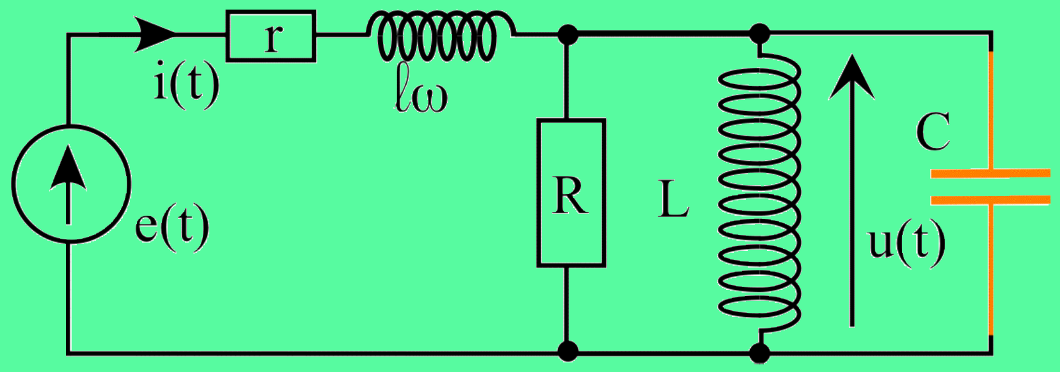
# Exercice 9

On considère le montage suivant avec : $r = 0{,}1\ \Omega$ ; $\ell\omega = 0{,}25\ \Omega$ ; $E = 48$ V - 400 Hz

1° - La charge (R + L en parallèle) absorbe une puissance active de 1200 W et une puissance réactive de 900 VAr. Calculer I (ne retenir que la plus petite des solutions) et en déduire R et L .

2° - En déduire la valeur du condensateur C qui ramène à l'unité le facteur de puissance de la charge et calculer le nouveau courant I lorsque C est connecté.



# Exercice 9

1° Le théorème de **Boucherot** permet d'écrire :

$$S_g^2 = P_g^2 + Q_g^2 \Rightarrow \left(E\,I\right)^2 = \left(rI^2 + P\right)^2 + \left(l\omega I^2 + Q\right)^2$$

$$\Rightarrow \left(r^2 + \left(l\omega\right)^2\right) I^4 + \left(2rP + 2l\omega Q - E^2\right) I^2 + P^2 + Q^2 = 0$$

$$\Rightarrow 0{,}0725\, I^4 - 1614\, I^2 + 2\,250\,000 = 0$$

# Exercice 9

1° Le théorème de **Boucherot** permet d'écrire :

$$S_g^2 = P_g^2 + Q_g^2 \Rightarrow \left(E\,I\right)^2 = \left(rI^2 + P\right)^2 + \left(l\omega I^2 + Q\right)^2$$

$$\Rightarrow \left(r^2 + \left(l\omega\right)^2\right)I^4 + \left(2rP + 2l\omega Q - E^2\right)I^2 + P^2 + Q^2 = 0$$

$$\Rightarrow 0{,}0725\,I^4 - 1614\,I^2 + 2\,250\,000 = 0$$

La résolution en **$I^2$** donne 2 solutions
dont seule la plus petite est vraisemblable, soit :

$$\boxed{I = 38{,}66\ A}$$

# Exercice 9

1° Le théorème de **Boucherot** permet d'écrire :

$$S_g^2 = P_g^2 + Q_g^2 \Rightarrow \left(E\,I\right)^2 = \left(rI^2 + P\right)^2 + \left(l\omega I^2 + Q\right)^2$$
$$\Rightarrow \left(r^2 + \left(l\omega\right)^2\right) I^4 + \left(2rP + 2l\omega Q - E^2\right) I^2 + P^2 + Q^2 = 0$$
$$\Rightarrow 0{,}0725\, I^4 - 1614\, I^2 + 2\,250\,000 = 0$$

La résolution en **$I^2$** donne 2 solutions
dont seule la plus petite est vraisemblable, soit : $\boxed{I = 38{,}66\ A}$

On peut alors déterminer U,
la tension aux bornes de la charge, par :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U\,I \Rightarrow U = \frac{1500}{38{,}66} = 38{,}8\ V$$

D'où les valeurs de R et L :

$$R = \frac{U^2}{P} = 1{,}255\ \Omega\ \ et\ \ L = \frac{U^2}{\omega Q^2} = 0{,}666\ mH$$

# Exercice 9

2° Pour avoir un facteur de puissance égal à 1, il faut que toute la puissance réactive consommée par L soit fournit par C. Cela correspond à un ensemble R L C parallèle fonctionnant à l'antirésonance, donc :

$$\boxed{C = \frac{1}{L\omega^2} = 238 \ \mu F}$$

# Exercice 9

2° Pour avoir un facteur de puissance égal à 1, il faut que toute la puissance réactive consommée par L soit fournit par C. Cela correspond à un ensemble R L C parallèle fonctionnant à l'antirésonance, donc :

$$\boxed{C = \frac{1}{L\omega^2} = 238\ \mu F}$$

Les 3 composants ne sont alors plus équivalents qu'à la résistance R et l'ensemble du schéma se résume à une impédance équivalente :

$$\boxed{Z_{éq} = \sqrt{(r+R)^2 + (\ell\omega)^2} = 1{,}3776\ \Omega \Rightarrow I = \frac{E}{Z_{éq}} = 34{,}84\ A}$$

Remarque : La nouvelle puissance active est $\boxed{P = RI^2 = 1523\ W}$ ce qui est supérieur au S précédent car U a augmenté.

# Exercice 10

Une installation monophasée alimentée sous une tension de 230 V - 50 Hz comprend :

- 20 lampes de 75 W
- un moteur de 11 kW de cos$\varphi$ = 0,8 et de rendement 0,88
- un récepteur qui absorbe 6 kW avec un cos$\varphi$= 0,6.

***1*** - Calculer le courant total absorbé, tous les récepteurs étant utilisés.

***2*** - L'installation est reliée à la source par une ligne de 200 m. La section des conducteurs est de 25 mm$^2$ et la réactance linéique de 0,08 $\Omega$/km. Déterminer la tension source (prendre la résistivité du cuivre $\rho$ = 22 n$\Omega$.m). Utiliser le théorème de Boucherot.

***3*** - La chute de tension en ligne ne doit pas excéder 3 % de la tension source. Déterminer la section minimale nécessaire pour les conducteurs de la ligne (la réactance linéique garde la même valeur).

***4*** - Les nouveaux conducteurs étant posés, déterminer la valeur du condensateur nécessaire pour ramener le facteur de puissance à 0,93. Quel est le nouveau courant absorbé ? Peut-on encore gagner sur la section des conducteurs ?

# Exercice 10

1° L'étude des consommations de chaque récepteur permet d'établir le tableau suivant, afin d'utiliser le théorème de Boucherot.

Rappel des expressions usuelles :

| Récepteurs | P (W) | Q (Var) |
|---|---|---|
| Lampes | 1 500 | 0 |
| Moteur | 12 500 | 9 375 |
| récepteur | 6 000 | 8 000 |
| Totaux | 20 000 | 17 375 |

$$Q = P \tan\varphi$$

$$P_{abs} = \frac{P_u}{\eta}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{V}$$

$$\tan\varphi = \frac{Q}{P} \Rightarrow \cos\varphi$$

AN : $S = 26\ 493\ VA \Rightarrow I = 115{,}2\ A$

# Exercice 10

2° La ligne est un récepteur comme un autre; il consomme de la puissance active $P_\ell$ par sa résistance $R_\ell$ et de la puissance réactive $Q_\ell$ par sa réactance $X_\ell$.

$$\boxed{P_\ell = R_\ell I^2 \ \ et\ \ Q_\ell = X_\ell I^2}$$

AN :

$$R_\ell = \rho \frac{\ell}{s} = 22.10^{-3}\frac{400}{25} = 0{,}352\ \Omega\ \ et\ \ X_\ell = 0{,}08 \times 0{,}4 = 0{,}032\ \Omega$$

$$\Rightarrow P_\ell = 4\ 670\ W\ \ et\ \ Q_\ell = 425\ VAr$$

# Exercice 10

2° La ligne est un récepteur comme un autre; il consomme de la puissance active $P_\ell$ par sa résistance $R_\ell$ et de la puissance réactive $Q_\ell$ par sa réactance $X_\ell$.

$$\boxed{P_\ell = R_\ell I^2 \ \ et \ \ Q_\ell = X_\ell I^2}$$

AN :

$$R_\ell = \rho\frac{\ell}{s} = 22.10^{-3}\,\frac{400}{25} = 0{,}352\ \Omega \ \ et \ \ X_\ell = 0{,}08 \times 0{,}4 = 0{,}032\ \Omega$$

$$\Rightarrow P_\ell = 4\ 670\ W \ \ et \ \ Q_\ell = 425\ VAr$$

Au niveau de la source les puissances sont donc :

$$P_g = 20\ 000 + 4\ 670 = 24\ 670\ W \ \ et \ \ Q_g = 17\ 375 + 425 = 17\ 800\ VAr$$

Avec :

$$\boxed{S_g = U_g.I = \sqrt{P_g^2 + Q_g^2}}$$

$$S_g = 30\ 421\ VA \Rightarrow U_g = 264\ V$$

# Exercice 10

3° La tension maximale autorisée au niveau de la source est :

$$\boxed{U_g - 0{,}03U_g = U = 230V \Rightarrow U_g = \frac{230}{0{,}97} = 237{,}1V}$$

# Exercice 10

3° La tension maximale autorisée au niveau de la source est :

$$U_g - 0,03U_g = U = 230V \Rightarrow U_g = \frac{230}{0,97} = 237,1V$$

La puissance apparente au niveau de la source est donc :

$$S_g = U_g.I = 237,1 \times 115,2 = 27\ 314\ VA$$

# Exercice 10

3° La tension maximale autorisée au niveau de la source est :

$$\boxed{U_g - 0{,}03U_g = U = 230V \Rightarrow U_g = \frac{230}{0{,}97} = 237{,}1V}$$

La puissance apparente au niveau de la source est donc :

$$\boxed{S_g = U_g.I = 237{,}1 \times 115{,}2 = 27\ 314\ VA}$$

La puissance réactive $Q_g$ étant inchangée, on en déduit la valeur maximale autorisée pour $P_\ell$ :

$$\boxed{P_g = \sqrt{S_g^2 - Q_g^2} = 20\ 717\ W \Rightarrow P_\ell = 717\ W}$$

Il vient : $\boxed{R_l \leq 54\ m\Omega \Rightarrow s \geq 163\ mm^2}$

Ce qui implique une section normalisée à 185 $mm^2$

On a alors : $\boxed{R_l = 49\ m\Omega \Rightarrow P_\ell = 649\ W}$

# Exercice 10

4° Le condensateur doit produire une puissance réactive $Q_C$ : $\boxed{Q_C = Q - Q' = C\omega V^2}$

Soit : $Q_C = (17\ 375 + 423) - 20\ 649 \times \tan\left(\cos^{-1} 0{,}93\right) = 9\ 637\ VAr \Rightarrow C = 580\ \mu F$

# Exercice 10

4° Le condensateur doit produire une puissance réactive $Q_C$ : $\boxed{Q_C = Q - Q' = C\omega V^2}$

Soit : $Q_C = (17\ 375 + 423) - 20\ 649 \times \tan(\cos^{-1} 0{,}93) = 9\ 637\ VAr \Rightarrow C = 580\ \mu F$

Le nouveau courant est donné par la puissance active qui ne change pas au niveau de la charge :

$$\boxed{I' = \frac{P}{V \cos\varphi'}}$$

AN : $\cos\varphi' = 0{,}93 \Rightarrow I' = \dfrac{20\ 000}{230 \times 0{,}93} = 93{,}5\ A$

# Exercice 10

4° Le condensateur doit produire une puissance réactive $Q_C$ : $\boxed{Q_C = Q - Q' = C\omega V^2}$

Soit : $Q_C = (17\ 375 + 423) - 20\ 649 \times \tan\left(\cos^{-1} 0{,}93\right) = 9\ 637\ VAr \Rightarrow C = 580\ \mu F$

Le nouveau courant est donné par la puissance active qui ne change pas au niveau de la charge : $\boxed{I' = \dfrac{P}{V\cos\varphi'}}$

AN : $\cos\varphi' = 0{,}93 \Rightarrow I' = \dfrac{20\ 000}{230 \times 0{,}93} = 93{,}5\ A$

Pour un tel courant : $S_g = 237{,}1 \times 93{,}5 = 22169\ VA\ et\ Q_g = 7738 + 0{,}032 \times 93{,}5^2 = 8018\ VAr$

$\Rightarrow P_g = 20\ 668\ W \Rightarrow R_l \le 76{,}44\ m\Omega \Rightarrow s \ge 115\ mm^2$

On s'autorisera donc une section normalisée à 120 $mm^2$ .