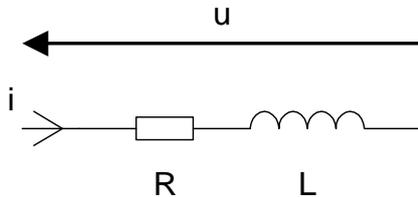


5 exercices corrigés d'Electrotechnique sur le régime monophasé

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.

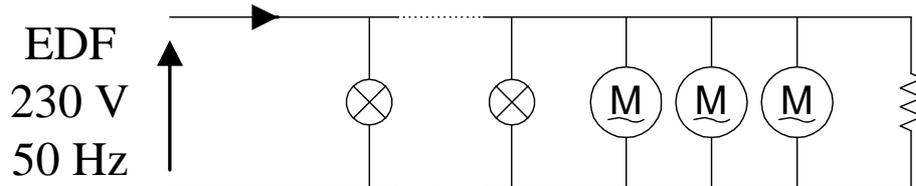
Calculer l'économie d'énergie (en euros) que procure l'utilisation d'une ampoule basse consommation.

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.



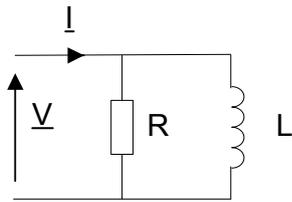
Ces différents appareils fonctionnent simultanément.

- 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



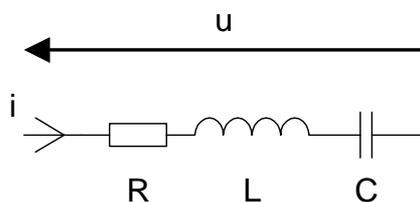
On donne $V_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $R = 1,6 \text{ k}\Omega$ et $L = 1,25 \text{ H}$.

- 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_{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 : $X = L\omega$

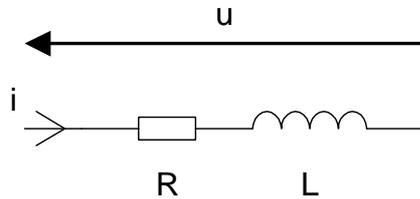
Exercice Mono05 : régime monophasé



- 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

The screenshot shows a software application window titled "PQS La calculette de l'Electrotechnicien v1.0.0". The interface is divided into several sections for input and output:

- Configuration** / **Régime**
- Puissance active consommée**: P (W) with a value of 20.
- Puissance réactive consommée**: Q (var) with a value of 28,111386.
- Puissance apparente**: S (VA) with a value of 34,5.
- Tension efficace**: V (volts) with a value of 230; U (volts) is empty.
- Facteur de puissance (k)**: Factor of power; Déphasage (°) with a value of 54,569842; Sinus du déphasage with a value of 0,81482277; Tangente du déphasage with a value of 1,4055693.
- Courant efficace de ligne**: I (A) with a value of 0,150.
- A **Calculer** button is located at the bottom right.
- A URL <http://perso.orange.fr/fabrice.sincere> is displayed at the bottom left.

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

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

PQS La calculette de l'Electrotechnicien v1.0.0

Configuration Régime

Puissance active consommée

P (W) 7125

Puissance réactive consommée

Q (var) 3375

Puissance apparente

S (VA) 7883,9235

Tension efficace

V (volts) 230

U (volts)

Facteur de puissance (k)

Déphasage (°) 25.346176

Facteur de puissance 0.90373784

Sinus du déphasage 0.42808634

Tangente du déphasage 0.47368421

Courant efficace de ligne

I (A) 34,277928

Calculer

<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

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:

- 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 a value of 21.801409.
 - Facteur de puissance with a value of 0.92847669.
 - Sinus du déphasage with a value of 0.37139068.
 - Tangente du déphasage with a value of 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_{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

PQS La calculette de l'Electrotechnicien v1.0.0

Configuration Régime

Puissance active consommée

P (w)

Puissance réactive consommée

Q (var)

Puissance apparente

S (VA)

Tension efficace

V (volts)

U (volts)

Facteur de puissance (k)

Déphasage (°)

Facteur de puissance

Sinus du déphasage

Tangente du déphasage

Courant efficace de ligne

I (A)

Calculer

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

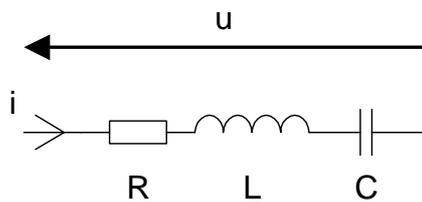
6-

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

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

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 :

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