

## ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2025

***Note au sujet de la propriété intellectuelle des modèles d'examen de l'Ordre des ingénieurs du Québec***

*Les modèles d'examen se trouvant sur le site internet de l'Ordre des ingénieurs du Québec sont la propriété exclusive de l'Ordre et leur utilisation est strictement limitée à des fins académiques et personnelles. Toute reproduction, distribution ou utilisation commerciale non autorisée de ces modèles constitue une violation de la propriété intellectuelle et est strictement interdite. L'Ordre se réserve le droit de prendre toutes les mesures légales appropriées contre toute utilisation non autorisée de ses modèles d'examen.*

Toute documentation permise

Calculatrices: modèles autorisés seulement

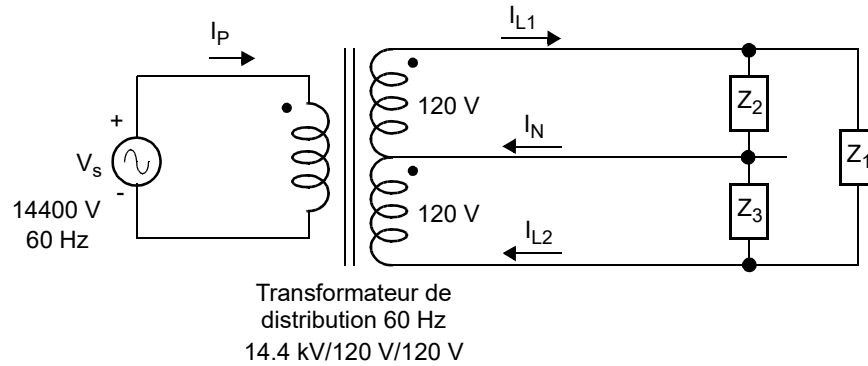
Durée de l'examen: 3 heures

**22-EL-A6**

**RÉSEAUX ET MACHINES ÉLECTRIQUES**

### Question 1 (20 points)

Considérons le circuit monophasé de distribution montré dans la figure suivante.



Les charges sont indiquées dans le tableau suivant.

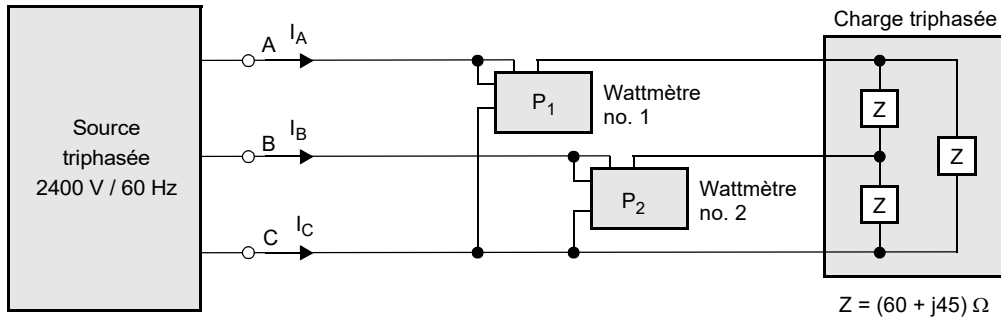
$Z_1$	Charge de chauffage 12 kW
$Z_2$	Charge inductive 10 kVA, facteur de puissance 0.85
$Z_3$	Charge inductive 7.5 kVA, facteur de puissance 0.8

- Calculer les phaseurs courants  $I_{L1}$  et  $I_{L2}$  dans les fils à 120 V. (10 points)
- Calculer le phaseur courant  $I_N$  dans le fils neutre. (5 points)
- En supposant que le transformateur de distribution soit idéal, calculer le phaseur courant  $I_P$  dans l'enroulement primaire du transformateur. (5 points)

Remarque: Phaseur = Valeur efficace et phase

### Question 2 (20 points)

Une charge triphasée équilibrée est connectée à une source triphasée équilibrée.



La séquence de phase de la source est directe (abc). Le phaseur tension  $V_{an}$  est prise comme référence de phase.

- Calculer les phaseurs courants  $I_A$ ,  $I_B$  et  $I_C$  (7 points)
- Calculer la puissance apparente, la puissance active, la puissance réactive et le facteur de puissance de la charge. (8 points)
- Déterminer les indications des deux wattmètres. (5 points)

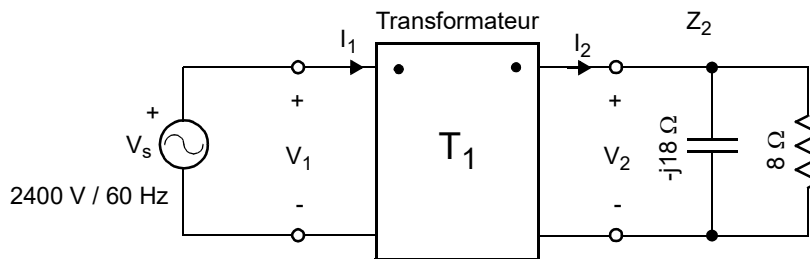
Remarque: Phaseur = Valeur efficace et phase

### Question 3 (20 points)

Un transformateur monophasé 60 Hz, 50 kVA, 2400 V/600 V possède les paramètres suivants:

$$R_1 = 1.2 \Omega \quad X_1 = 2.4 \Omega \quad R_2 = 75 \text{ m}\Omega \quad X_2 = 0.15 \Omega \quad R_{\text{Fer}} = 12 \text{ k}\Omega \quad X_\phi = 25 \text{ k}\Omega$$

Une charge capacitive est connectée au secondaire.



- Calculer le phaseur courant  $I_1$  au primaire et le phaseur tension  $V_2$  au secondaire (6 points)

Note: Pour cette question, on peut négliger  $R_{\text{Fer}}$  et  $X_\phi$ .

- Tracer un diagramme vectoriel pour illustrer les relations entre  $V_1$ ,  $V'_2$  et  $I_1$ . (4 points)

[Il faut bien indiquer la valeur et l'angle des vecteurs dans le diagramme vectoriel.]

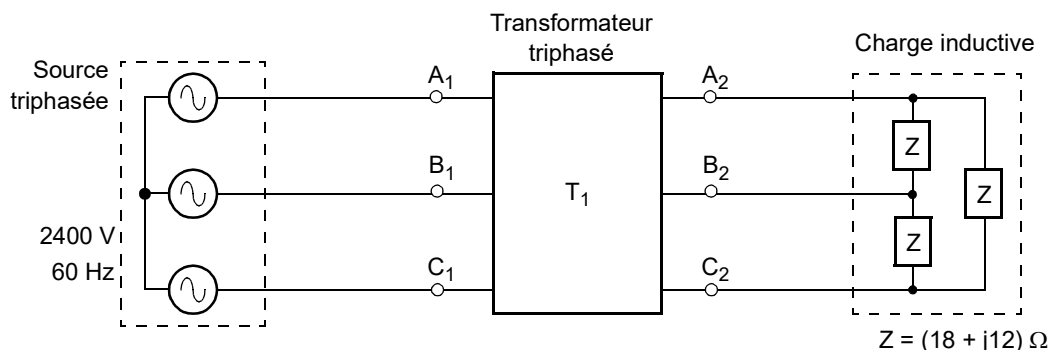
Remarque:  $V'_2$  = phaseur de tension secondaire réfléchi au primaire

- Calculer les pertes Fer et les pertes Cuivre dans le transformateur (6 points)
- Calculer le rendement du transformateur dans ces conditions de fonctionnement (4 points)

Remarque: Phaseur = Valeur efficace et phase

### Question 4 (20 points)

Considérons le système triphasé montré dans la figure suivante.



Le primaire du transformateur  $T_1$  est relié à une source triphasée 60 Hz, 2400 V (ligne-ligne). Le secondaire alimente une charge équilibrée composée de trois impédances  $Z = (18 + j12) \Omega$  connectées en  $\Delta$ .

Les quatre paramètres (par phase Y - ramené au primaire) du transformateur triphasé sont:

$R_{\text{Fer}} = 6500 \Omega$ ,  $X_\phi = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{\text{eq}} = 3.4 \Omega$  et  $X_{\text{eq}} = 8.2 \Omega$ .

- Tracer** un circuit monophasé équivalent simplifié ( $R_{\text{Fer}}$  et  $X_\phi$  sont négligées) représentant une phase de ce système triphasé (4 points)
- À l'aide de ce circuit équivalent, **calculer** le phaseur courant de ligne au primaire et le phaseur tension ligne-ligne au secondaire (6 points)
- Calculer** la puissance active totale  $P_2$  délivrée à la charge et les pertes Cuivre totale  $P_{\text{Cu}}$  et les pertes Fer totale  $P_{\text{Fer}}$  du transformateur triphasé (6 points)
- Calculer** le rendement du transformateur dans ces conditions de fonctionnement (4 points)

Remarque: Phaseur = Valeur efficace et phase

### Question 5 (20 points)

Considérons un moteur asynchrone triphasé à quatre pôles 30 HP/ 208 V / 60 Hz.

Les paramètres (par phase) du moteur sont donnés dans le tableau suivant.

$R_1 = 0.1 \Omega$	$R_2 = 0.07 \Omega$	$X_\phi = 10 \Omega$
$X_1 = 0.21 \Omega$	$X_2 = 0.21 \Omega$	

Les pertes de rotation totales sont  $P_{\text{rot}} = 500 \text{ W}$  et les pertes Fer totales sont  $P_{\text{Fer}} = 400 \text{ W}$ .

Le moteur est relié à une source de tension triphasée de 208 V / 60 Hz et fonctionne à 5% de glissement.

- Calculer** le phaseur courant de ligne du moteur. (5 points)
- Calculer** les pertes Cuivre au stator. (3 points)
- Calculer** la puissance électrique qui est convertie en puissance mécanique. (4 points)
- Calculer** la puissance utile et le couple sur l'arbre du moteur. (4 points)
- Calculer** le rendement du moteur. (4 points)

Remarque: Phaseur = Valeur efficace et phase