

Exercice 1 : Choix d'un transformateur monophasé

4 points

On veut utiliser un outil dont la tension de fonctionnement en monophasé est de 127 V-60 Hz. La plaque signalétique de l'outil porte les indications 200 W- $\cos \varphi = 0.7$ retard. Le réseau disponible est monophasé avec une tension de 220 V et une fréquence de 60 Hz. On voudrait choisir un transformateur pour alimenter l'outil, on a le choix entre les transformateurs suivants :

- Transformateur 1 : **30 V/127 V- 100 VA.**
- Transformateur 2 : **30 V/220 V- 150 VA.**
- Transformateur 3 : **220 V/127 V-330 VA.**
- Transformateur 4 : **220 V/127 V-130 VA.**

1. Lequel des transformateurs faut-il choisir? Justifier votre réponse. **2 points**
2. L'outil est alimenté par le transformateur choisi **supposé parfait**. Il consomme 200 W avec un facteur de puissance de 0.7 retard. Calculer les courants primaire et secondaire.

2 points

Exercice 2 : Bilan de puissance d'une installation électrique triphasée. 15 points

On considère l'atelier ci-dessous alimenté via une ligne donc l'impédance par phase vaut $\bar{Z}_\ell = 0.3 + j0.5 \Omega$ par un transformateur triphasé. Le transformateur triphasé est constitué de trois transformateurs monophasés identiques connectés en **étoile au primaire** et en **triangle au secondaire**.

Les caractéristiques de chacun des transformateurs monophasés sont les suivantes :

$$347 \text{ V}/380 \text{ V} ; 30 \text{ kVA}; 60 \text{ Hz}$$

L'atelier comporte les charges suivantes :

- Un trio d'impédances couplées en étoile avec $\bar{Z}_Y = 6 + j8 \Omega$.
- Un trio d'impédances couplées en triangle avec $\bar{Z}_\Delta = 8 - j6 \Omega$.
- Un moteur absorbant une puissance apparente de 30 kVA avec un FP de 0.65 retard.

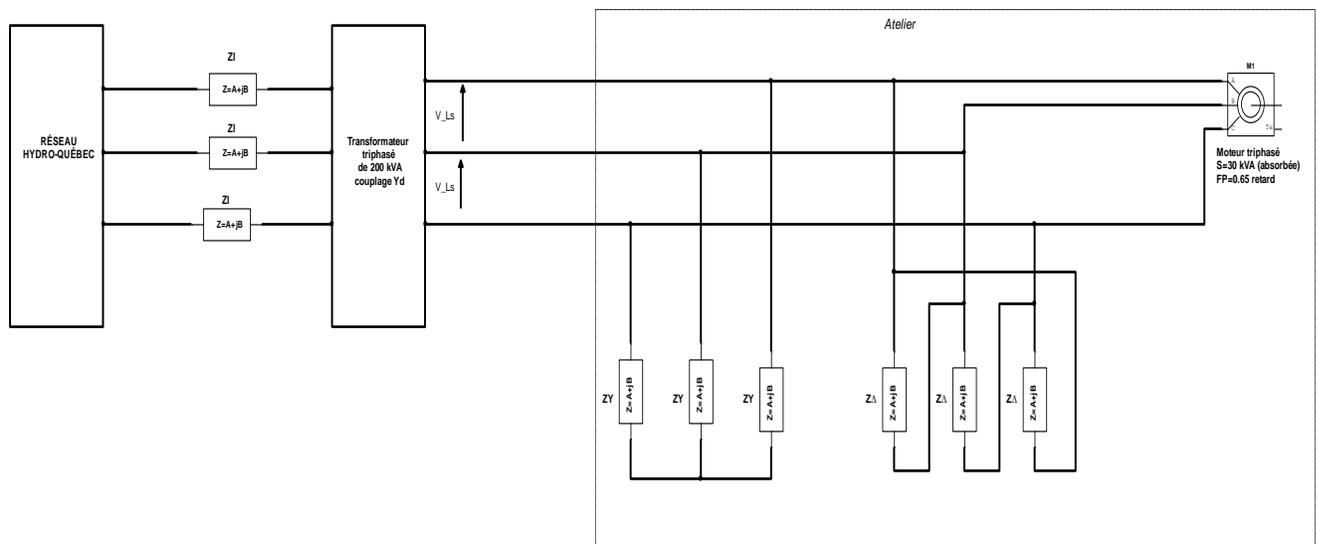


Figure 1. Schéma de l'installation triphasée pour l'exercice 2

1. Déterminer les tensions de ligne au primaire **ET** au secondaire du transformateur triphasé. **1 point**
2. Calculer les rapports m et m_g pour le transformateur triphasé réalisé. **1 point**
3. Calculer en **kW** les puissances active et réactive absorbées par la charge couplée en étoile.

- 2 points**
4. Calculer en kW et en kvar, les puissances active et réactive absorbées par la charge couplée en triangle. **2 points**
5. Calculer en kW et en kvar les puissances active et réactive totales de l'atelier. **2 points**
6. La puissance apparente du transformateur triphasé est-elle suffisante? **Justifier votre réponse.** On suppose que toutes les charges fonctionnent tout le temps et à pleine puissance. **2 points**
7. Calculer la capacité en mF des condensateurs couplés en étoile permettant de relever le facteur de puissance à 0.98 retard. **2 points**
8. Avec les condensateurs installés, calculer la valeur efficace de la tension de source V_L (au niveau du réseau d'Hydro-Québec) permettant de maintenir une tension de 380 V aux bornes de la charge. **3 points**

Exercice 3 : Caractérisation d'un moteur asynchrone triphasé. 11 points

Soit un moteur asynchrone triphasé avec les caractéristiques suivantes données sur la plaque signalétique: 50 HP, 4 pôles, 440 V, 60 Hz, FP = 0.89 retard. En régime nominal, le moteur a un glissement $s = 0.03$ et tire un courant de 60 A. Les pertes par frottement et ventilation et les pertes magnétiques sont respectivement égales à 1000 W et 750 W à la vitesse et tension nominale. Prendre $1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$.

1. Trouver la vitesse nominale du moteur **ET** son couple nominal sur l'arbre. **1.5 points**
2. Déterminer les pertes Joule dans le rotor du moteur en régime nominal. **2 points**
3. Calculer les pertes Joule dans le stator du moteur en régime nominal. **1.5 point**
4. Calculer le rendement en % du moteur en régime nominal. **1 point**
5. Que deviennent la vitesse de rotation et le couple sur l'arbre du moteur si la machine développe une puissance de 20 HP. **2 points**
6. On utilise la stratégie V/f constant et on suppose que le rendement et le facteur de puissance sont maintenus constants. La fréquence est ajustée à 30 Hz, de telle façon qu'il développe le couple nominal.
 - a. Déterminer la tension d'alimentation. **0.5 point**
 - b. Déterminer la vitesse de rotation. **1 point**
 - c. Calculer la puissance mécanique fournie à la charge (en HP). **0.5 point**
 - d. Calculer le courant de ligne absorbée par le moteur. **1 point**

Exercice 4 : Calcul de la puissance d'utilisation (souscrite) et facturation de l'énergie électrique

6 points

Soit une installation triphasée alimentée sous une tension de 230 V. Les caractéristiques des éléments de cette installation sont reportées dans le tableau ci-dessous. L'objectif principal est de déterminer la puissance d'utilisation de cette installation c'est-à-dire la puissance à souscrire auprès du fournisseur d'énergie.

Récepteurs	Caractéristiques
Centrale de traitement d'air (récepteur 1)	$P_1=60 \text{ kW}$, $\eta_1=90\%$, $FP_1=0,8$ retard, $ku_1=0.96$
Climatiseur (récepteur 2)	$P_2=22 \text{ kW}$, $\eta_2=90\%$, $FP_3=0.8$ retard, $ku_3=0.96$
Groupe d'eau glacé (récepteur 3)	$P_3=200 \text{ kW}$, $\eta_3=82\%$, $FP_3=0.85$ retard, $ku_3=0.9$

- Déterminer la puissance d'utilisation en kW de chacun des récepteurs. **1.5 points**
- Calculer la puissance d'utilisation en kW au niveau de l'armoire de distribution en tenant compte d'un facteur d'extension de 1.25. Vous devez également prendre en considération le nombre de circuits (facteur de simultanéité); chaque récepteur étant un circuit. **1.5 points**
- Les mesures suivantes ont été réalisées à l'entrée de cette installation durant une période de mesure. **Quel tarif sera appliqué à cette installation si ? Justifiez votre réponse.**
1 point
 - Puissance maximale appelée : 250 kW
 - Puissance apparente maximale appelée : 294.12 kVA.
- Dans la suite de la question précédente, on désire appliquer le tarif M et on rappelle sur la page suivante sa structure. Quelle est la valeur de la puissance à facturer selon vos calculs précédents ? **1 point**

- Structure du tarif M

Kilowatts de puissance à facturer	17.573 \$
Coût du kilowattheure pour les 210 000 premiers kilowattheures	6.061 ¢
Coût du kilowattheure pour le reste d'énergie	4.495 ¢

- Puissance à facturer est le maximum entre la puissance souscrite, la puissance maximale appelée et 0,9 fois la puissance apparente maximale appelée.
5. Calculer les frais associés à cette puissance **seulement** (on ne tient pas compte de l'énergie) à facturer. **1 point**

Exercice 5 : Questions de laboratoire.

4 points

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

1. Durant le laboratoire 2, vous avez réalisé le montage ci-dessous pour lequel, l'analyseur de puissance triphasée Xitron 2553 est configuré en mode 3 fils, 3 phases. La tension affichée par l'analyseur est de 203 V. La résistance par phase de la charge triphasée est de 50Ω .

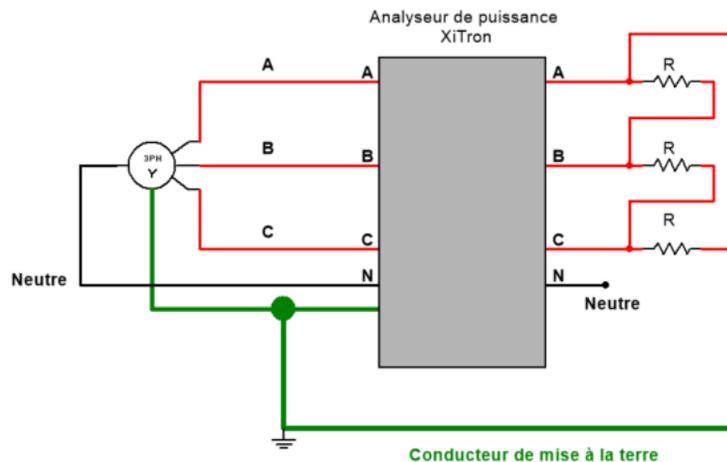


Figure 2. Analyse d'une charge triphasée purement résistive couplée en triangle

- a. Quelle sera la valeur du courant affiché par l'analyseur de puissance triphasée? **1 point**
 - b. Calculer la puissance réelle affichée par l'analyseur de puissance triphasée. **1 point**
2. La figure ci-dessous représente la plaque signalétique d'un moteur asynchrone.

MOTEUR ASYNCHRONE . Rotor c ¹ c ¹ C51111							
TYPE	LS 80 L2	N°					
kW	0,55	COSφ	0,76	ΔV	220	A	2,8
ch	0,75	rd ¹ %	68	ΛV	380	A	1,61
tr/mm	930	isol ¹ classe	E	amb ^{ce} °c	40		
Hz	50	ph.	3	service	S1		

Figure 3. Plaque signalétique d'un moteur asynchrone

- a. Le moteur proposé est-il monophasé ou triphasé ? **0.5 point**
- b. Quelle est la puissance nominale de ce moteur ? **0.5 point**
- c. Calculer la puissance absorbée par le moteur si les enroulements du stator sont couplés en triangle. **1 point**

Fin de l'examen ici ! Bon succès et un bel été