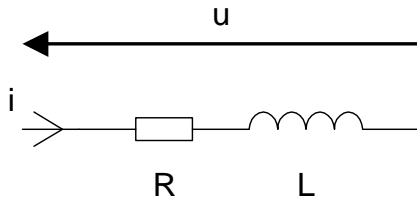


## 5 exercices corrigés d'Electrotechnique sur le régime monophasé

### Exercice Mono01 : régime monophasé



Donner l'expression :

- de la puissance active consommée par la résistance
- de la puissance réactive consommée par la bobine

En déduire l'expression :

- de la puissance apparente du circuit
- du facteur de puissance du circuit

A.N. On donne  $R = 10 \Omega$ ,  $L = 200 \text{ mH}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$  et  $I = 3,6 \text{ A}$ .  
Calculer  $U$  et le déphasage de  $u$  par rapport à  $i$ .

### Exercice Mono02 : ampoule basse consommation

L'emballage d'une ampoule « basse consommation » indique :

230 V	50 Hz	
150 mA	20 W	1200 lumen

1- Calculer le facteur de puissance de l'ampoule.

2- L'ampoule peut fonctionner pendant 6 ans à raison de 3 heures par jour.  
Calculer l'énergie électrique (en kWh) consommée.

3- Une ampoule classique de 100 W donne le même flux lumineux qu'une ampoule basse consommation de 20 W.

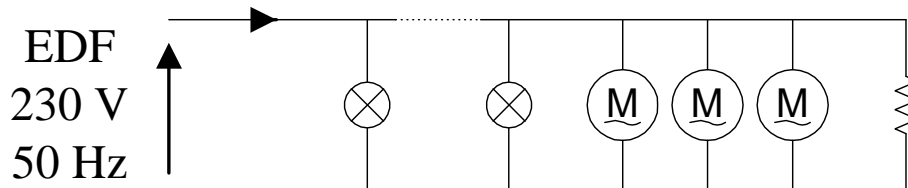
Calculer l'économie d'énergie (en euros) que procure l'utilisation d'une ampoule basse consommation.

Le tarif du kWh électrique est actuellement de 10 centimes d'euro.

### Exercice Mono03 : régime monophasé

Une installation électrique monophasée 230 V / 50 Hz comporte :

- dix ampoules de 75 W chacune ;
- un radiateur électrique de 1,875 kW ;
- trois moteurs électriques identiques absorbant chacun une puissance de 1,5 kW avec un facteur de puissance de 0,80.



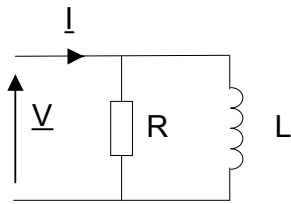
Ces différents appareils fonctionnent simultanément.

- 1- Quelle est la puissance active consommée par les ampoules ?
- 2- Quelle est la puissance réactive consommée par un moteur ?
- 3- Quelles sont les puissances active et réactive consommées par l'installation ?
- 4- Quel est son facteur de puissance ?
- 5- Quelle est l'intensité efficace du courant dans le câble de ligne ?

On ajoute un condensateur en parallèle avec l'installation.

- 6- Quelle doit être la capacité du condensateur pour relever le facteur de puissance à 0,93 ?
- 7- Quel est l'intérêt ?

### Exercice Mono04 : schéma électrique équivalent d'un transformateur monophasé à vide



On donne  $V_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $R = 1,6 \text{ k}\Omega$  et  $L = 1,25 \text{ H}$ .

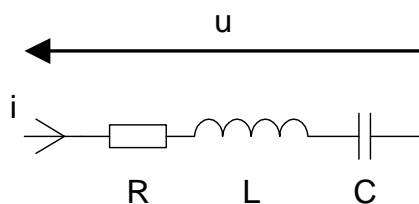
- 1- Calculer la puissance active  $P_R$  consommée par la résistance.
- 2- Calculer la puissance réactive  $Q_L$  consommée par la bobine.
- 3- Utiliser le théorème de Boucherot pour calculer la puissance apparente  $S$  du circuit.
- 4- En déduire  $I_{\text{eff}}$  et le facteur de puissance du circuit.
- 5- Que vaut le déphasage de  $v$  par rapport à  $i$  ?
- 6- Montrer que :

$$Z = \frac{V_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X^2}}}$$

$$\cos \varphi_{v/i} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X^2}}}$$

avec :  $X = L\omega$

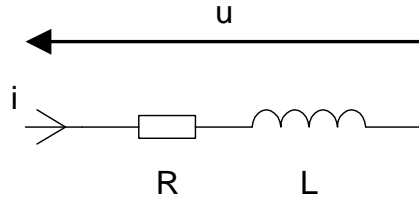
### Exercice Mono05 : régime monophasé



- 1- Déterminer l'impédance complexe  $\underline{Z}$  du circuit.
- 2- En déduire la réactance  $X$  du circuit.
- 3- Exprimer  $P$ ,  $Q$  et  $S$  en fonction de  $I$ .
- 4- A la résonance  $u$  et  $i$  sont en phase. Que vaut alors  $Q$  ?
- 5- En déduire la fréquence de résonance.

## Corrigés

### Exercice Mono01 : régime monophasé



Donner l'expression :

- de la puissance active consommée par la résistance

$$P_R = RI^2$$

- de la puissance réactive consommée par la bobine

$$Q_L = L\omega I^2$$

En déduire l'expression :

- de la puissance apparente du circuit

$$\text{Théorème de Boucherot : } S = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \cdot I^2$$

- du facteur de puissance du circuit

$$k = \cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}$$

A.N. On donne  $R = 10 \Omega$ ,  $L = 200 \text{ mH}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$  et  $I = 3,6 \text{ A}$ .  
Calculer  $U$  et le déphasage de  $u$  par rapport à  $i$ .

$$U = \frac{S}{I} = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \cdot I = 229 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0,157$$

d'où :

$$\varphi = +81^\circ (\text{circuit inductif})$$

## Exercice Mono02 : ampoule basse consommation

L'emballage d'une ampoule « basse consommation » indique :

230 V            50 Hz  
150 mA          20 W            1200 lumen

2-1- Calculer le facteur de puissance de l'ampoule.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{UI} = \frac{20}{230 \times 0,15} = 0,58$$

Lien utile :

[http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application\\_builder5/education.htm#PQS](http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#PQS)

PQS La calculette de l'Electrotechnicien v1.0.0

Configuration Régime

Puissance active consommée  
 P (W) 20

Puissance réactive consommée  
 Q (var) 28,111386

Puissance apparente  
 S (VA) 34,5

Tension efficace  
 V (volts) 230  
 U (volts)

Facteur de puissance (k)  
  
 Déphasage (°) 54,569842  
 Facteur de puissance 0,57971014  
 Sinus du déphasage 0,81482277  
 Tangente du déphasage 1,4055693

Courant efficace de ligne  
 I (A) 0,150

Calculer

<http://perso.orange.fr/fabrice.sincere>

2-2- L'ampoule peut fonctionner pendant 6 ans à raison de 3 heures par jour.  
Calculer l'énergie électrique (en kWh) consommée.

$$0,020 \text{ kW} \times (6 \times 365 \times 3 \text{ h}) = 131,4 \text{ kWh}$$

2-3- Une ampoule classique de 100 W donne le même flux lumineux qu'une ampoule basse consommation de 20 W.

Calculer l'économie d'énergie (en euros) que procure l'utilisation d'une ampoule basse consommation.

Le tarif du kWh électrique est actuellement de 10 centimes d'euro.

Pour une ampoule classique :  $0,100 \text{ kW} \times (6 \times 365 \times 3 \text{ h}) = 657 \text{ kWh}$

Différence de consommation :  $657 - 131,4 = 525,6 \text{ kWh}$   
 $525,6 \times 0,10 = 52,56 \text{ euros}$

### Exercice Mono03 : régime monophasé

Une installation électrique monophasée 230 V / 50 Hz comporte :

- dix ampoules de 75 W chacune ;
- un radiateur électrique de 1,875 kW ;
- trois moteurs électriques identiques absorbant chacun une puissance de 1,5 kW avec un facteur de puissance de 0,80.

Ces différents appareils fonctionnent simultanément.

1- Quelle est la puissance active consommée par les ampoules ?

$$10 \times 75 = 750 \text{ W}$$

2- Quelle est la puissance réactive consommée par un moteur ?

$$\text{Facteur de puissance} = \cos \varphi = 0,80$$

$$\text{d'où } \tan \varphi = 0,75$$

$$Q_m = P_m \tan \varphi = 1500 \times 0,75 = + 1125 \text{ vars (} Q > 0 \text{ car un moteur est inductif).}$$

Lien utile :

[http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application\\_builder5/education.htm#POS](http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#POS)

PQS La calculette de l'Electrotechnicien v1.0.0

Configuration Régime

Puissance active consommée

P (W) 1500

Puissance réactive consommée

Q (var) 1125

Puissance apparente

S (VA) 1875

Tension efficace

V (volts) 230

U (volts)

Facteur de puissance (k)

Déphasage (°) 36,869898

Facteur de puissance 0,8

Sinus du déphasage 0,6

Tangente du déphasage 0,75

Courant efficace de ligne

I (A) 8,1521739

Calculer

<http://perso.orange.fr/fabrice.sincere>

3- Quelles sont les puissances active et réactive consommées par l'installation ?

$$P = 750 + 1875 + 3 \times 1500 = 7,125 \text{ kW}$$

$$Q = 0 + 0 + 3 \times 1125 = +3,375 \text{ kvar (on suppose que les ampoules et le radiateur sont purement résistifs)}$$

4- Quel est son facteur de puissance ?

$$\text{Puissance apparente de l'installation : } S = (7,125^2 + 3,375^2)^{1/2} = 7,884 \text{ kVA}$$

$$\text{Facteur de puissance : } \cos \varphi = 7,125/7,884 = 0,904$$

5- Quelle est l'intensité efficace du courant dans le câble de ligne ?

$$I = S/U = 7884/230 = 34,3 \text{ ampères}$$

Lien utile :

[http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application\\_builder5/education.htm#POS](http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#POS)

Configuration		Régime	
<input checked="" type="checkbox"/> Puissance active consommée	P (W)	<input type="checkbox"/> Facteur de puissance (k)	
	7125	<input type="radio"/> Déphasage (°)	25.346176
<input checked="" type="checkbox"/> Puissance réactive consommée	Q (var)	<input checked="" type="radio"/> Facteur de puissance	0.90373784
	3375	<input type="radio"/> Sinus du déphasage	0.42808634
<input type="checkbox"/> Puissance apparente	S (VA)	<input type="radio"/> Tangente du déphasage	0.47368421
	7883,9235		
<input checked="" type="checkbox"/> Tension efficace	V (volts)	<input type="checkbox"/> Courant efficace de ligne	I (A)
	230		34,277928
<input type="checkbox"/> U (volts)			
<b>Calculer</b>			

<http://perso.orange.fr/fabrice.sincere>

On ajoute un condensateur en parallèle avec l'installation.

6- Quelle doit être la capacité du condensateur pour relever le facteur de puissance à 0,93 ?

Un condensateur ne consomme pas de puissance active donc l'installation consomme toujours  $P' = P = 7,125 \text{ kW}$ .

$$\text{Facteur de puissance} = \cos \varphi' = 0,93$$

$$\text{d'où } \tan \varphi' = 0,4$$

$$Q' = P' \tan \varphi' = 7,125 \times 0,4 = + 2,85 \text{ kvar}$$



Le condensateur consomme la puissance réactive :

$$Q_C = Q' - Q = 2850 - 3375 = - 525 \text{ vars}$$

( $Q_C < 0$  : un condensateur est un générateur de puissance réactive).

$$Q_C = -U^2 C \omega \quad \text{d'où} \quad C = 32 \mu\text{F}$$

## 7- Quel est l'intérêt ?

Le condensateur permet à l'installation, de consommer moins de puissance réactive pour une même puissance active.

La puissance apparente est donc plus faible, le courant de ligne également :

$$S' = (P'^2 + Q'^2)^{1/2} = (7,125^2 + 2,85^2)^{1/2} = 7,674 \text{ kVA (au lieu de 7,884 kVA)}$$

$$I' = S'/U = 7674/230 = 33,4 \text{ A (au lieu de 34,3 A sans condensateurs).}$$

Le courant de ligne étant moins important, les chutes de tension et les pertes par effet Joule dans les lignes de distribution sont réduites, ce que EDF apprécie grandement.

C'est pour cette raison que EDF surtaxe les industriels qui consomment trop de puissance réactive. L'industriel a alors tout intérêt à installer, à ses frais, un système de compensation d'énergie réactive (par condensateurs par exemple).

Lien utile :

[http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application\\_builder5/education.htm#POS](http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#POS)

The screenshot shows a software window titled "PQS La calculette de l'Electrotechnicien v1.0.0". It has two tabs: "Configuration" and "Régime". The "Régime" tab is active. The interface is divided into several sections for input and output values:

- Puissance active consommée:**  P (W) with a value of 7125.
- Puissance réactive consommée:**  Q (var) with a value of 2850.
- Puissance apparente:**  S (VA) with a value of 7673.8599.
- Tension efficace:**  V (volts) with a value of 230. There is also an option for U (volts) which is currently empty.
- Facteur de puissance (k):**  with several options:  Déphasage (°) with value 21.801409,  Facteur de puissance with value 0.92847669,  Sinus du déphasage with value 0.37139068, and  Tangente du déphasage with value 0.4.
- Courant efficace de ligne:**  I (A) with a value of 33.364608.

At the bottom right, there is a large button labeled "Calculer". At the bottom left, there is a URL: <http://perso.orange.fr/fabrice.sincere>.

## Exercice Mono04 : schéma électrique équivalent d'un transformateur monophasé à vide

1- Calculer la puissance active  $P_R$  consommée par la résistance.

$$\text{Loi de Joule : } P_R = V_{\text{eff}}^2 / R = 230^2 / 1600 = 33 \text{ W}$$

(cette puissance électrique est dégradée sous forme thermique : ceci se traduit par un échauffement du circuit magnétique du transformateur).

2- Calculer la puissance réactive  $Q_L$  consommée par la bobine.

$$Q_L = +V_{\text{eff}}^2 / (L\omega) = +134,7 \text{ vars}$$

3- Utiliser le théorème de Boucherot pour calculer la puissance apparente  $S$  du circuit.

Le circuit consomme la puissance active :  $P = P_R + P_L = P_R$  (la bobine ne consomme pas de puissance active).

Le circuit consomme la puissance réactive :  $Q = Q_R + Q_L = Q_L$  (la résistance ne consomme pas de puissance réactive)

$$S = \sqrt{P_R^2 + Q_L^2} = V_{\text{eff}}^2 \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{(L\omega)^2}} = 138,7 \text{ VA}$$

4- En déduire  $I_{\text{eff}}$  et le facteur de puissance du circuit.

$$I_{\text{eff}} = \frac{S}{V_{\text{eff}}} = V_{\text{eff}} \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{(L\omega)^2}} = 0,60 \text{ A}$$

$$\text{Facteur de puissance : } k = P_R / S = \mathbf{0,238}$$

5- Que vaut le déphasage de  $v$  par rapport à  $i$  ?

$$\cos \varphi = 0,238 \quad \text{d'où } \varphi = +76,2^\circ$$

Le déphasage est positif (la tension est en avance sur le courant) car le circuit est inductif ( $Q > 0$ ).

On remarquera qu'un transformateur à vide consomme beaucoup de puissance réactive : il est fortement inductif.

Lien utile :

[http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application\\_builder5/education.htm#POS](http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#POS)

Configuration		Régime	
Puissance active consommée		Facteur de puissance (k)	
<input checked="" type="checkbox"/> P (w)	33	<input type="checkbox"/>	
Puissance réactive consommée		<input type="radio"/> Déphasage (°)	76.234301
<input checked="" type="checkbox"/> Q (var)	134.7	<input type="radio"/> Facteur de puissance	0.23795203
Puissance apparente		<input type="radio"/> Sinus du déphasage	0.97127691
<input type="checkbox"/> S (VA)	138.68342	<input checked="" type="radio"/> Tangente du déphasage	4.0818182
Tension efficace		Courant efficace de ligne	
<input checked="" type="checkbox"/> V (volts)	230	<input type="checkbox"/> I (A)	0.60297139
<input type="checkbox"/> U (volts)			
<b>Calculer</b>			

<http://perso.orange.fr/fabrice.sincere>

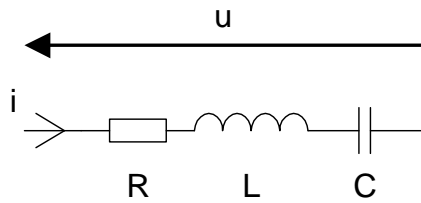
6-

$$Z = \frac{V_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X^2}}}$$

$$\cos \varphi_{v/i} = \frac{P}{S} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X^2}}}$$

avec:  $X = L\omega$

## Exercice Mono05 : régime monophasé



1- Déterminer l'impédance complexe  $\underline{Z}$  du circuit.

$$\underline{Z} = R + j \left( L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)$$

2- En déduire la réactance X du circuit.

$$X = L\omega - \frac{1}{C\omega}$$

3- Exprimer P, Q et S en fonction de I.

$$P = RI^2$$

$$Q = XI^2 = \left( L\omega - \frac{1}{C\omega} \right) I^2$$

$$S = \sqrt{R^2 + \left( L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2} I^2$$

4- A la résonance u et i sont en phase. Que vaut alors Q ?

$$Q = 0 \text{ var}$$

5- En déduire la fréquence de résonance.

$$X = L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$$

d'où :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$