CORRIGÉ DE LA SÉRIE X

EXERCICE X.1 : CHANGEMENT DU PUISSANCE

Par convention, on utilise l'indice Y pour les valeurs du montage en étoile et l'indice Δ pour les valeurs du montage en triangle.

A. Dans un système triphasé symétrique, le courant dans le neutre est nul. Il ne se passe donc rien si l'on supprime la liaison au neutre.

Montage en étoile

B. $$U_{ph,Y} = \frac{U_{lig}}{\sqrt{3}} = \underline{231\ \text{V}}$$

C. $$Z_{ph} = \sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega C)^2}} = \underline{19{,}9\ \Omega} \quad \Rightarrow \quad I_{ph,Y} = \frac{U_{ph,Y}}{Z_{ph}} = \underline{11{,}6\ \text{A}}$$

Le déphasage φ est égal à l'argument de l'impédance : $\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{-1/\omega C}{R}\right) \cong \underline{-59{,}84\,°}$

D. $$P_{ph,Y} = U_{ph,Y} \cdot I_{ph,Y} \cos\varphi = \underline{1{,}347\ \text{kW}} \quad \Rightarrow \quad P_{tot,Y} = 3 \cdot P_{ph,Y} = \underline{4{,}040\ \text{kW}}$$

$$Q_{ph,Y} = U_{ph,Y} \cdot I_{ph,Y} \sin\varphi = \underline{-2{,}317\ \text{k var}} \quad \Rightarrow \quad Q_{tot,Y} = 3 \cdot Q_{ph,Y} = \underline{-6{,}951\ \text{k var}}$$

$Q < 0 \Rightarrow$ la puissance réactive est fournie au réseau.

Montage en triangle

B. $$U_{ph,\Delta} = U_{lig} = \underline{400\ \text{V}}$$

C. $$I_{ph,\Delta} = \frac{U_{ph,\Delta}}{Z_{ph}} = \underline{20{,}1\ \text{A}}$$

Le déphasage ne dépend pas su type de montage : $\varphi = \underline{-59{,}84\,°}$

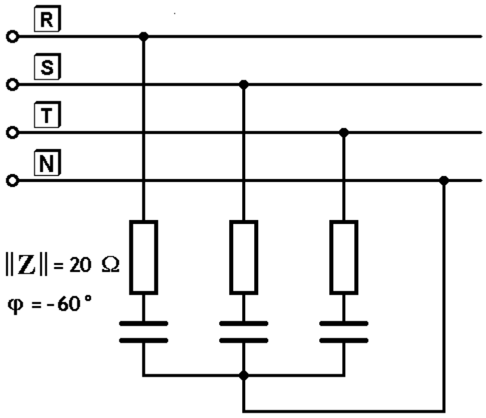
D. $$P_{ph,\Delta} = U_{ph,\Delta} \cdot I_{ph,\Delta} \cos\varphi = \underline{4{,}040\ \text{kW}} \quad \Rightarrow \quad P_{tot,\Delta} = 3 \cdot P_{ph,\Delta} = \underline{12{,}120\ \text{kW}}$$

$$Q_{ph,Y} = U_{ph,Y} \cdot I_{ph,Y} \sin\varphi = \underline{-6{,}951\ \text{k var}} \quad \Rightarrow \quad Q_{tot,Y} = 3 \cdot Q_{ph,Y} = \underline{-20{,}853\ \text{k var}}$$

Conclusion : En montant les mêmes impédances $\underline{Z}$ en triangle sur le même réseau, les puissances sont triplées.

EXERCICE X.2 : ADAPTATION À DEUX RÉSEAUX DIFFÉRENTS

A.



B. Dans le montage en triangle, la tension de phase vaut $U_{ph,\Delta} = U_{lig} = \underline{230\ \text{V}}$

Dans le montage en étoile, la tension de phase vaut $U_{ph,Y} = \dfrac{U_{lig}}{\sqrt{3}} \cong \underline{230\ \text{V}}$

Les mêmes tensions de phase sur les mêmes impédances donnent les mêmes puissances active et réactives. Dans les deux cas, le courant de phase est donné par :

$$I_{ph} = \frac{U_{ph}}{|\underline{Z}|} = \underline{11{,}5\ \text{A}}$$

C. Montage en triangle : $I_{lig,\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{ph} = \underline{19{,}91\ \text{A}}$

Montage en étoile : $I_{lig,Y} = I_{ph} = \underline{11{,}5\ \text{A}}$

<u>Conclusion</u> : Les puissances restent les mêmes ; en revanche, les courants dans les lignes changent. Pour protéger l'utilisateur, il faut réduire le calibre des fusibles de protection lors du passage du triangle à l'étoile.

EXERCICE X.3 : IMPÉDANCES ÉQUIVALENTES

L’équivalence des impédances en triangle et en étoile s’exprime par les deux conditions :

$$\left|\begin{array}{ll} I_{lig,\Delta} = I_{lig,Y} & \text{(1a)} \\ I_{ph,\Delta} \cdot U_{ph,\Delta} \cos\varphi_\Delta = I_{ph,Y} \cdot U_{ph,Y} \cos\varphi_Y & \text{(1b)} \end{array}\right.$$

Or nous disposons des relations suivantes, avec la tension simple U :

$$U_{ph,\Delta} = \sqrt{3} \cdot U \qquad U_{ph,Y} = U \qquad (2)$$

$$I_{ph,\Delta} = \frac{U_{ph,\Delta}}{Z_\Delta} = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{Z_\Delta} \qquad I_{ph,Y} = \frac{U_{ph,Y}}{Z_Y} = \frac{U}{Z_Y} \qquad (3)$$

$$I_{lig,\Delta} = \frac{3 \cdot U}{Z_\Delta} \qquad I_{lig,Y} = \frac{U}{Z_Y} \qquad (4)$$

$$Z_\Delta = \sqrt{R_\Delta^2 + \left(\frac{1}{\omega C_\Delta}\right)^2} \qquad\qquad Z_Y = \sqrt{R_Y^2 + \left(\frac{1}{\omega C_Y}\right)^2} \tag{5}$$

$$\varphi_\Delta = -\mathrm{arctg}\left(\frac{1}{\omega R_\Delta C_\Delta}\right) \qquad\qquad \varphi_Y = -\mathrm{arctg}\left(\frac{1}{\omega R_Y C_Y}\right) \tag{6}$$

Les conditions (1a) et (1b) d'équivalence des impédances deviennent :

$$\left| \begin{array}{ll} \dfrac{3U}{Z_\Delta} = \dfrac{U}{Z_Y} & \quad (7a) \\[2ex] \dfrac{3\,U^2}{Z_\Delta} \cdot \cos\varphi_\Delta = \dfrac{U^2}{Z_Y} \cdot \cos\varphi_Y & \quad (7b) \end{array} \right.$$

En substituant (7a) dans (7b), il vient :

$$\cos\varphi_\Delta = \cos\varphi_Y \qquad \Rightarrow \qquad R_\Delta \cdot C_\Delta = R_Y \cdot C_Y \tag{8}$$

Par ailleurs, l'équation (7a) peut s'écrire :

$$Z_Y = \frac{Z_\Delta}{3} \tag{9}$$

$$R_Y^2 + \left(\frac{1}{\omega C_Y}\right)^2 = \frac{1}{3^2}\left[R_\Delta^2 + \left(\frac{1}{\omega C_\Delta}\right)^2\right] \tag{10}$$

$$\frac{\omega^2 R_Y^2 C_Y^2 + 1}{\omega^2 C_Y^2} = \frac{1}{3^2} \cdot \frac{\omega^2 R_\Delta^2 C_\Delta^2 + 1}{\omega^2 C_\Delta^2} \tag{11}$$

En faisant usage de la relation (8) dans (11) :

$$C_Y = 3 \cdot C_\Delta = \underline{540\ \mu\mathrm{F}}$$

Enfin, par la relation (8) :

$$R_Y = \frac{1}{3} \cdot R_\Delta = \underline{7\ \Omega}$$