Exercice1

Un moteur connecté en étoile, alimenté sous une tension composée de 380 V, délivre une puissance utile de P=95 kW avec cosφ=0,8.

1) Sachant que le rendement du moteur est η=85%, déterminer le courant simple absorbé.
2) Le même moteur étant connecté en triangle, sous quelle nouvelle tension composée devrait-il être alimenté si on doit respecter la même valeur de la tension simple du moteur (*valeur nominale*).
3) Dans le cas de la question 2, déterminer les courants simples et composés absorbé par le moteur. Conclusion.

Solution

1) Le rendement d'un moteur est donné par le rapport entre la puissance utile et la puissance électrique absorbée, c'est-à-dire la puissance active :

$$\eta = \frac{P_u}{P} \Rightarrow P = \frac{P_u}{\eta} = \frac{95000}{0,85} \approx 111,8\text{kW}$$

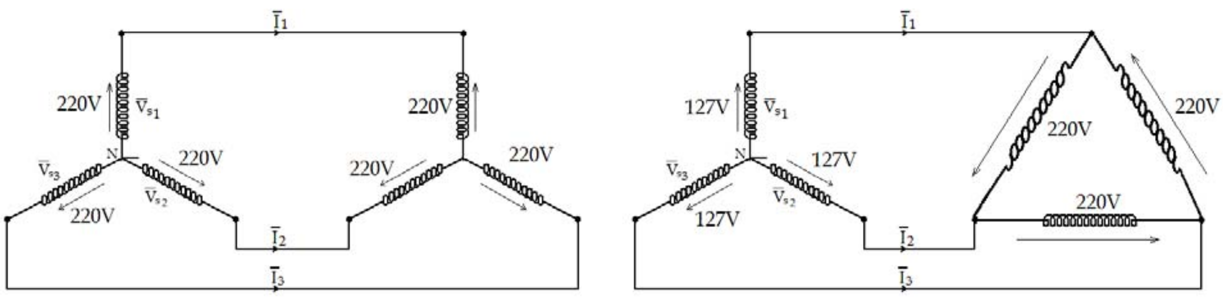
On a donc:

$$P = \sqrt{3}UI\cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi} = \frac{111,8.10^3}{\sqrt{3}.380.0,8} \approx 212,3\text{A}$$

Puisque le moteur est en étoile on a donc :

$$J = I = 212,3\text{A}$$

2) Lorsque le moteur était connecté en étoile sous 380V composée (réseau 220/380V), on avait une tension simple de 220V qu'il faut respecter quelque soit le couplage.
Si on le met en triangle il faut donc que la tension composée de la source soit de 220V pour assurer au moteur une tension simple de 220V.
Donc seul un réseau 127/220V peut convenir :



3) le moteur étant couplé en triangle et alimenté sous la tension composée de 220V, on a dans ces conditions pour le courant de ligne ou composé:

$$P = \sqrt{3}UI\cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi} = \frac{111,8.10^3}{\sqrt{3}.220.0,8} \approx 367\text{A}$$

Le courant simple, puisque le moteur est en triangle est de :

$$J = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{367}{\sqrt{3}} \approx 212\text{A}$$

On retrouve bien entendu la même valeur du courant simple.

Exercice2

Un réseau triphasé 220/380V 50 Hz alimente un atelier triphasé équilibré en triangle qui consomme un courant composé I=44,5A avec un facteur de puissance cosφ de 0,45.

1) Déterminer le courant simple J absorbé par l'atelier et les puissances active et réactive absorbées P et Q. En déduire l'impédance équivalente complexe R+jX de chaque branche de l'atelier (la consommation de l'atelier est inductive).

2) La ligne d'alimentation possède pour chaque fil l'impédance suivante :

$$\bar{z}_c = (0{,}1 + j0{,}15)\Omega$$

Quelle est la tension en début de ligne? La chute est-elle admissible si on exige un pourcentage de chute inférieur à 3% ?

3) On veut relever le facteur de puissance à 0,95. Expliquer la démarche à suivre pour aboutir à ce résultat puis déterminer le courant de ligne et la nouvelle valeur de la tension en début de ligne. En déduire la chute en pourcentage. Commentaires et conclusion.

Solution

1) On a, puisque le récepteur est en triangle :

$$J = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{44,5}{\sqrt{3}} = 27,5A$$

Les puissances active et réactive :

$$P = \sqrt{3}UI\cos\varphi = \sqrt{3}.380.44,5.0,45 = 13180W$$
$$Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi = P.tg\varphi = -13180.tg\left(\arccos 0,45\right) = -26156VAR$$

On en déduit l'impédance complexe $\bar{Z}$:

$$\left.\begin{array}{l} P = 3RJ^2 \Rightarrow R = \dfrac{P}{3J^2} = \dfrac{13180}{3.25,7^2} = 6,65\ \Omega \\ Q = -3XJ^2 \Rightarrow X = -\dfrac{Q}{3J^2} = \dfrac{26156}{3.25,7^2} = 13,2\ \Omega \end{array}\right\} \Rightarrow \bar{Z} = 6,65 + j13,2\ [\Omega]$$

2) Pertes dans les lignes :

$$\Delta p = 3r_cI^2 = 3.0,1.44,7^2 = 594W \qquad \Delta q = -3x_cI^2 = -3.0,15.44,7^2 = -891VAR$$

On en déduit les puissances active P_s et réactive Q_s fournies par la source :

$$\begin{cases} P_s = P + \Delta p = 13180 + 594 = 13774W \\ Q_s = Q + \Delta q = -26156 - 891 = -27047VAR \end{cases}$$

La puissance apparente nous permet de déterminer la tension fournie par la source :

$$S_s = \sqrt{3}\ U_sI = \sqrt{P_s^{\ 2} + Q_s^{\ 2}} = 30352VA \Rightarrow$$

$$U_s = \frac{S_s}{\sqrt{3}\ I} = \frac{30352}{\sqrt{3}\ 44,5} = 394V \Rightarrow \frac{\Delta U_s}{U} = \frac{394 - 380}{380} \approx 3,7\% \succ 3\%$$

La chute n'est donc pas admissible.

3) Démarche : placer des capacités en étoile ou en triangle selon les possibilités.
Le courant de ligne :

$$\cos\varphi' = 0,95 \Rightarrow P' = P = \sqrt{3}UI'\cos\varphi' \Rightarrow I' = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi'} = \frac{13180}{\sqrt{3}.380.0,95} \approx 21\text{ A} \ll I = 44,5\text{ A}$$

Les nouvelles valeurs des puissances absorbées :

$$\begin{cases} P' = P = 13180\text{W} \\ Q' = -13180.\text{tg}\left(\arccos 0,95\right) = -4332\text{VAR} \end{cases} \Rightarrow S' = \sqrt{P'^2 + Q'^2} = 13874\text{VA}$$

Les nouvelles pertes dans les lignes:

$$\begin{cases} \Delta p' = 3r_c I'^2 = 3.0,1.21^2 \simeq 132,3\text{W} \\ \Delta q' = -3x_c I'^2 = -3.0,15.21^2 \simeq -198\text{VAR} \end{cases}$$

Les nouvelles puissances active, réactive et apparente fournies par la source :

$$\begin{cases} P'_s = P' + \Delta p' = 13180 + 132 = 13312\text{W} \\ Q'_s = Q' + \Delta q' = -4332 - 198 = -4530\text{VAR} \end{cases} \Rightarrow S'_s = \sqrt{P'^2_s + Q'^2_s} = 14062\text{VA}$$

On en déduit la nouvelle valeur de la tension que doit fournir la source :

$$S'_s = \sqrt{P'^2_s + Q'^2_s} = 14062\text{VA} \Rightarrow U'_s = \frac{S'_s}{\sqrt{3}\ I'} = \frac{14062}{\sqrt{3}\ 21} = 387\text{V} \Rightarrow \frac{\Delta U'_s}{U} = \frac{387 - 380}{380} \approx 1,8\% \prec 3\%$$

On voit qu'augmenter le facteur de puissance présente le double avantage de réduire le courant de ligne (et donc les pertes actives et réactives) et de limiter les chutes de tension.

Exercice3

Une source de tension sinusoïdale de 380 V, 50 Hz en étoile alimente les récepteurs suivants :

- Un moteur triphasé de puissance utile Pu=0,8 kW, η=85%, $\cos\varphi_m$=0,75,
- une bobine triphasée équilibrée en étoile avec pour chaque phase :

$$\overline{Z} = R + jX = (3 + j15)\Omega$$

- un atelier triphasé qui absorbe un courant composé de 100 A avec $\cos\varphi_a$=0,8 (selfique).

Déterminer :

1) le courant global I_G de l'installation ainsi que le facteur de puissance global $\cos\varphi_G$
2) la valeur de la capacité C du condensateur triphasé ajouté en étoile pour augmenter le facteur de puissance à 0,95 (étudier les deux cas de figure, consommation selfique ou consommation capacitive)
3) que devient alors la valeur du courant global dans ce cas ?
4) Tracer le diagramme vectoriel des tensions et courants pour chaque cas.

Solution

1) On effectue le bilan de puissance:

Moteur
$$\begin{cases} \text{Moteur (toujours selfique) donc :} \\ P_m = \dfrac{P_u}{\eta} = \dfrac{800}{0,85} = 941,2W \\ Q_m = P_M \text{tg}\varphi_m = 941,2\text{tg}(\arccos\varphi_m) = -830VAR \end{cases}$$

Bobines en étoile
$$\begin{cases} P_b = 3.RI_b{}^2 = 3.R\dfrac{V^2}{\left(R^2+X^2\right)} = 3.3\dfrac{220^2}{\left(3^2+15^2\right)} = 1866\text{ W} \\ Q_b = -3.XI_b{}^2 = -3.X\dfrac{V^2}{\left(R^2+X^2\right)} = -3.15\dfrac{220^2}{\left(3^2+15^2\right)} = -9331\text{ VAR} \end{cases}$$

Atelier
$$\begin{cases} P_a = \sqrt{3}UI_a\cos\varphi_a = \sqrt{3}.380.100.0,8 = 52654\text{ W} \\ Q_a = \sqrt{3}UI_a\sin\varphi_a = -\sqrt{3}.380.100.0,6 = -39491\text{ VAR} \end{cases}$$

Le bilan total :
$$\begin{cases} P_t = P_m + P_b + P_a = 55461\text{ W} \\ Q_t = Q_m + Q_b + Q_a = -49652\text{ VAR} \end{cases}$$

On exprime la puissance apparente globale :
$$S_t = \sqrt{P_t{}^2 + Q_t{}^2} = 74440\text{ VA}$$

Et on a d'autre part :
$$S_t = \sqrt{3}UI_G \Rightarrow I_G = \frac{S_t}{\sqrt{3}U} = \frac{74440}{\sqrt{3}.380} = 113,1A$$

Et le facteur de puissance :
$$\cos\varphi_G = \frac{P_t}{S_t} = \frac{55461}{74440} = 0,745$$

2) Etablissons de nouveau le bilan des puissances en imposant un facteur de puissance de 0,95 et en gardant la même valeur de la puissance active puisque les capacités ne fournissent que de la puissance réactive:

- ***Pour une consommation inductive ou selfique (Q'_t<0)***

$$\begin{cases} P'_t = P_t = 55461W \\ Q'_t = P_t\text{tg}\varphi'_t = -55461.\text{tg}(\arccos 0,95) = -18229VAR \end{cases}$$

La valeur de la capacité à placer est donnée par le bilan des puissances réactives :
$$Q'_t = Q_t + Q_C \Rightarrow Q_C = Q'_t - Q_t = -18229 + 49652 = 31423VAR$$

Et puisque les capacités sont en étoile :
$$Q_c = 3V^2C\omega = 31423VAR \Rightarrow C = \frac{Q_c}{3V^2\omega} = \frac{31423}{220^2 2\pi.50} \approx 690\mu F$$

- ***Pour une consommation capacitive (Q'_t>0)***

$$\begin{cases} P'_t = P_t = 55461\text{W} \\ Q'_t = P_t \text{tg}\varphi'_t = +55461.\text{tg}(\arccos 0,95) = 18229\text{VAR} \end{cases}$$

La valeur de la capacité à placer est donnée par le bilan des puissances réactives :

$$Q'_t = Q_t + Q_C \Rightarrow Q_C = Q'_t - Q_t = 18229 + 49652 = 67881\text{VAR}$$

Et puisque les capacités sont en étoile :

$$Q_c = 3V^2C\omega = 67881\text{VAR} \Rightarrow C = \frac{Q_c}{3V^2\omega} = \frac{67881}{220^2 2\pi.50} \approx 4,46\text{mF}$$

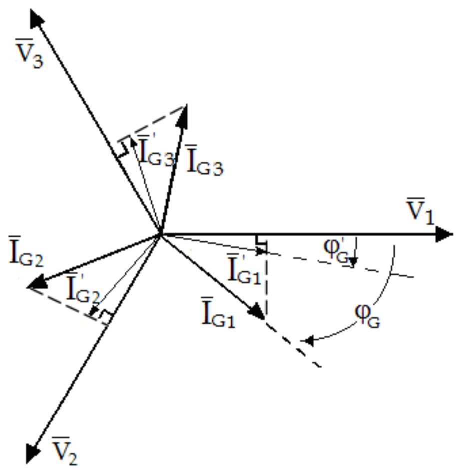
On voit bien que « rendre l'installation capacitive » exige un coût beaucoup plus élevé (le prix des capacités (à égale qualité) est proportionnel à leur valeur). Ce procédé est donc inutile puisqu'il suffit de respecter la valeur du facteur de puissance exigée par la société de distribution.
Dans le deuxième cas, le consommateur fournit du réactif au réseau et ce n'est pas là ce qu'on attend de lui.

3) Le courant absorbé est le même dans les deux cas puisqu'il s'agit de la même puissance apparente (seul le déphasage est positif ou négatif), on a donc :

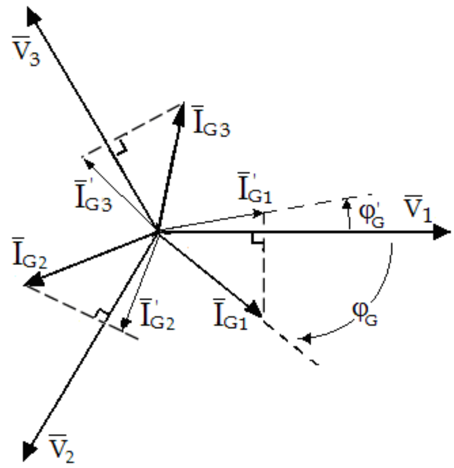
$$P_t = \sqrt{3}UI'_G \cos\varphi'_G \Rightarrow I'_G = \frac{P_t}{\sqrt{3}U\cos\varphi'_G} = \frac{55461}{\sqrt{3}.380.0,95} = 88,7\text{A}$$

On voit bien que le courant global est diminué par rapport au cas où il n y a pas de capacités de compensation, ce qui est le but recherché.

4) Diagramme vectoriel



Cas où Q't<0 (courant selfique)



Cas où Q't>0 (courant capacitif)
(Solution à écarter car peu économique et sans intérêt)

Exercice4

Un alternateur triphasé, branché en étoile, alimente une installation montée en étoile également. L'intensité en ligne est de 100 A, la tension entre phases 125 V et le facteur de puissance vaut 0,7 (circuit selfique).
On désire relever à 0,9 le facteur de puissance à l'aide de trois condensateurs identiques.

1) Les condensateurs sont montés en étoile, on demande :
   - La capacité de chaque condensateur C
   - Le courant absorbé par l'installation
2) Mêmes questions si les condensateurs sont en triangle.
3) La ligne alimentant l'installation a pour chaque câble une impédance

$$\overline{z_c} = 0{,}0346 + j0{,}07\Omega$$

En supposant que la tension aux bornes de l'installation n'a pas varié, déterminer la tension à l'origine de la ligne avant le branchement des condensateurs et après.

Solution

1) On effectue le bilan de puissance:

Avant le branchement des capacités

$$\begin{cases} P = \sqrt{3}UI\cos\varphi = \sqrt{3}.125.100.0,7 = 15155W \\ Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi = -\sqrt{3}.125.100.0,714 = -15458VAR \end{cases}$$

Après le branchement des capacités

$$\begin{cases} P' = P = 15155W \\ Q' = Ptg\varphi' = 15155tg(\arccos 0,9) = -7340VAR \end{cases}$$

La valeur de la capacité C_Y à placer est donnée par le bilan des puissances réactives :

$$Q' = Q + Q_C \Rightarrow Q_C = Q' - Q = -7340 + 15458 = 8118VAR$$

Et puisque les capacités sont en étoile :

$$Q_c = 3V^2C_Y\omega = 8118VAR \Rightarrow C_Y = \frac{Q_c}{3V^2\omega} = \frac{8118}{3\left(\frac{125}{\sqrt{3}}\right)^2 2\pi.50} \approx 1,65mF$$

Le courant absorbé dans ces conditions :

$$P = \sqrt{3}UI'\cos\varphi' \Rightarrow I' = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi'} = \frac{15155}{\sqrt{3}.125.0,9} = 78A \prec 100A$$

On voit bien que le courant global diminue grâce à l'apport capacitif des condensateurs.

2) Si les condensateurs sont en triangle, rien ne change pour le courant global mais la valeur des capacités C_Δ à placer est différente, puisque la tension aux bornes de chaque condensateur n'est plus la tension simple V de la source mais la tension composée U de la source :

$$Q_c = 3U^2C_\Delta\omega = 8118VAR \Rightarrow C_\Delta = \frac{Q_c}{3U^2\omega} = \frac{8118}{3125^2 2\pi.50} \approx 0,55mF = \frac{C_Y}{3}$$

On voit donc qu'il est plus économique de placer les condensateurs en triangle plutôt qu'en étoile puisqu'on a :

$$C_Y = 3C_\Delta$$

3) Deux méthodes peuvent être envisagées :

- La méthode de Boucherot
- La méthode du schéma par phase (schéma de l'étoile équivalente)

• ***La méthode de Boucherot des bilans de puissances***

Avant le branchement des capacités

$$\text{Atelier} \quad \begin{cases} P = \sqrt{3}UI\cos\varphi = 15155W \\ Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi = -15458VAR \end{cases}$$

$$\text{Ligne triphasée} \quad \begin{cases} \Delta p = 3r_cI^2 = 3.0,0346.100^2 = \ 1038W \\ \Delta q = -3x_cI^2 = -3.0,07.100^2 = -\ 2100VAR \end{cases}$$

On en déduit les puissances active et réactive fournies par la source :

$$\text{Source} \quad \begin{cases} P_s = P + \Delta p = 15155 + 1038 = 16193W \\ Q_s = Q + \Delta q = -15458 - = -17558VAR \end{cases} \Rightarrow S_s = \sqrt{P_s{}^2 + Q_s{}^2} = 23885VA$$

Et la tension fournie en début de ligne :

$$U_S = \frac{S_s}{I\sqrt{3}} = \frac{23885}{100\sqrt{3}} = 138V$$

Après le branchement des capacités

On raisonne de la même façon :

$$\text{Atelier} \quad \begin{cases} P' = \sqrt{3}UI\cos\varphi = 15155W \\ Q' = \sqrt{3}UI\sin\varphi = -7340VAR \end{cases}$$

$$\text{Ligne triphasée} \quad \begin{cases} \Delta p' = 3r_cI'^2 = 3.0,0346.78^2 = \ 631{,}6W \\ \Delta q' = -3x_cI'^2 = -3.0,07.78^2 = -\ 1277{,}6VAR \end{cases}$$

On en déduit les puissances active et réactive fournies par la source :

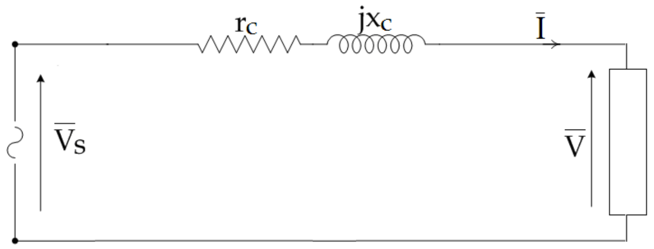
$$\text{Source} \quad \begin{cases} P'_s = P' + \Delta p' = 15155 + 631,6 = 15786,6W \\ Q'_s = Q' + \Delta q' = -7340 - 1277,6 = -8617,6VAR \end{cases} \Rightarrow S'_s = \sqrt{P'_s{}^2 + Q'_s{}^2} = 17985VA$$

Et la tension fournie en début de ligne :

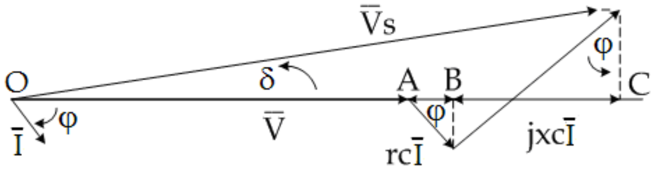
$$U'_S = \frac{S'_s}{I'\sqrt{3}} = \frac{17985}{78\sqrt{3}} = 133V$$

• ***La méthode du schéma par phase***

Le schéma de l'étoile équivalente est donné par :



On en déduit le diagramme vectoriel suivant :



La chute de tension est définie comme étant :

$$\Delta V = \left|\overline{V}_s\right| - \left|\overline{V}\right| = V_s - V$$

Avant le branchement des capacités

En appliquant la formule de Kapp :

$$\Delta V = r_c I \cos\varphi + x_c I\left|\sin\varphi\right| = 0,0346.100.0,7 + 0,07.100.0,714 = 7,42\text{V}$$

On en déduit la tension simple, puis composée de la source :

$$V_s = V + \Delta V = \frac{125}{\sqrt{3}} + 7,42 = 79,6\text{V} \Rightarrow U_s = V_s\sqrt{3} = 79,6\sqrt{3} = 138\text{V}$$

Après le branchement des capacités

En appliquant la formule de Kapp :

$$\Delta V = r_c I \cos\varphi + x_c I\left|\sin\varphi\right| = 0,0346.78.0,9 + 0,07.78.0,436 = 4,8\text{V}$$

On en déduit la tension simple, puis composée de la source :

$$V_s = V + \Delta V = \frac{125}{\sqrt{3}} + 4,8 = 77\text{V} \Rightarrow U_s = V_s\sqrt{3} = 77\sqrt{3} = 133\text{V}$$

On voit bien que l'intérêt de relever le facteur de puissance est non seulement de réduire les pertes dans les lignes de distribution, mais également de réduire la chute de tension.

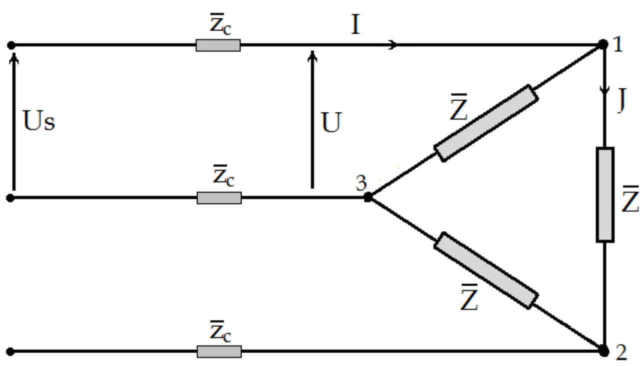
Exercice5

Une ligne triphasée de tension entre phases de 220 V possède pour chaque fil d'alimentation l'impédance :

$$\overline{z}_c = (0,02 + j0,04)\Omega$$

Cette ligne alimente en triangle trois bobines ayant chacune l'impédance :

$$\overline{Z} = R + jX = (1,6 + j1,2)\Omega$$



1) Déterminer la tension composée U_s ainsi que le facteur de puissance $\cos\varphi_s$ en début de ligne
2) Aux bornes des bobines on connecte en étoile trois condensateurs de 6,6 kVAR chacun. Quelle sera la nouvelle tension à l'origine de la ligne ?

Solution

Deux méthodes ont envisagées :
- La méthode de Boucherot
- La méthode du schéma par phase (schéma de l'étoile équivalente)

- ***La méthode de Boucherot***

On a, puisque les bobines sont placées en triangle :

$$\text{Courants simples et composés}\quad \begin{cases} J = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+X^2}} = \dfrac{220}{\sqrt{1,6^2+1,2^2}} = 110\text{A} \\ I = J\sqrt{3} = 190,5\text{A} \end{cases}$$

$$\text{Bobines}\quad \begin{cases} P = 3.RJ^2 = 3.1,6.110^2 = 58080\text{W} \\ Q = -3.XJ^2 = -3.1,2.110^2 = -43560\text{VAR} \end{cases}$$

$$\text{Ligne triphasée}\quad \begin{cases} \Delta p = 3r_cI^2 = 3.0,02.190,5^2 = 2177\text{W} \\ \Delta q = -3x_cI^2 = -3.0,04.190,5^2 = -\ 4355\text{VAR} \end{cases}$$

On en déduit les puissances active et réactive fournies par la source :

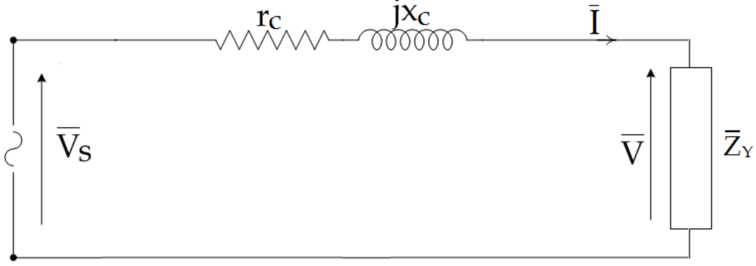
$$\text{Source}\quad \begin{cases} P_s = P + \Delta p = 58080 + 2177 = 60257\text{W} \\ Q_s = Q + \Delta q = -43560 - 4355 = -47915\text{VAR} \end{cases} \Rightarrow\ S_s = \sqrt{P_s^{\,2} + Q_s^{\,2}} = 76985\text{VA}$$

Et la tension fournie en début de ligne :

$$U_S = \frac{S_s}{I\sqrt{3}} = \frac{76985}{190,5\sqrt{3}} = 233\text{V}$$

- ***La méthode du schéma par phase***

De la même façon que dans l'exercice précédent on applique la formule de Kapp (en n'oubliant pas que les bobines qui sont en triangle sont remplacées par une étoile équivalente qui consommerait donc le *courant de ligne* I:



Le diagramme vectoriel, conduisant à la formule de Kapp est donc inchangé et la chute de tension est donnée par :

$$\Delta V = \left|\overline{V}_s\right| - \left|\overline{V}\right| = V_s - V$$

Déterminons le facteur de puissance de la bobine :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}} = \frac{1,6}{\sqrt{1,6^2 + 1,2^2}} = 0,8 \quad \Rightarrow \sin\varphi = -0,6$$

En appliquant la formule de Kapp :

$$\Delta V = r_c I \cos\varphi + x_c I |\sin\varphi| = 0,02.190,5.0,8 + 0,04.190,5.0,6 = 7,6V$$

On en déduit la tension simple, puis composée de la source :

$$V_s = V + \Delta V = \frac{220}{\sqrt{3}} + 7,6 = 134,6V \Rightarrow U_s = V_s\sqrt{3} = 134,6\sqrt{3} = 233V$$

2) Appliquons la méthode de Boucherot :

$$\begin{cases} P' = P = 58080W \\ Q' = -43560 + 3.6600 = 23760VAR \end{cases} \Rightarrow S'_s = \sqrt{P'^2_s + Q'^2_s} = 62752VA$$

Le courant de ligne a changé à cause des capacités :

$$S'_s = \sqrt{3}UI' \Rightarrow I' = \frac{S'_s}{U\sqrt{3}} = \frac{62752}{220\sqrt{3}} = 164,7A$$

Le bilan de puissance dans ces conditions :

$$\text{Bobines + capacités} \quad \begin{cases} P' = 58080W \\ Q' = -23760VAR \end{cases}$$

$$\text{Ligne triphasée} \quad \begin{cases} \Delta p' = 3r_c I'^2 = 3.0,02.164,7^2 = 1628W \\ \Delta q' = -3x_c I'^2 = -3.0,04.164,7^2 = -3256VAR \end{cases}$$

On en déduit les puissances active et réactive fournies par la source :

$$\text{Source} \quad \begin{cases} P'_s = P' + \Delta p' = 58080 + 1628 = 59707W \\ Q'_s = Q' + \Delta q' = -23760 - 3256 = -27015VAR \end{cases} \Rightarrow S'_s = \sqrt{P'^2_s + Q'^2_s} = 65534VA$$ Et

la tension fournie en début de ligne :

$$U'_S = \frac{S'_s}{I'\sqrt{3}} = \frac{65534}{164,7\sqrt{3}} = 230V \prec 233V$$

La chute est plus faible, ce qui était prévisible puisque le courant a diminué grâce à l'apport capacitif des condensateurs.

Exercice6

Le réseau 220V/380V, 50 Hz alimente un moteur triphasé 220V/380V supposé parfaitement équilibré. Pour une charge donnée, le courant absorbé mesuré est alors d'environ 7 A.
Par ailleurs, on dispose de deux wattmètres analogiques : calibres intensité 5 A et 10 A ; calibres tension : 60 V, 120 V, 240V et 480 V.
1) Quel doit être le couplage du moteur ?
2) Donner le schéma du montage permettant de mesurer les puissances active et réactive absorbées par le moteur par la méthode des deux wattmètres (on précisera les calibres à choisir dans ces conditions).

3) En réalisant la manipulation (avec les calibres établis précédemment), on obtient les déviations suivantes, sachant que le nombre total de divisions est N_d=120:

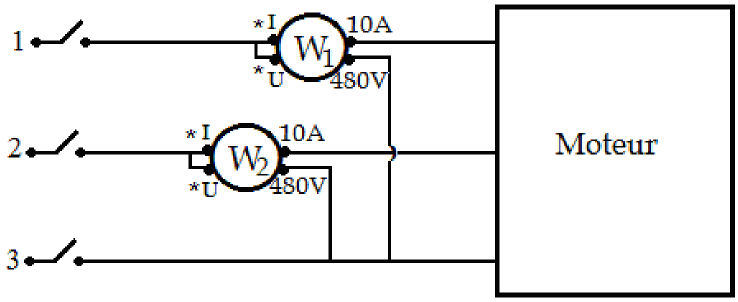
Wattmètre n°1 : N_1=68 Wattmètre n°2 : N_2=24

Quelles sont les valeurs des puissances W_1 et W_2 mesurées par les deux wattmètres ?
En déduire les valeurs des puissances active P et réactive Q absorbées par le moteur ainsi que son facteur de puissance cosφ et la valeur **exacte** de l'intensité I du courant en ligne.

Solution

1) le couplage doit être en **étoile** pour assurer la tension nominale simple du moteur qui est de 220V. Si on le mettait en triangle, chaque branche du moteur serait sous la tension de 380V et on risque de griller le moteur.

2) Le montage à effectuer et les calibres choisis, compte tenu des valeurs des tensions et courants à injecter dans les wattmètres (380V et 7A) :



3) On a, compte tenu des déviations des wattmètres :

$$W_1 = \frac{cal(U).Cal(I)}{N_d} N_1 = \frac{480.10}{120} 68 = 2720W, \quad W_2 = \frac{cal(U).Cal(I)}{N_d} N_2 = \frac{480.10}{120} 24 = 960W$$

On en déduit :

$$P = W_1 + W_2 = 2720 + 960 = 3680W$$
$$|Q| = \sqrt{3}|W_1 - W_2| = \sqrt{3}(2720 - 960) = 3048VAR$$

La puissance réactive a été prise en valeur absolue mais on sait que le moteur absorbe du réactif donc selon les conventions on aura :

$$P = 3680W \qquad Q = -3048VAR$$

Le courant de ligne peut être obtenu à partir de la puissance apparente :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3}UI \Rightarrow I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{3680^2 + 3048^2}}{380\sqrt{3}} = 7,26A$$

Et le facteur de puissance :

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{3680}{\sqrt{3680^2 + 3048^2}} = 0,77$$