

Corrigé Devoir 6 ELE 1409

Question 1 : (1 point) : Sur un réseau triphasé 230 V/400 V-60 Hz, on montre en triangle un ensemble constitué de trois résistances identiques de valeurs $R=80 \Omega$. Quelle est l'intensité du courant qui traverse chaque résistance ?

Dans un couplage triangle, chaque élément est soumis à la tension de ligne et parcouru par le courant de phase qui vaut :

$$I_{ph} = \frac{V_L}{R} = \frac{400}{80} = \boxed{5 A}$$

Question 2 : (1 point) : Dans la suite de la question 1, quelle est l'intensité du courant dans chaque fil de ligne ?

Le courant de ligne est lié au courant de phase comme suit :

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph} = 5 \times \sqrt{3} = \boxed{8,66 A}$$

Question 3 (1 point) : Sur le même réseau que précédemment, on monte en triangle à la place du trio de résistance, un ensemble formé de trois condensateur identiques tels que $C=15 \mu F$. Quelle est l'intensité du courant qui traverse chaque condensateur ?

À 60 Hz, la pulsation sera de 377 rad/s ce qui correspond à une impédance de :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{15 \times 10^{-6} \times 377} = 176,83 \Omega$$

Ce qui donne alors un courant de phase de :

$$I_{ph} = \frac{V_L}{Z_C} = \frac{400}{176,83} = \boxed{2,26 A}$$

Question 4 (1 point) : Dans la suite de la question 3, quelle est l'intensité du courant dans chaque fil de ligne ? Le courant de ligne est lié au courant de phase comme suit :

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph} = 2,26 \times \sqrt{3} = \boxed{3,91 A}$$

Question 5 : (1 point) : Soit une ligne triphasée de 250 V ? Quelle est la caractéristique de cette tension ?

Une ligne triphasée est caractérisée par sa tension de ligne et donc cette tension caractérise la **tension de ligne** de la ligne triphasée.

Question 6 : (1 point) : Soit une ligne triphasée de 600 V à 60 Hz. Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies ?

Une ligne triphasée est caractérisée par sa tension de ligne ainsi, on aura :

$$\boxed{V_L = 600 V} \Rightarrow V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{600}{\sqrt{3}} = 346,41 V \Rightarrow \boxed{V_{ph} = 346,41 V}$$

Question 7 : (1 point) : Soit donné un réseau triphasé 230V/400V à 60 Hz. Lesquelles des affirmations suivantes sont vraies ?

On identifie dans ce couple de valeurs de tension :

$$\begin{cases} V_{ph} = 230 V \\ V_L = 400 V \end{cases}$$

Question 8 : (1 point) : Une ligne triphasée est caractérisée par une tension de 231 V. Quelle est la valeur efficace de la tension de phase correspondante ?

On identifie la tension de ligne comme suit :

$$V_L = 231 V \Rightarrow V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{231}{\sqrt{3}} = 133,36 V \Rightarrow V_{ph} = 133,36 V$$

Question 9 : (1 point) : Un moteur triphasé est alimenté par un réseau triphasé 230V/400V à 60 Hz. Le moteur absorbe 25 A et son facteur de puissance est de 0,75 retard. Quelle est la puissance active absorbée par le moteur ?

$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot FP = \sqrt{3} \times 400 \times 25 \times 0,75 \approx 13 \text{ kW}$$

Question 10 : (1 point) : Quelle est la puissance réactive absorbée par le moteur de la question précédente ?

$$\cos \varphi = 0,75 \Rightarrow \varphi = 41,4^\circ \Rightarrow \tan \varphi = 0,882$$

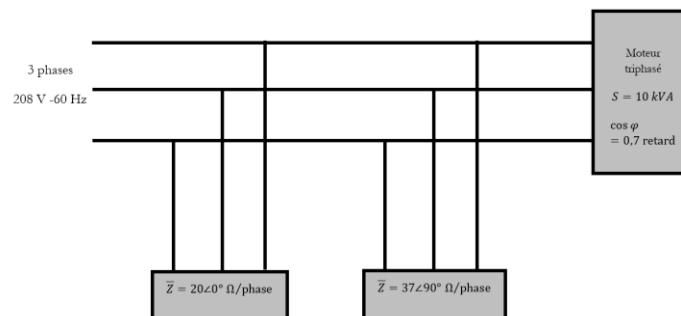
$$Q = P \tan \varphi = 13 \times 0,882 \approx 11,5 \text{ kvar}$$

Question 11 : (1 point) : Dans la suite de la question précédente, quelle est la puissance apparente absorbée par le moteur ?

On peut utiliser le triangle de puissance comme suit :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{13^2 + 11,5^2} \approx 17,4 \text{ kVA}$$

Question 12 (2 points) : L'installation triphasée équilibrée de la figure ci-dessous comporte un moteur triphasé de 10 kVA avec un facteur de puissance de 0,7 retard, une charge purement inductive couplée en triangle d'impédance complexe $Z=37\angle 90^\circ \Omega$ par phase et une autre charge résistive couplée en triangle de résistance $R=20 \Omega$ par phase. La tension d'alimentation est de 208 V à 60 Hz.



Calculer le courant dans la ligne d'alimentation pour chacune des charges.

Pour le moteur

$$V_L = 208 \text{ V} ; S_m = 10 \text{ kVA}$$

Ce qui donne :

$$S_m = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_{Lm} \Rightarrow I_{Lm} = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot V_L} \Rightarrow I_{Lm} = \frac{10 \times 1000}{\sqrt{3} \times 208} = \boxed{27,76 \text{ A}}$$

Charge purement inductive couplée en triangle

Dans ce cas, chaque impédance est soumise à la tension de ligne et on obtient le courant de phase comme suit :

$$I_{ph_I} = \frac{V_L}{Z} = \frac{208}{37} = 5,621 \text{ A}$$

L'amplitude du courant de ligne sera alors de :

$$I_{L_I} = I_{ph_I} \times \sqrt{3} = 5,621 \times \sqrt{3} = \boxed{9,736 \text{ A}}$$

Charge purement résistive couplée en triangle

Comme précédemment, chaque résistance est soumise à la tension de ligne et on obtient le courant de phase comme suit :

$$I_{ph_R} = \frac{V_L}{R} = \frac{208}{20} = 10,4 \text{ A}$$

L'amplitude du courant de ligne sera alors de :

$$I_{L_R} = I_{ph_R} \times \sqrt{3} = 10,4 \times \sqrt{3} = \boxed{18 \text{ A}}$$

Question 13 (1 point) : À partir du bilan de puissance de l'installation précédente, calculer le courant efficace de la ligne d'alimentation et le facteur de puissance global.

Pour le moteur :

$$S_m = 10 \text{ kVA} ; FP = 0,7 \Rightarrow \begin{cases} P_m = S_m \times FP = 10 \times 0,7 = 7 \text{ kW} \\ Q_m = \sqrt{S_m^2 - P_m^2} = \sqrt{(10)^2 - (7)^2} = 7,14 \text{ kvar} \end{cases}$$

Pour la charge purement inductive

Elle ne consomme pas de puissance réelle et donc la puissance apparente est directement égale à la puissance réactive de cette charge d'où :

$$S_I = Q_I = \sqrt{3} V_L I_{L_I} = \sqrt{3} \times (208) \times (9,736) = 3,507 \text{ kvar}$$

Pour la charge purement résistive

Elle ne consomme pas de puissance réactive et donc la puissance apparente est directement égale à la puissance active de cette charge d'où :

$$S_R = P_R = \sqrt{3} V_L I_{L_R} = \sqrt{3} \times (208) \times (18) = 6,485 \text{ kW}$$

Bilan

$$\begin{cases} P_{\text{tot}} = \sum P = 7 + 6,485 = 13,485 \text{ kW} \\ Q_{\text{tot}} = \sum Q = 7,14 + 3,507 = 10,647 \text{ kvar} \end{cases} \Rightarrow S_{\text{tot}} = \sqrt{P_{\text{tot}}^2 + Q_{\text{tot}}^2} \Rightarrow S_{\text{tot}} = 17,18 \text{ kVA}$$

On obtient alors le facteur de puissance global comme suit :

$$FP = \frac{P_{\text{tot}}}{S_{\text{tot}}} = \frac{13,485}{17,18} = \boxed{0,784 \text{ retard}}$$

Courant efficace de la ligne

$$S_{\text{tot}} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \Rightarrow I_L = \frac{S_{\text{tot}}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{17,18 \times 1000}{\sqrt{3} \times 208} = \boxed{47,7 \text{ A}}$$

Question 14 (1 point) : On désire ramener le facteur de puissance à 1 de l'installation de la question précédente à 1. Déterminer la valeur de capacité du condensateur nécessaire pour cette opération.

Apport du condensateur : Pour un FP à 1 on compense toute la puissance réactive et donc l'apport du condensateur sera alors :

$$Q_C = -Q_{\text{tot}} = 10,647 \text{ kvar}$$

Ce qui donne alors :

$$C_Y = -\frac{Q_C}{\omega V_L^2} = \frac{10,647 \times 1000}{377 \times (208)^2} = \boxed{0,652 \text{ mF}}$$

Question 15 (1 point) : Dans la suite de la question précédente, calculer la nouvelle valeur efficace du courant de ligne.

Dans ce cas la puissance apparente après compensation totale est égale à la puissance réelle et donc :

$$S_{\text{tot}} = P_{\text{tot}} = 13,485 \text{ kW} \Rightarrow I_L = \frac{S_{\text{tot}}}{\sqrt{3} V_L} = \frac{13485}{\sqrt{3} \times 208} = \boxed{37,43 \text{ A}}$$

Question 16 (1 point) : Un transformateur monophasé alimenté sous une tension de 230 V à 60 Hz comporte au primaire 705 spires et au secondaire 77 spires. Quelle est la tension au secondaire du transformateur ?

$$m = \frac{N_1}{N_2} = \frac{705}{77} = 9,155; V_2 = \frac{V_1}{m} = \frac{230}{9,155} = \boxed{25,12 \text{ V}}$$

Question 17 (1 point) : L'essai à vide d'un transformateur monophasé a donné les résultats suivants : $V_1=232 \text{ V}$; $I_1=0,748 \text{ A}$, $P_1=27,4 \text{ W}$. Quel est le facteur de puissance. La nature de la charge n'a pas d'importance.

$$P_1 = V_1 \cdot I_1 \cdot FP \Rightarrow FP = \frac{P_1}{V_1 \cdot I_1} = \frac{27,4}{232 \times 0,748} = \boxed{0,158}$$

Question 18 (1 point) : Pour un transformateur monophasé de puissance nominale de 400 VA, la puissance absorbée à vide est de 27,4 W et la somme des pertes est de 39,6 W. Quelles sont les pertes par effet joule pour ce transformateur?

La puissance mesurée à vide représente les pertes fer et donc :

$$P_c = \text{pertes} - P_f = 39,6 - 27,4 = \boxed{12,2 \text{ W}}$$

Question 19 (1 point) : Dans la suite de la question précédente, quel sera le rendement du transformateur pour une charge nominale avec un facteur de puissance de 0,8 retard ?

Dans ce cas, la puissance à la charge sera de :

$$P_2 = S \times FP = 400 \times 0,8 = 320 \text{ W}$$

Ce qui donne alors :

$$\eta(\%) = \frac{P_2}{P_2 + \text{pertes}} \times 100 = \frac{320}{320 + 39,6} \times 100 = \boxed{88,9 \%}$$