

# Examen final 2024 ELE 1409

## Exercices de révisions

*Exercices proposés à titre complémentaire (résolus en salle dans la journée du 11 avril entre 8 h 30 et 11h 30)*

### Cours 4 et 5

#### Exercice 1

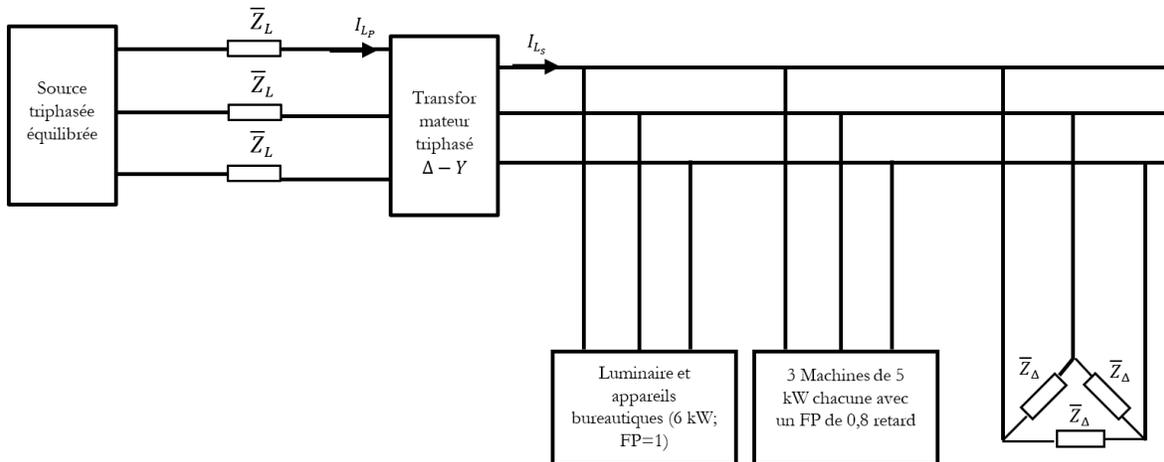
*Bilan de puissance d'une installation triphasée.*

On s'intéresse à une installation électrique triphasée d'un atelier via un transformateur triphasé 44kV/480 V. Une source triphasée équilibrée est raccordée au primaire du transformateur à travers une ligne triphasée équilibrée d'impédance complexe  $\bar{Z}_L = (1,25 + j 2) \Omega$  comme montré ci-dessous. Le transformateur triphasé est constitué de 3 transformateurs monophasés identiques connectés en  $\Delta - Y$ . L'atelier alimenté à 480 V comporte :

- Des luminaires et des appareils de bureautique représentant un ensemble de 6 kW répartis uniformément sur les trois phases et de facteur de puissance unitaire.
- Trois machines triphasées consommant chacune 5 kW avec un facteur de puissance de 0,8 retard.
- Un appareillage particulier équivalent à trois impédances complexes identiques  $\bar{Z}_\Delta = (10 + j15) \Omega$  couplées en triangle sur les phases.

La figure à la fin de l'énoncé représente un schéma de l'installation.

1. Calculer la puissance active  $P_\Delta$  et réactive  $Q_\Delta$  consommées par les trois impédances couplées en triangle.
2. Calculer la puissance réactive totale consommée par l'atelier.
3. Calculer la valeur efficace du courant de ligne au secondaire du transformateur triphasé.
4. Calculer la valeur efficace du courant de ligne au primaire du transformateur triphasé.
5. Calculer la valeur efficace (en volts) de la tension de ligne à la source de tension triphasée équilibrée, nécessaire pour maintenir exactement 44 kV au primaire du transformateur.



**Réponses :**

$$\begin{cases} P_{\Delta} = 21258,732 \text{ W} \\ Q_{\Delta} = 31888,098 \text{ var} \end{cases}; Q_{at} = 43,138 \text{ kvar}; I_{Ls} = 72,636 \text{ A}; I_{Lp} = 0,792 \text{ A}; V_{Lsource} = 44025 \text{ V}$$

## Cours 5

**Exercice 2 :** Exercice 6 de la fiche du cours 5

### *Choix d'un transformateur monophasé*

On veut choisir un transformateur monophasé pour alimenter à 240 V deux charges identiques de 3 kW avec un facteur de puissance de 0,7 chacune. La source d'alimentation disponible est monophasée de valeur 120 V. Parmi les 5 transformateurs suivants, lequel choisiriez-vous ? Détailler la réponse ayant abouti à votre choix.

- Transformateur 1 : 120 V/240 V;  $S = 4 \text{ kVA}$
- Transformateur 2 : 600 V/240 V;  $S = 9 \text{ kVA}$
- Transformateur 3 : 120 V/240 V;  $S = 7 \text{ kVA}$
- Transformateur 4 : 120 V/240 V;  $S = 9 \text{ kVA}$
- Transformateur 5 : 600 V/240 V;  $S = 2,5 \text{ kVA}$

**Réponse :** 4<sup>e</sup> transformateur.

## Cours 6

**Exercice 3** : *extrait de l'examen final de la session d'hiver 2021.*

### *Caractérisation d'un Moteur asynchrone triphasé*

Soit un moteur asynchrone triphasé avec les caractéristiques suivantes données sur la plaque signalétique: 100 HP, 4 pôles, 600 V, 60 Hz,  $F_p = 0,89$  retard. En régime nominal, le moteur a un glissement  $s = 0,03$  et tire un courant de **87,68 A**. Les pertes par frottement et ventilation et les pertes magnétiques (par courants de Foucault et par hystérésis) sont respectivement égales à 2400 W et 1500 W à la vitesse et tension nominale.

1. Trouver la vitesse nominale du moteur et son couple nominal sur l'arbre.
2. Déterminer les pertes Joule dans le rotor du moteur en régime nominal.
3. Calculer les pertes Joule dans le stator du moteur en régime nominal.
4. Calculer le rendement du moteur en régime nominal.
5. Que deviennent la vitesse de rotation et le couple sur l'arbre du moteur si la machine développe une puissance de 50 HP.
6. Déterminer la tension d'alimentation, la vitesse de rotation, la puissance mécanique fournie à la charge (en HP) et le courant de ligne si le moteur est alimenté à une fréquence de 30 Hz de telle façon qu'il développe le couple nominal. On utilise la stratégie  $V/f$  constant et on suppose que le rendement et le facteur de puissance sont maintenus constants.

### *Réponses*

$$\left\{ \begin{array}{l} n_n = 1746 \text{ rpm} \\ T_n = 408,035 \text{ N.m} \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} p_{jr} = 2381,443 \text{ W} \\ p_{js} = 215,125 \text{ W} \end{array} \right. ; \eta(\%) \approx 92 \% ; \left\{ \begin{array}{l} n_{50 \text{ HP}} = 1773,81 \text{ rpm} \\ T_{50 \text{ HP}} = 197,896 \text{ N.m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{30 \text{ Hz}} = 300 \text{ V} \\ n_{30 \text{ Hz}} = 846 \text{ rpm} \\ P_{u_{30 \text{ Hz}}} = 36146,346 \text{ W} = 48,45 \text{ HP} \\ I_{L_{30 \text{ Hz}}} = 84,958 \text{ A} \end{array} \right.$$

## Cours 8-10

### Exercice 4 : Extrait du devoir 10

#### *Calcul de la puissance d'utilisation (souscrite) et facturation de l'énergie électrique*

Soit donnée 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 ( <b>récepteur 1</b> )	$P=60 \text{ kW}$ , $\eta=90\%$ , $FP=0,8$ retard, $ku=0,96$
Circuits de prises triphasées ( <b>récepteur 2</b> )	230 V/16 A, $FP=0,6$ , nombre de prises : 2
Climatiseur ( <b>récepteur 3</b> )	$P=22 \text{ kW}$ , $\eta=90\%$ , $FP=0,8$ retard, $ku=0,96$
Groupe d'eau glacé ( <b>récepteur 4</b> )	$P=200 \text{ kW}$ , $\eta=82\%$ , $FP=0,85$ retard, $ku=0,9$

1. Déterminer le courant pour chacun des récepteurs sans tenir compte du facteur d'utilisation. On rappelle qu'il s'agit d'une installation triphasée.
2. Calculer le facteur d'utilisation des prises de courant. On rappelle que ce facteur dépend du nombre de prises alimenté par le même circuit.
3. Déterminer la puissance d'utilisation en *kW* de chacun des récepteurs.
4. Calculer le courant d'emploi pour chaque récepteur.
5. Calculer la puissance d'utilisation au niveau de l'armoire de distribution en tenant compte d'un facteur d'extension de 1,25. Vous devez aussi prendre en considération le nombre de circuits (facteur de simultanéité); chaque récepteur étant un circuit.
6. 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.
  - Puissance maximale appelée : 250 kW
  - Puissance apparente maximale appelée : 294,12 kVA.
7. Dans la suite de la question précédente, on désire appliquer le tarif M et on rappelle ci-dessous sa structure et la formule permettant de calculer la puissance à facturer.

- Structure du tarif M

Kilowatts de puissance à facturer	16,139 \$
Coût du kilowattheure pour les 210 000 premiers kilowattheures	5,567 ¢
Coût du kilowattheure pour le reste d'énergie	4,128 ¢

- Puissance à facturer : c'est le maximum entre la puissance souscrite, la puissance maximale appelée et 0,9 fois la puissance apparente maximale appelée.

**Quelle est la valeur de la puissance à facturer selon vos calculs précédents ?**

- Calculer les frais associés à cette puissance (seulement; on ne tient pas compte de l'énergie) à facturer.
- Déterminer le facteur de puissance global de cette installation.
- Calculer la puissance du transformateur d'alimentation de ce secteur en considérant une fois de plus un facteur d'extension de 1,25.
- Vous disposez d'une gamme de transformateurs Legrand de capacité : 200 kVA, 400 kVA, 600 kVA et 1000 kVA. Lequel choisiriez-vous pour alimenter ce secteur ?

### Réponses

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{L_1} = 209,185 \text{ A} \\ I_{L_2} = 16 \text{ A} \\ I_{L_3} \approx 76,7 \text{ A} \\ FP_1 = 0,8 \text{ arriere} \end{array} \right. ; k_{prises} = 0,55 ; \left\{ \begin{array}{l} P_{u_1} \approx 64 \text{ kW} \\ P_{u_2} \approx 2,103 \text{ kW} \\ P_{u_3} \approx 23,466 \text{ kW} \\ P_{u_4} \approx 219,512 \text{ kW} \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} I_{B_1} = 200,817 \text{ A} \\ I_{B_2} = 8,8 \text{ A} \\ I_{B_3} = 73,632 \text{ A} \\ I_{B_4} = 648,261 \text{ A} \end{array} \right. ;$$

$$P_{armoire} = 309,081 \text{ kW} ; 50 \text{ kW} < P_{am} < 5000 \text{ kW} \Rightarrow \text{Tarif M} ;$$

$$P_{facturé} = 309,081 \text{ kW} ; \text{Coût} = 4988,258 \$ ; FP_g \approx 0,85 \text{ retard} ;$$

$$S_{transfo} = 454,53 \text{ kVA}$$

Transformateur choisi : 600 kVA