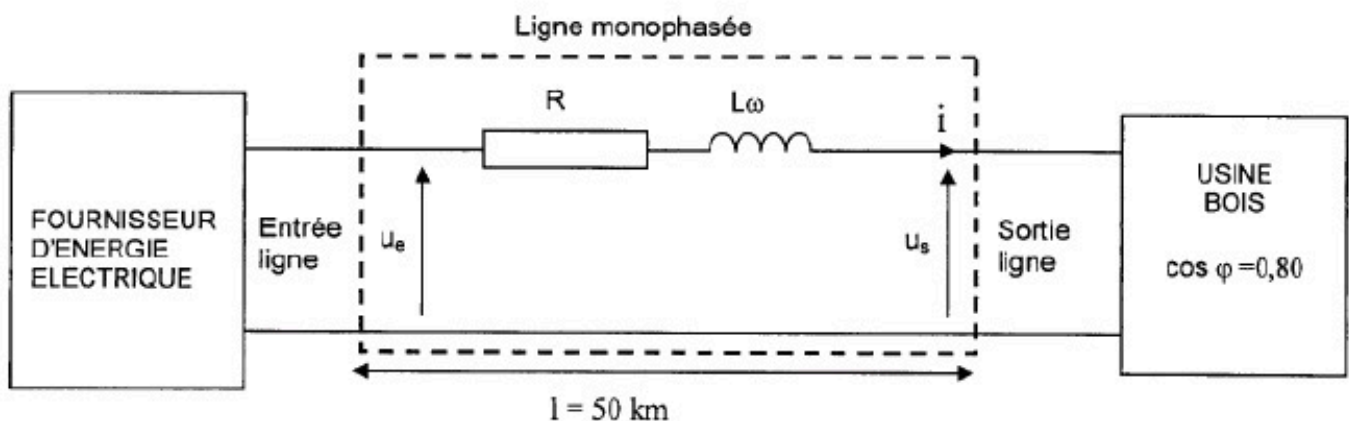
Pour des raisons pratiques, cette étude est menée en régime monophasé. L'usine est alimentée sous une tension  $u$  de valeur efficace  $U = 20,0$  kV et de fréquence 50 Hz. L'intensité du courant de ligne consommé par l'usine a une valeur efficace  $I = 350$  A en fonctionnement nominal.

La ligne est composée de deux câbles de section  $S = 500$  mm<sup>2</sup>.

**1. Etude simplifiée de la ligne d'alimentation.**

Le modèle électrique équivalent d'une phase est représenté ci-dessous.  $R$  représente la résistance de la ligne,  $L$  l'inductance (liée aux phénomènes magnétiques).

On note  $i$ , l'intensité du courant dans la ligne,  $u_e$  et  $u_s$  les tensions d'entrée et de sortie de ligne. Les valeurs efficaces de ces grandeurs sont notées respectivement  $I$ ,  $U_e$  et  $U_s$ .



- 1.1 En utilisant le tableau donné en annexes, calculer la valeur de la résistance de chacun des conducteurs de la ligne. En déduire que la résistance  $R$  de la ligne ramenée sur un seul conducteur est  $R = 6 \Omega$ .
- 1.2 A l'aide du tableau donné en annexes, montrer que la réactance de la ligne vaut  $L\omega = 20 \Omega$ .
- 1.3 Calculer les puissances active  $P_s$  et réactive  $Q_s$  reçues par l'usine.
- 1.4 Calculer la valeur la puissance perdue par effet Joule dans la ligne d'alimentation.
- 1.5 Calculer la puissance réactive absorbée par la réactance de la ligne.
- 1.6 En déduire les puissances actives  $P_e$  et réactives  $Q_e$  fournies par le producteur à l'entrée de la ligne.
- 1.7 En déduire le rendement en puissance de la ligne.
- 1.8 Calculer la puissance apparente  $S_e$  fournie à la ligne. En déduire le facteur de puissance de l'ensemble {ligne + usine}.
- 1.9 En déduire la valeur efficace  $U_e$  de la tension à l'entrée de la ligne.
- 1.10 En déduire la chute de tension en ligne  $\Delta U = U_e - U_s$ . Commenter ce résultat.

**2.** Etude financière.

On souhaite calculer un prix de revient qui tienne compte des pertes en ligne pour une production de 100 000 kWh et un rendement de ligne de 85%.

- 2.1 Calculer le coût de production pour l'usine de production d'électricité.
- 2.2 Calculer la quantité d'énergie électrique effectivement reçue par l'usine de transformation du bois.
- 2.3 Calculer le montant de la facture que l'usine de transformation du bois doit effectivement régler pour prendre en compte le coût des pertes en ligne. En déduire le prix du kWh d'énergie électrique appliqué.

**3.** Relèvement du facteur de puissance

Après discussion avec son fournisseur d'énergie électrique, l'industriel du bois décide de relever le facteur de son entreprise à 0,95 la puissance moyenne consommée étant de 5,60 MW.

- 3.1 Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant absorbé par l'usine de transformation du bois dans ces conditions.
- 3.2 En déduire la puissance perdue par effet Joule dans la ligne.
- 3.3 Montrer que le rendement de la ligne est alors proche de 91,5 %.
- 3.4 Montrer que le prix du kWh d'énergie peut diminuer à la valeur de 0,0315 €.
- 3.5 En déduire le montant des économies réalisées pour une consommation de 100 000 kWh.

**ANNEXES****Tableau de données .**

Type de ligne	100 mm <sup>2</sup>	250 mm <sup>2</sup>	500 mm <sup>2</sup>	1000 mm <sup>2</sup>
Résistance Ω/km	1,50	0,240	0,060	0,015
Réactance Ω/km	0,2 Ω/km	0,2 Ω/km	0,2 Ω/km	0,2 Ω/km
Masse linéique kg/km	300	750	1500	3000

**Rappels de cours :**

Puissance réactive reçue par une bobine d'inductance L traversée par un courant sinusoïdal d'intensité efficace I :  $Q_L = L\omega I^2$

Puissance réactive par un condensateur de capacité C soumis à une tension sinusoïdale de valeur efficace U :  $Q_C = -U^2/(C\omega)$