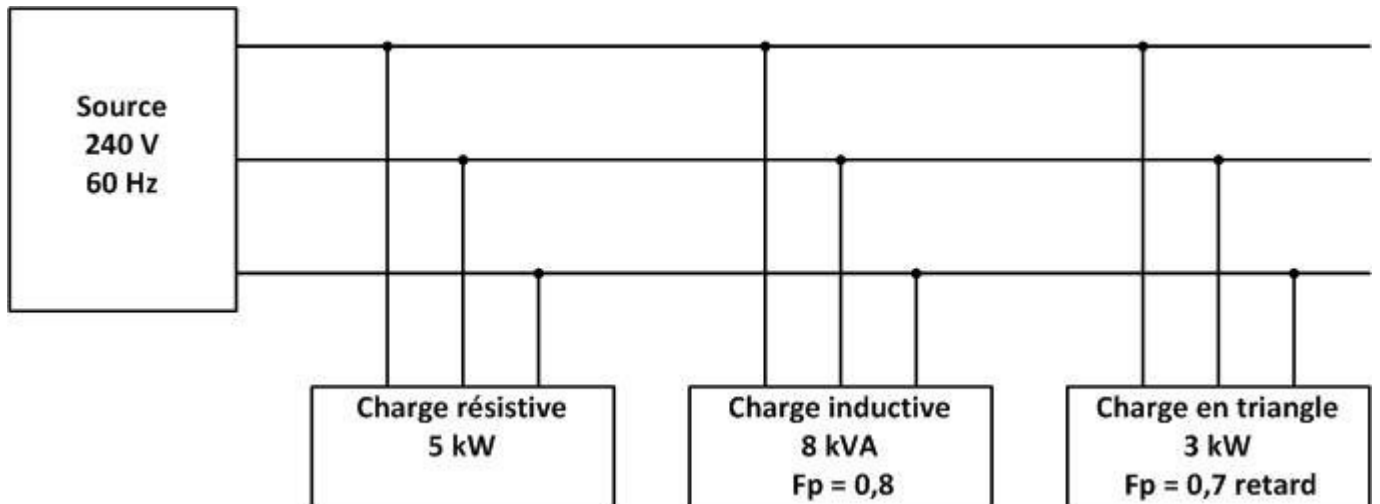


# ELE1409 - Hiver 2021

## Devoir 5 – Corrigé

### Partie 1 :

Le schéma ci-dessous représente une source triphasée équilibrée qui alimente trois charges triphasées équilibrées connectées en parallèle :



- Calculer la valeur efficace du courant de ligne tiré par la charge de 5000 W.
- Trouver la valeur efficace du courant de ligne tiré par la charge de 8000 VA.
- Trouver la valeur efficace du courant de ligne tiré par la charge de 3000 W.
- Calculer les puissances, réelle et réactive fournies par la source.
- Déterminer le module de la puissance apparente de l'ensemble des trois charges.
- Trouver la valeur efficace du courant tiré par l'ensemble des trois charges.
- Déterminer le facteur de puissance de l'ensemble des trois charges.

**a) La valeur efficace du courant de ligne tiré par la charge de 5000 W**

$$I_{5kW} = \frac{P_{5kW}}{\sqrt{3} \cdot V_{source} \cdot Fp_{5kW}} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 240 \cdot 1} = 12 \text{ A}$$

**b) La valeur efficace du courant de ligne tiré par la charge de 8000 VA**

$$I_{8kVA} = \frac{|S_{8kVA}|}{\sqrt{3} \cdot V_{source}} = \frac{8000}{\sqrt{3} \cdot 240} = 19,2 \text{ A}$$

**c) La valeur efficace du courant de ligne tiré par la charge de 3000 W**

$$I_{3kW} = \frac{P_{3kW}}{\sqrt{3} \cdot V_{source} \cdot Fp_{3kW}} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 240 \cdot 0,7} = 10,3 \text{ A}$$

**d) Les puissances, réelle et réactive, fournies par la source :**

$$P_{5kW} = 5000 \text{ W}$$

$$Q_{5kW} = 0 \text{ var}$$

$$P_{8kVA} = |S_{8kVA}| \cdot Fp_{8kVA} = 8000 \cdot 0,8 = 6400 \text{ W}$$

$$Q_{8kVA} = \sqrt{|S_{8kVA}|^2 - P_{8kVA}^2} = \sqrt{8000^2 - 6400^2} = 4800 \text{ var}$$

$$P_{3kW} = 3000 \text{ W}$$

$$Q_{3kW} = P_{3kW} \cdot \tan(\cos^{-1}(Fp_{3kW})) = 3000 \cdot \tan(+\cos^{-1}(0,7)) = 3031 \text{ var}$$

$$P_{source} = P_{charges} = P_{5kW} + P_{8kVA} + P_{3kW} = 5000 + 6400 + 3000 = 14400 \text{ W}$$

$$Q_{source} = Q_{charges} = Q_{5kW} + Q_{8kVA} + Q_{3kW} = 0 + 4800 + 3061 = 7861 \text{ var}$$

$Q_{source}$  est fournie puisque la charge est inductive donc absorbe.

**e) Le module de la puissance apparente de l'ensemble des trois charges :**

$$|S_{charges}| = \sqrt{P_{charges}^2 + Q_{charges}^2} = \sqrt{14400^2 + 7861^2} = 16406 \text{ VA}$$

**f) La valeur efficace du courant de ligne tiré par l'ensemble des trois charges :**

$$I_{charges} = \frac{|S_{charges}|}{\sqrt{3} \cdot V_{source}} = \frac{16406}{\sqrt{3} \cdot 240} = 39,5 \text{ A}$$

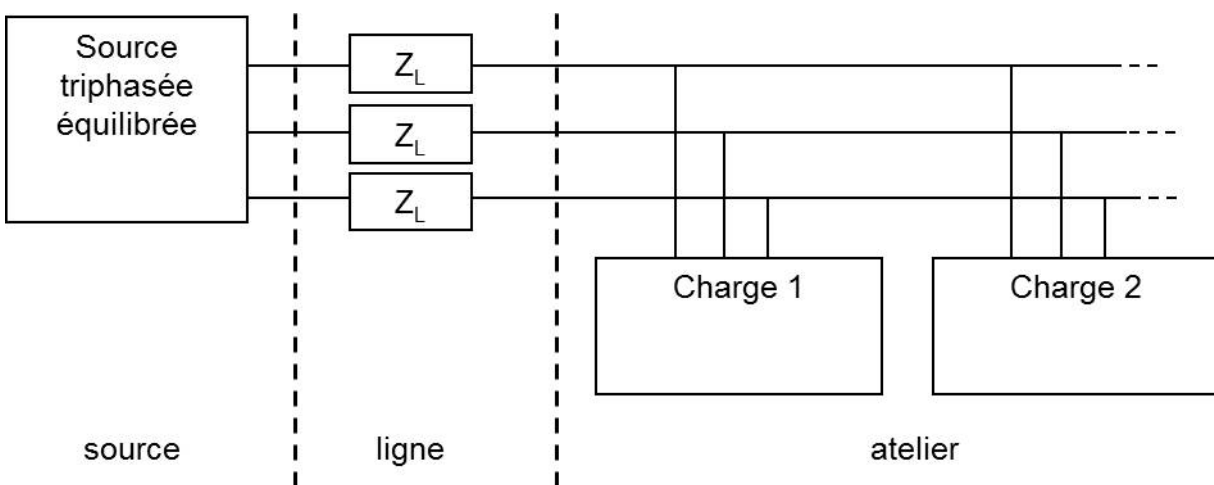
**g) Le facteur de puissance de l'ensemble des trois charges :**

$$F_{charges} = \frac{P_{charges}}{|S_{charges}|} = \frac{14400}{16406} = 0,88 \text{ retard } (Q_{charges} > 0)$$

## Partie 2:

La source triphasée équilibrée du circuit triphasé suivant alimente par une ligne dont l'impédance est  $Z_L = 0,15 + j 0,2 \Omega$  un atelier. La tension de ligne aux bornes de cet atelier est de 480 V à une fréquence de 60 Hz. Cet atelier est composé de deux (2) charges triphasées et équilibrées connectées en parallèle :

- Charge 1 : résistive, puissance 10 kW.
- Charge 2 : puissance 50 kVA facteur de puissance de 0,8 retard.



- Quel est le module de la puissance apparente de l'atelier (ensemble des deux charges)?
- Quel est le facteur de puissance de l'atelier (ensemble des deux charges)?
- Calculer la valeur efficace du courant de ligne tiré par l'ensemble des deux charges de l'atelier.
- Trouver les pertes réelles de la ligne triphasée reliant la source à l'atelier.
- Calculer la valeur efficace de la tension de ligne à la source afin de maintenir 480 V aux bornes de l'atelier.
- Déterminer la valeur de la capacitance de chacun des condensateurs qu'il faut connecter dans l'atelier, en triangle et en parallèle avec les deux charges pour corriger le facteur de puissance de l'atelier et l'amener à 0,95 retard et avec toujours une tension de 480 V aux bornes de l'atelier.

- g) Trouver la valeur efficace du courant de ligne fourni par la source après la correction du facteur de puissance.
- h) Calculer la valeur efficace de la tension de ligne à la source afin de maintenir 480 V aux bornes de l'atelier et après la correction du facteur de puissance.

**a) Le module de la puissance apparente de l'atelier (ensemble des deux charges):**

$$P_{Charge 1} = 10000 \text{ W}$$

$$Q_{Charge 1} = 0 \text{ var}$$

$$P_{Charge 2} = |S_{Charge 2}| \cdot Fp_{Charge 2} = 50000 \cdot 0,8 = 40000 \text{ W}$$

$$Q_{Charge 2} = |S_{Charge 2}| \cdot \sin\left(+\cos^{-1}(Fp_{Charge 2})\right)$$

$$Q_{Charge 2} = 50000 \cdot \sin\left(+\cos^{-1}(0,8)\right) = 50000 \cdot 0,6 = 30000 \text{ var}$$

$$P_{atelier} = P_{Charge 1} + P_{Charge 2} = 10000 + 40000 = 50000 \text{ W}$$

$$Q_{atelier} = Q_{Charge 1} + Q_{Charge 2} = 0 + 30000 = 30000 \text{ var}$$

$$|S_{atelier}| = \sqrt{P_{atelier}^2 + Q_{atelier}^2} = \sqrt{50000^2 + 30000^2} = 58310 \text{ VA}$$

**b) Le facteur de puissance de l'atelier (ensemble des deux charges):**

$$Fp_{Atelier} = \frac{P_{Atelier}}{|S_{Atelier}|} = \frac{50000}{58310} = 0,857 \text{ retard } (Q_{Atelier} > 0)$$

**c) La valeur efficace du courant de ligne tiré par l'ensemble des deux charges de l'atelier:**

$$I_{Atelier} = I_{Source} = \frac{|S_{Atelier}|}{\sqrt{3} \cdot V_{Atelier}} = \frac{58310}{\sqrt{3} \cdot 480} = 70,1 \text{ A}$$

**d) Les pertes réelles de la ligne triphasée reliant la source à l'atelier:**

$$P_{Ligne} = 3 \cdot R_{Ligne} \cdot I_{Source}^2 = 3 \cdot 0,15 \cdot 70,1^2 = 2211 \text{ W}$$

**e) La valeur efficace de la tension de ligne à la source afin de maintenir 480 V aux bornes de l'atelier:**

$$P_{Ligne} = 2211 \text{ W}$$

$$P_{Source} = P_{Atelier} + P_{Ligne} = 50000 + 2211 = 52211 \text{ W}$$

$$Q_{Ligne} = 3 \cdot X_{Ligne} \cdot I_{Source}^2 = 3 \cdot 0,2 \cdot 70,1^2 = 2948 \text{ var}$$

$$Q_{Source} = Q_{Atelier} + Q_{Ligne} = 30000 + 2948 = 32948 \text{ var}$$

$$|S_{Source}| = \sqrt{P_{Source}^2 + Q_{Source}^2} = \sqrt{52211^2 + 32948^2} = 61738 \text{ VA}$$

$$V_{Source} = \frac{|S_{Source}|}{\sqrt{3} \cdot I_{Source}} = \frac{61738}{\sqrt{3} \cdot 70,1} = 508,5 \text{ V}$$

**f) La valeur de la capacitance de chacun des condensateurs qu'il faut connecter dans l'atelier, en triangle et en parallèle avec les deux charges pour corriger le facteur de puissance de l'atelier et l'amener à 0,95 retard et avec toujours une tension de 480 V aux bornes de l'atelier:**

*Avant la correction du facteur de puissance de la charge :*

$$P_{\text{Atelier-avant comp.}} = 50000 \text{ W}, \quad Q_{\text{Atelier-avant comp.}} = 30000 \text{ var}$$

*Après la correction du facteur de puissance de la charge :*

$$P_{\text{Atelier-après comp.}} = 50000 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Atelier-après comp.}} = P_{\text{Atelier-après comp.}} \cdot \tan\left(+\cos^{-1}(0,95)\right) = 50000 \cdot 0,33 = 16500 \text{ var}$$

*La puissance de la batterie de condensateurs :*

$$Q_C = Q_{\text{Atelier-après comp.}} - Q_{\text{Atelier-avant comp.}} = 16500 - 30000 = -13500 \text{ var}$$

$$\frac{Q_C}{3} = \frac{E_{\text{Atelier}}^2}{X_C} \Rightarrow X_C = \frac{3 \times V_{\text{Atelier}}^2}{Q_C} = \frac{3 \times 480^2}{-13500} = -51,2 \Omega$$

$$C = -\frac{1}{X_C \cdot \omega} = -\frac{1}{-51,2 \cdot 377} = 52 \mu\text{F}$$

**g) La valeur efficace du courant de ligne fourni par la source après la correction du facteur de puissance:**

$$I_{\text{Source-après comp.}} = \frac{P_{\text{Atelier-après comp.}}}{\sqrt{3} \cdot V_{\text{Atelier}} \cdot \text{Fp}_{\text{Atelier-après comp.}}} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 480 \cdot 0,95} = 63,3 \text{ A}$$

**h) La valeur efficace de la tension de ligne à la source afin de maintenir 480 V aux bornes de l'atelier et après la correction du facteur de puissance:**

$$P_{\text{Ligne-après comp.}} = 3 \cdot R_{\text{Ligne}} \cdot I_{\text{Source-après comp.}}^2 = 3 \cdot 0,15 \cdot 63,3^2 = 1803 \text{ W}$$

$$P_{\text{Source-après comp.}} = P_{\text{Atelier-après comp.}} + P_{\text{Ligne-après comp.}} = 50000 + 1803 = 51803 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Ligne-après comp.}} = 3 \cdot X_{\text{Ligne}} \cdot I_{\text{Source-après comp.}}^2 = 3 \cdot 0,2 \cdot 63,3^2 = 2404 \text{ var}$$

$$Q_{\text{Source-après comp.}} = Q_{\text{Atelier-après comp.}} + Q_{\text{Ligne-après comp.}} = 16500 + 2404 = 18904 \text{ var}$$

$$\left| S_{\text{Source-après comp.}} \right| = \sqrt{P_{\text{Source-après comp.}}^2 + Q_{\text{Source-après comp.}}^2} = \sqrt{51803^2 + 18904^2} = 55144 \text{ VA}$$

$$V_{\text{Source-après comp.}} = \frac{\left| S_{\text{Source-après comp.}} \right|}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{Source-après comp.}}} = \frac{55144}{\sqrt{3} \cdot 63,3} = 502,8 \text{ V}$$

