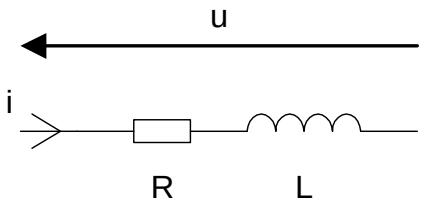
5 exercices corrigés d'Electrotechnique sur le régime monophasé

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 Ω, L = 200 mH, f = 50 Hz et I = 3,6 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.

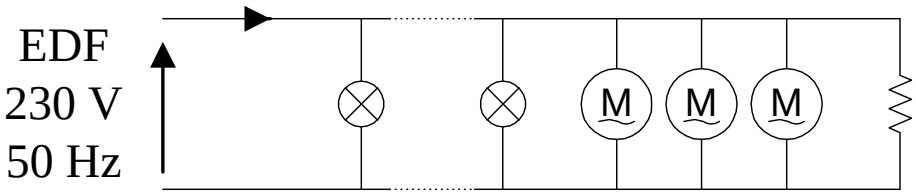
3- Une ampoule classique de 100 W donne le même flux lumineux qu'une ampoule basse consommation de 20 W.
Calculer l'économie d'énergie (en euros) que procure l'utilisation d'une ampoule basse consommation.
Le tarif du kWh électrique est actuellement de 10 centimes d'euro.

WWW.DZ-EN.COM

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.

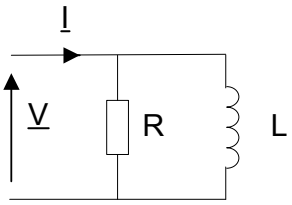
1- Quelle est la puissance active consommée par les ampoules ?
2- Quelle est la puissance réactive consommée par un moteur ?
3- Quelles sont les puissances active et réactive consommées par l'installation ?
4- Quel est son facteur de puissance ?
5- Quelle est l'intensité efficace du courant dans le câble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

WWW.DZFREE.COM

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



On donne V_{eff} = 230 V, f = 50 Hz, R = 1,6 kΩ et L = 1,25 H.

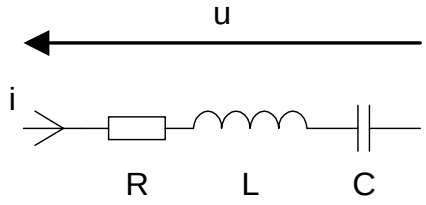
1- Calculer la puissance active P_R consommée par la résistance.
2- Calculer la puissance réactive Q_L consommée par la bobine.
3- Utiliser le théorème de Boucherot pour calculer la puissance apparente S du circuit.
4- En déduire I_{eff} et le facteur de puissance du circuit.
5- Que vaut le déphasage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

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

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

$$\text{avec} : X = L\omega$$

Exercice Mono05 : régime monophasé

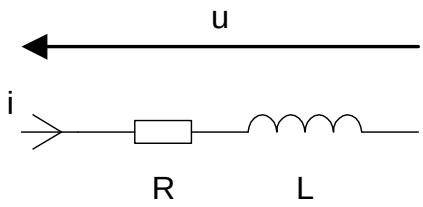


1- Déterminer l'impédance complexe $\underline{Z}$ du circuit.
2- En déduire la réactance X du circuit.
3- Exprimer P, Q et S en fonction de I.
4- A la résonance u et i sont en phase. Que vaut alors Q ?
5- En déduire la fréquence de résonance.

WWW.DZ-EN.COM

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

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 Ω, L = 200 mH, f = 50 Hz et I = 3,6 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 :

$\varphi = +81°$ (circuit inductif)

WWW.DZ-EN.COM

Exercice Mono02 : ampoule basse consommation

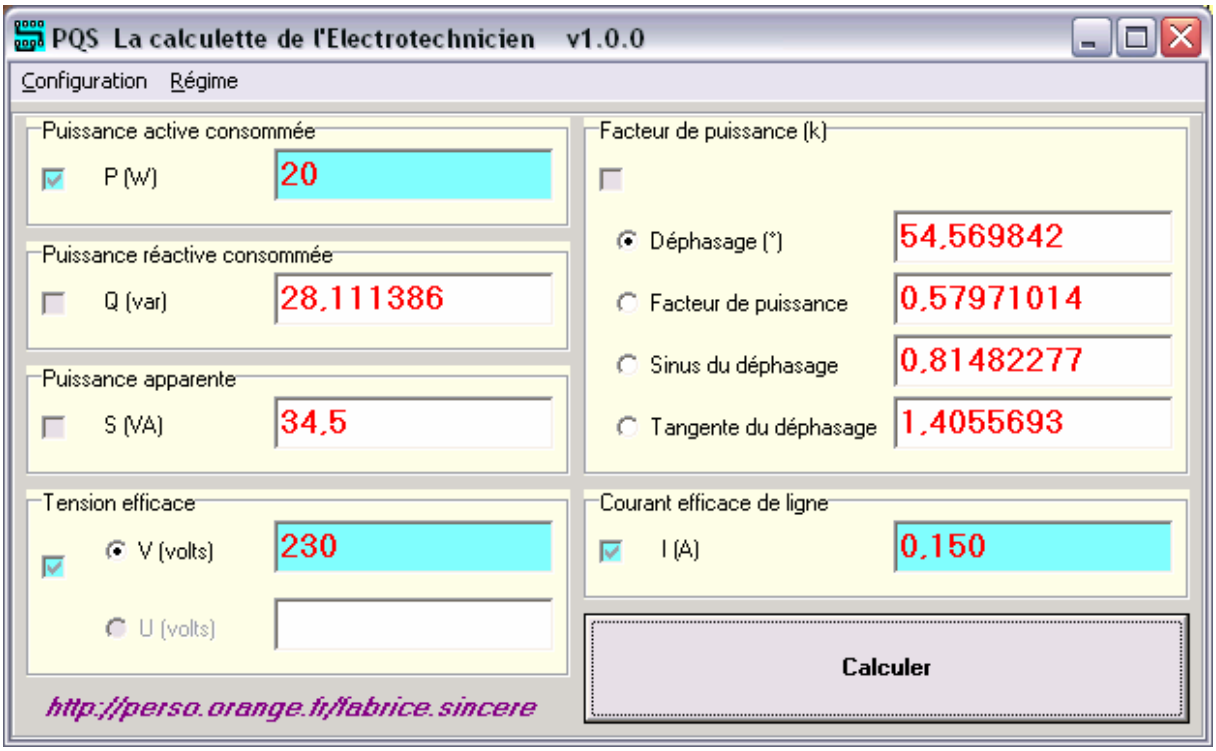
L'emballage d'une ampoule « basse consommation » indique :

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



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 kW × (6×365×3 h) = 131,4 kWh

WWW.DZ-PHY.COM

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

WWW.DZFREE.COM

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.

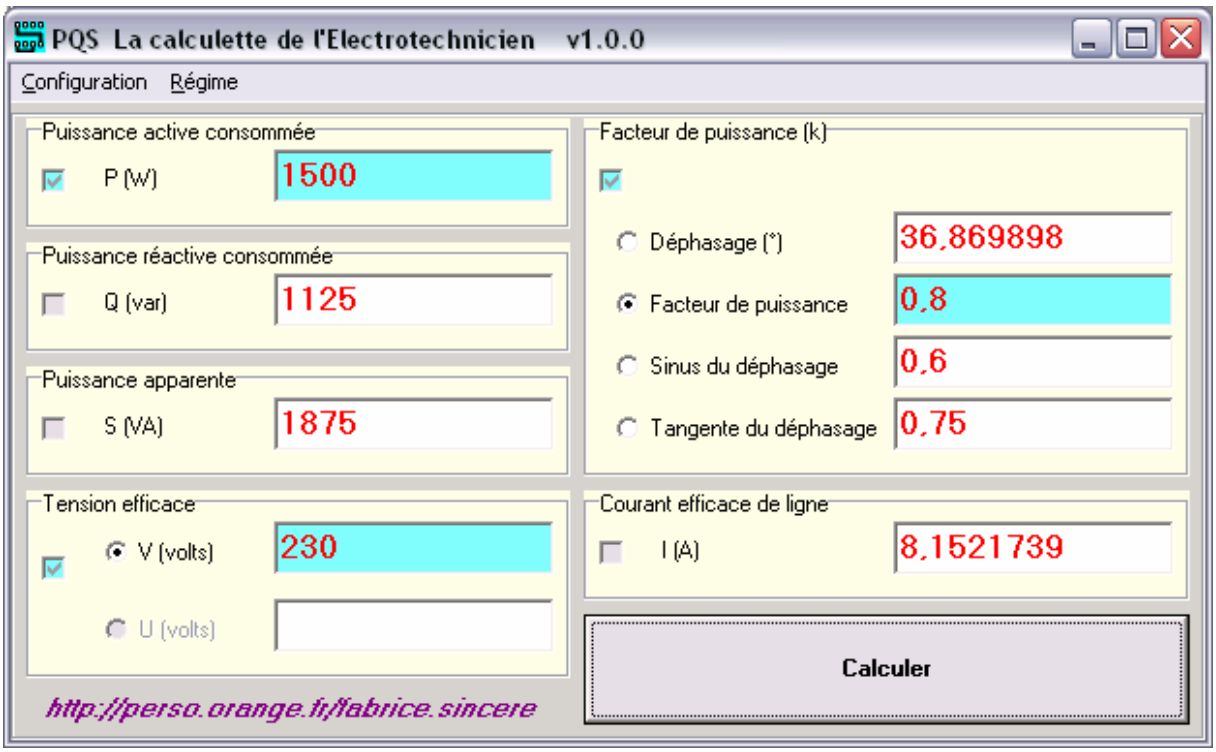
1- Quelle est la puissance active consommée par les ampoules ?

$10 \times 75 = 750$ W

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

Facteur de puissance = $\cos \varphi = 0{,}80$
d'où $\tan \varphi = 0{,}75$
$Q_m = P_m \tan \varphi = 1500 \times 0{,}75 = +1125$ vars ($Q > 0$ car un moteur est inductif).

Lien utile :
http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#PQS



WWW.DZ-EN.COM

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

P = 750 + 1875 + 3×1500 = 7,125 kW
Q = 0 + 0 + 3×1125 = +3,375 kvar (on suppose que les ampoules et le radiateur sont purement résistifs)

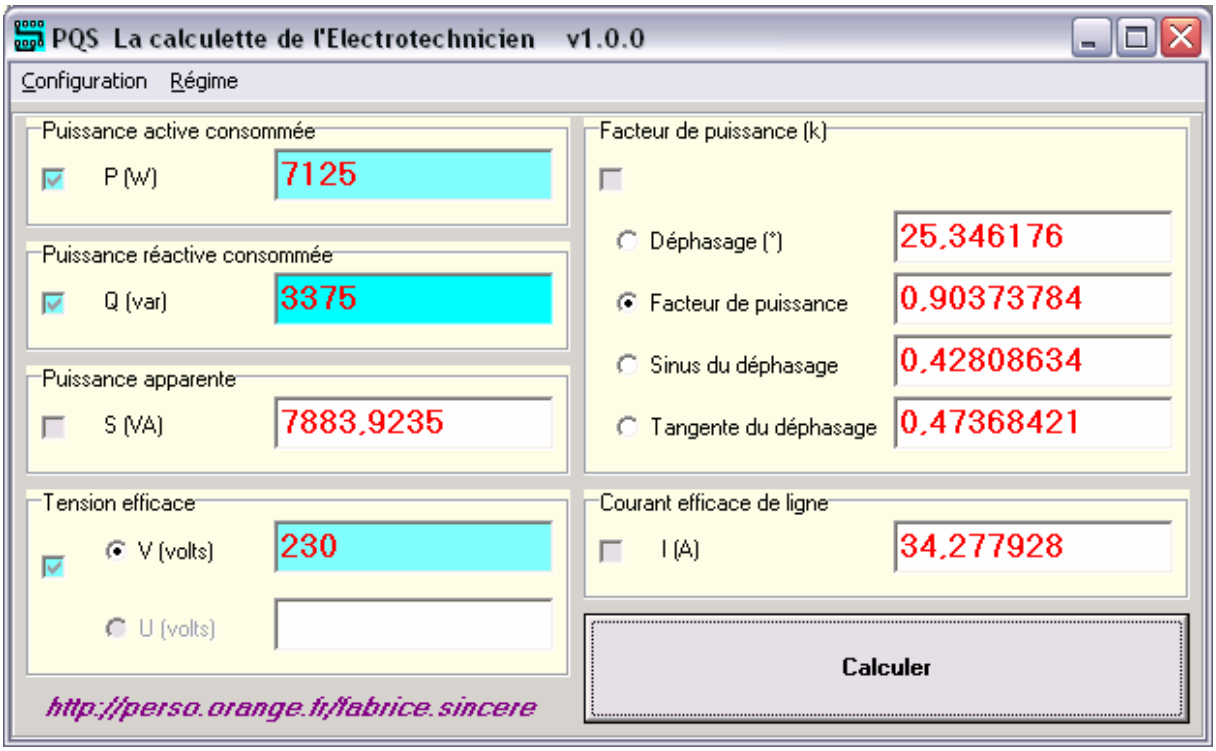
4- Quel est son facteur de puissance ?

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

Lien utile :
http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#PQS



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 kW.

Facteur de puissance = $\cos \varphi' = 0{,}93$
d'où $\tan \varphi' = 0{,}4$
$Q' = P' \tan\varphi' = 7{,}125 \times 0{,}4 = +2{,}85$ kvar

WWW.DZ-PEN.COM

Le condensateur consomme la puissance réactive :
$Q_C = Q' - Q = 2850 - 3375 = -525$ vars
($Q_C < 0$: un condensateur est un générateur de puissance réactive).
$Q_C = -U^2C\omega$ d'où $C = 32\ \mu F$

7- Quel est l'intérêt ?

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

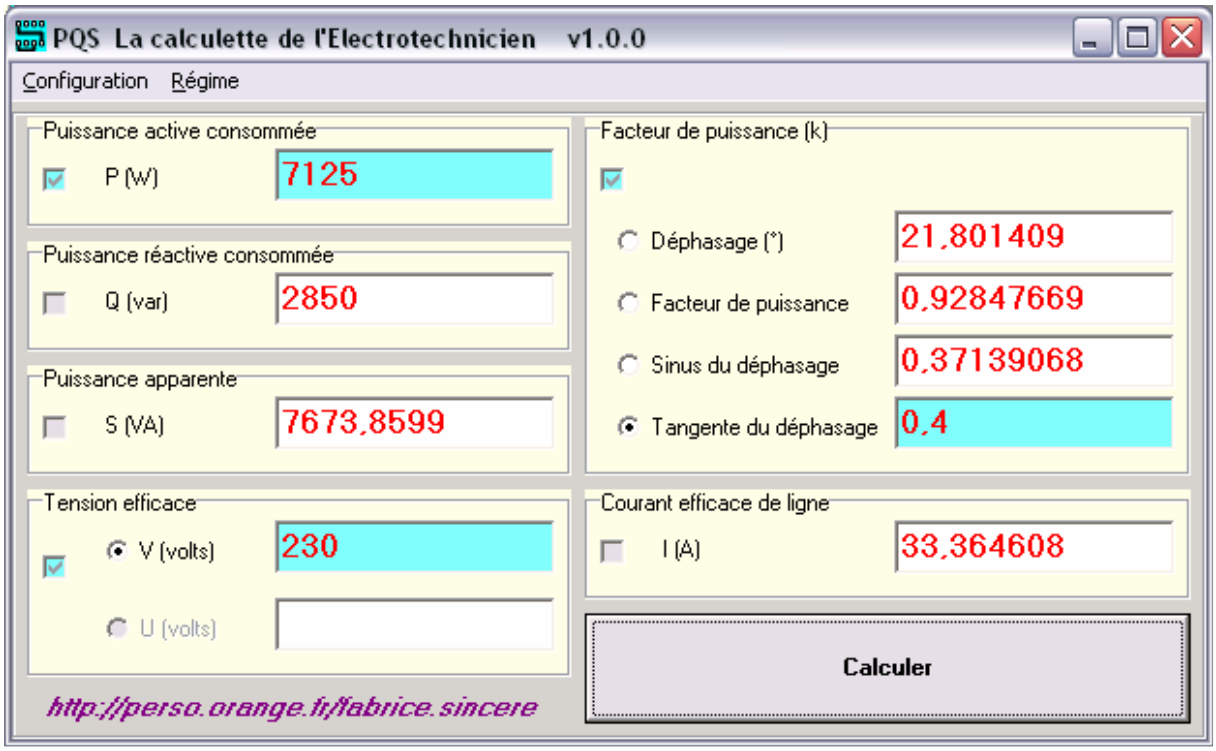
La puissance apparente est donc plus faible, le courant de ligne également :

$S' = (P'^2 + Q'^2)^{1/2} = (7{,}125^2 + 2{,}85^2)^{1/2} = 7{,}674$ kVA (au lieu de 7,884 kVA)
$I' = S'/U = 7674/230 = 33{,}4$ 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#PQS



WWW.DZ-PEN.COM

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

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

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

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

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

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

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

Facteur de puissance : $k = P_R / S =$ **0,238**

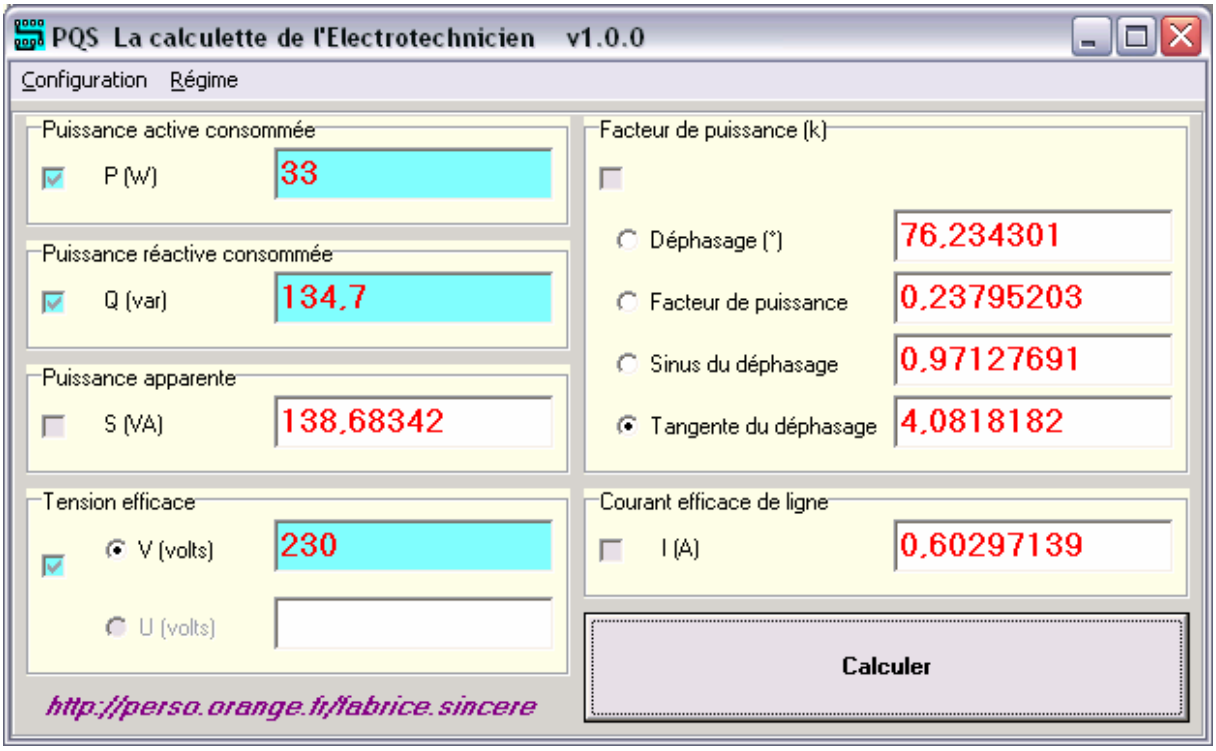
5- Que vaut le déphasage de v par rapport à i ?

$\cos \varphi = 0{,}238$ d'où $\varphi = +76{,}2°$
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.

WWW.DZ-PN.COM

Lien utile :
http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/application_builder5/education.htm#PQS



6-

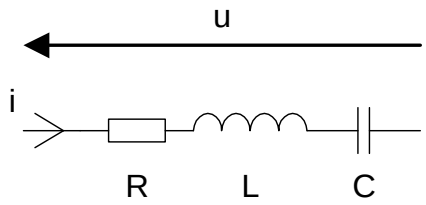
$$Z = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X^2}}}$$

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

$$\text{avec} : X = L\omega$$

WWW.DZ-EN.COM

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 var

5- En déduire la fréquence de résonance.

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

d'où :

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

WWW.DZFREE.COM