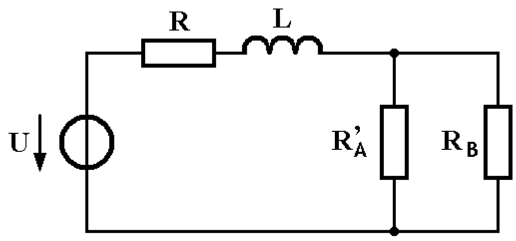
CORRIGÉ DE LA SÉRIE IX

EXERCICE IX.1 : SYSTÈME TRIPHASÉ SYMÉTRIQUE

Nous remplaçons l'utilisateur A par un utilisateur équivalent en étoile. Les résistances R_A deviennent: $R'_A = R_A/3 = 10{,}8/3 = 3{,}6\ \Omega$.

Le système étant symétrique, aucun courant ne circule dans le neutre. La résistance R_N ne provoque aucune chute de tension et les calculs peuvent être faits en reliant directement les neutres des utilisateurs au neutre de la génératrice. De plus le calcul peut se limiter à une seule phase selon le schéma ci-contre.



En mettant en parallèle R'_A et R_B, on obtient la résistance équivalente :

$$R_{éq} = \frac{R'_A \cdot R_B}{R'_A + R_B} = 1{,}8\ \Omega$$

La résistance et l'inductance de la ligne sont :

$$R = R' \cdot d = 0{,}2\ \Omega \qquad L = L' \cdot d = 4\ \text{mH}$$

La génératrice débite sur une impédance par phase :

$$\underline{Z} = R + R_{éq} + j\omega L = (2 + j\,1{,}257)\ \Omega$$

$$|\ \underline{Z}\ | = Z = \sqrt{2^2 + 1{,}256^2} = 2{,}362\ \Omega \qquad \arg(\underline{Z}) = \text{arctg}\frac{1{,}256}{2} = 32{,}14°$$

A. Le courant débité par une phase de la génératrice sera :

$I = \dfrac{U}{Z} = \underline{100\ A}$, en retard de 32,14° sur la tension simple à ses bornes.

B. La puissance active fournie par la génératrice vaut :

pour une phase : $P_{1ph} = U \cdot I \cos\varphi = \underline{20\ \text{kW}}$

pour les trois phases : $P_{3ph} = 3 \cdot P_{1ph} = \underline{60\ \text{kW}}$

La puissance réactive fournie par la génératrice vaut :

pour une phase : $Q_{1ph} = U \cdot I \sin\varphi = \underline{12{,}5\ \text{k var}}$

pour les trois phases : $Q_{3ph} = 3 \cdot Q_{1ph} = 3 \cdot 12{,}53 = \underline{37{,}7\ \text{k var}}$

C. Puissance active consommée

☞ **Les deux utilisateurs consomment la même puissance active car ils ont les mêmes résistances en étoile.**

pour une phase : $P_{1ph_A} = P_{1ph_B} = \dfrac{1}{2}(R_{éq} \cdot I^2) = \underline{9\ \text{kW}}$

pour les trois phases : $P_{3ph_A} = P_{3ph_B} = 3 \cdot P_{1ph_A} = 27\ \text{kW}$

☞ **Les utilisateurs A et B, étant purement résistifs, ils ne consomment aucune puissance réactive.**

EXERCICE IX.2 : COMPENSATION DU RÉACTIF EN RÉGIME TRIPHASÉ

A. La puissance réactive totale est donnée par :

$$Q = 3 \cdot U_Z I_Z \sin\phi - 3 \cdot U_C I_C$$

avec : U_Z, I_Z = tension et courant de phase sur chaque charge inductive Z

U_C, I_C = tension et courant de phase sur chaque condensateur C

La compensation est obtenue lorsque :

$$Q = 0 \quad \Leftrightarrow \quad U_Z I_Z \cdot \sin\phi = U_C I_C$$

La charge inductive est reliée en triangle. On a donc les relations :

$$U_Z = U_{lig} \quad \text{et} \quad I_Z = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{Z} = \frac{U_{lig}}{Z}$$ (où U est la valeur efficace de la tension simple)

Les capacités sont connectées en étoile. On a donc les relations :

$$U_C = U = U_{lig} \big/ \sqrt{3} \quad \text{et} \quad I_C = \frac{U}{Z_C} = \frac{U_{lig}}{\sqrt{3}} \cdot C\omega$$ (où Z_C = impédance d'un condensateur)

De là, la condition d'annulation de la puissance réactive s'écrit :

$$U_{lig} \cdot \frac{U_{lig}}{Z} \cdot \sin\phi = \frac{U_{lig}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{U_{lig}}{\sqrt{3}} \cdot C\omega \qquad \Rightarrow \qquad C = \frac{3\sin\phi}{\omega Z} = \underline{573\ \mu F}$$

B. $$P = 3 \cdot U_Z I_Z \cos\phi = 3 \cdot U_{lig} \frac{U_{lig}}{Z} \cdot \cos\phi = \underline{38{,}4\ kW}$$

C. Dans tous les cas, la puissance active est donnée en fonction de la tension et du courant de ligne, par :

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{lig} I_{lig} \cos\phi$$

<u>Sans</u> les condensateurs, $\cos\phi = 0{,}8$ $\Rightarrow$ I_{lig} = <u>69,28 A</u>

<u>Avec</u> les condensateurs, la puissance active est la même (les condensateurs ne consomment pas de puissance active) et $\cos\phi = 1$ $\Rightarrow$ I_{lig} = <u>55,43 A</u>