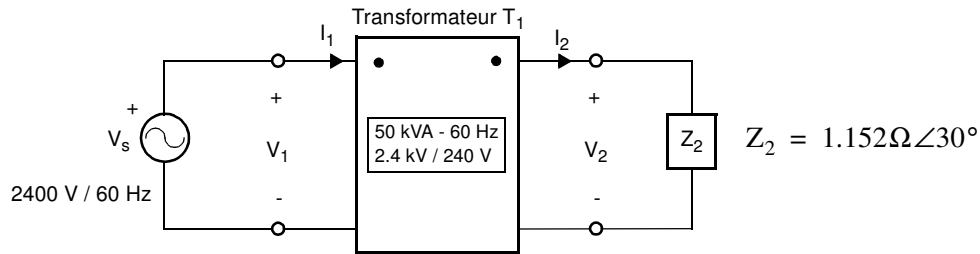


Problème no. 1 (25 points)**Partie A**

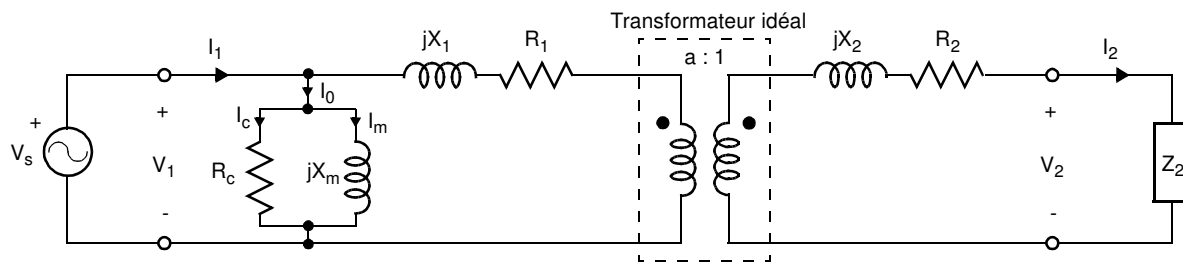
a) Un transformateur monophasé 60 Hz, 50 kVA, 2400 V/240 V possède les paramètres suivants:

$$R_1 = 1.2 \, \Omega \quad X_1 = 2.4 \, \Omega \quad R_2 = 0.012 \, \Omega \quad X_2 = 0.024 \, \Omega \quad R_c = 15 \, k\Omega \quad X_m = 27 \, k\Omega$$

Une charge inductive est connectée au secondaire.



Le modèle à utiliser est montré dans la figure suivante.



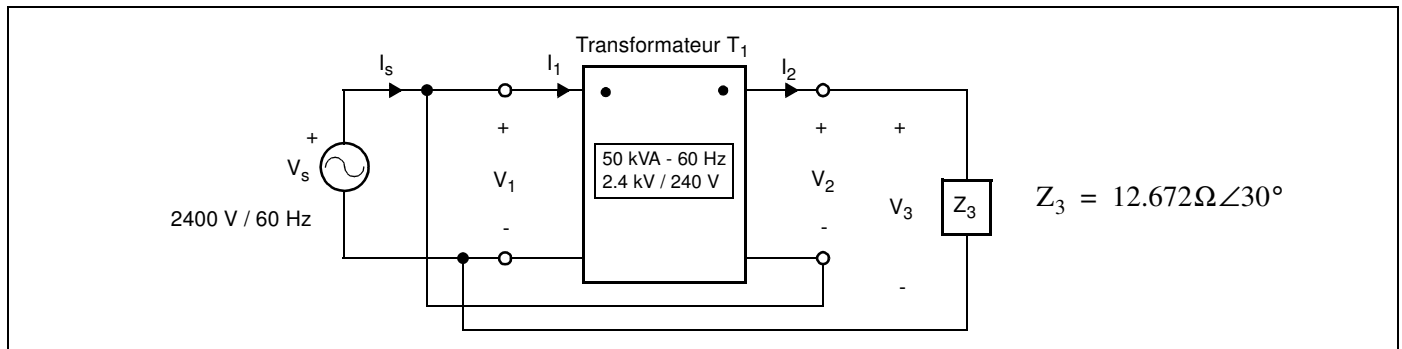
En utilisant ce modèle, **calculer** les quantités suivantes:

- le courant I_1 (phaseur) au primaire et le courant I_2 (phaseur) au secondaire, (4 points)
- la tension V_2 (phaseur) au secondaire, (2 points)
- les pertes Fer P_{Fer} et les pertes Cuivre P_{Cu} , (4 points)
- la puissance active P_1 absorbée au primaire et la puissance active P_2 délivrée à la charge, (4 points)
- le rendement du transformateur. (2 points)

Partie B

Dans cette partie du problème, on suppose que le transformateur T_1 est idéal.

On utilise les deux enroulements de ce transformateur monophasé pour câbler un autotransformateur suivant le diagramme montré dans la figure suivante.



- **Déterminer** le rapport de transformation de l'autotransformateur $a_{13} = \frac{V_1}{V_3}$. (3.5 points)
- **Calculer** la valeur efficace du courant I_s débité par la source et la puissance active P_s fournie par la source. (7 points)
- **Déterminer** la puissance apparente de l'autotransformateur dans ces conditions de fonctionnement. (3.5 points)

Problème no. 2 (25 points)

Partie A

Soit un transformateur triphasé 60 Hz, 50 kVA, 2400V/600V.

Pour déterminer les paramètres du transformateur, on effectue les essais suivants.

Essai à vide:

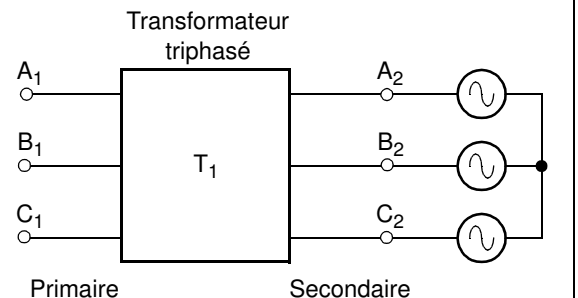
Le primaire est en circuit ouvert. Le secondaire est alimenté à sa tension nominale.

On mesure au secondaire:

Tension ligne-ligne = 600 V

Courant de ligne = 0.59 A

Puissance active absorbée = 486 W



Essai en court-circuit:

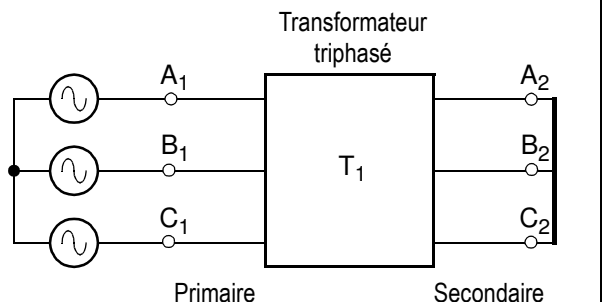
Le secondaire est en court-circuit. Le primaire est alimenté à une tension réduite.

On mesure au primaire:

Tension ligne-ligne = 81.8 V

Courant de ligne = 12.028 A

Puissance active absorbée = 1.386 kW



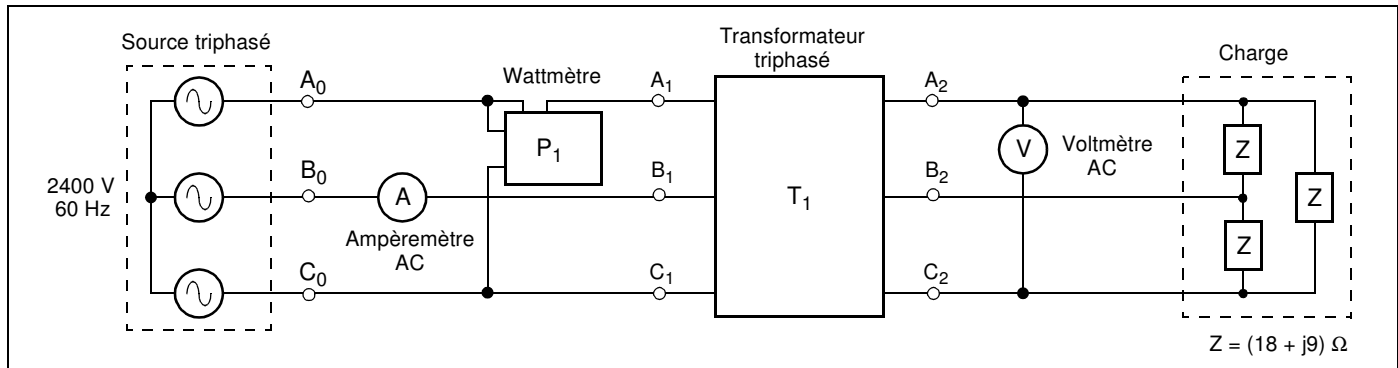
À partir des résultats de ces deux essais, **calculer** les paramètres $[R_c, X_m, R_{eq}, X_{eq}]$ du transformateur T_1 (par phase Y - ramené au primaire). (10 points)

Partie B

Dans cette partie du problème, on suppose que les paramètres (par phase Y - ramené au primaire) du transformateur triphasé sont: $R_{eq} = 4.8 \Omega$, $X_{eq} = 9 \Omega$, $R_c = \infty$, $X_m = \infty$.

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 $Z = (18 + j9) \Omega$ connectées en Δ .

On connecte un ampèremètre, un voltmètre et un wattmètre au système comme montré dans la figure suivante.

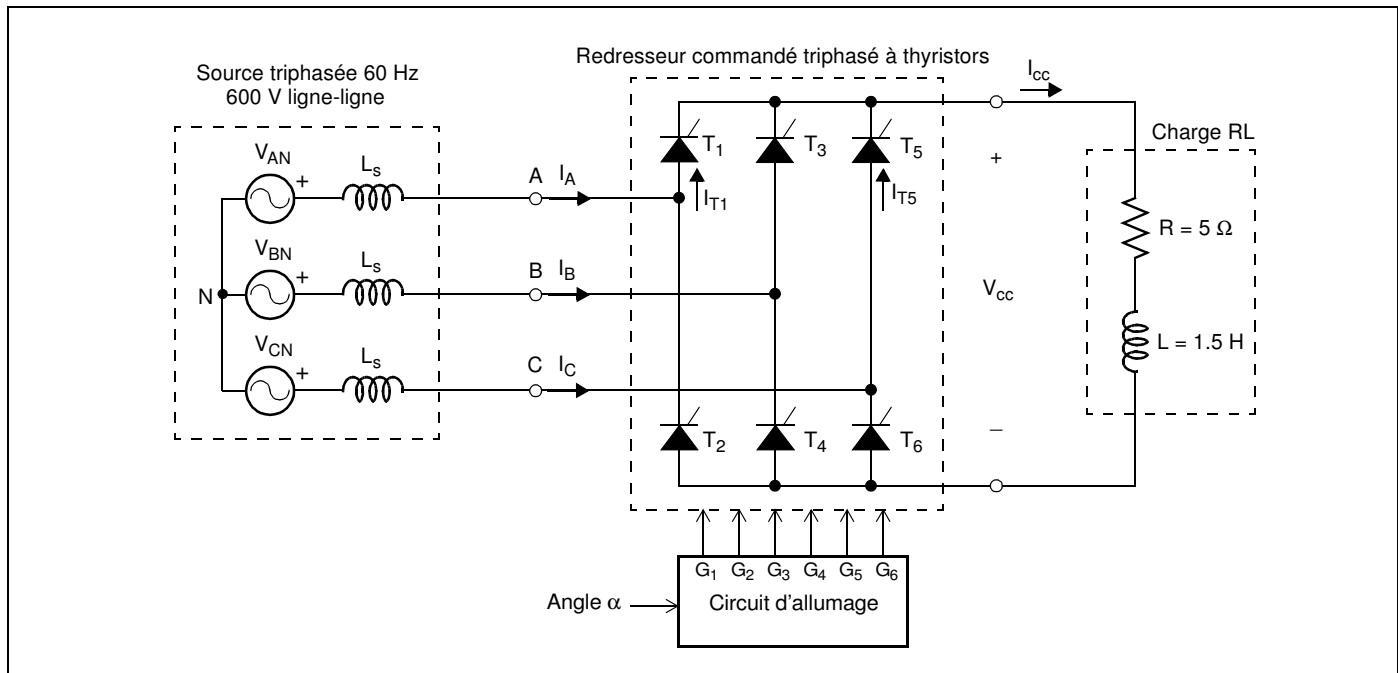


Déterminer les quantités suivantes:

- l'indication de l'ampèremètre (5 points)
- l'indication du voltmètre (5 points)
- l'indication du wattmètre (5 points)

Problème no. 3 (25 points)

Considérons le montage de redresseur commandé à thyristors montré dans la figure suivante.



On suppose que:

- la tension en conduction des thyristors est *négligeable* (trop faible par rapport à la tension de la source)
- la charge est *très inductive* (les ondulations du courant I_{cc} sont négligeables)

On fixe l'angle α à une valeur entre 10° et 90° .

On mesure la tension V_{cc} et le courant I_{cc} pour deux valeurs de la résistance R:

R	V_{cc}	I_{cc}
∞	655.53 V	0 A
5Ω	611.5 V	122.3 A

- **Déterminer** l'angle d'amorçage α (en degrés). (3 points)

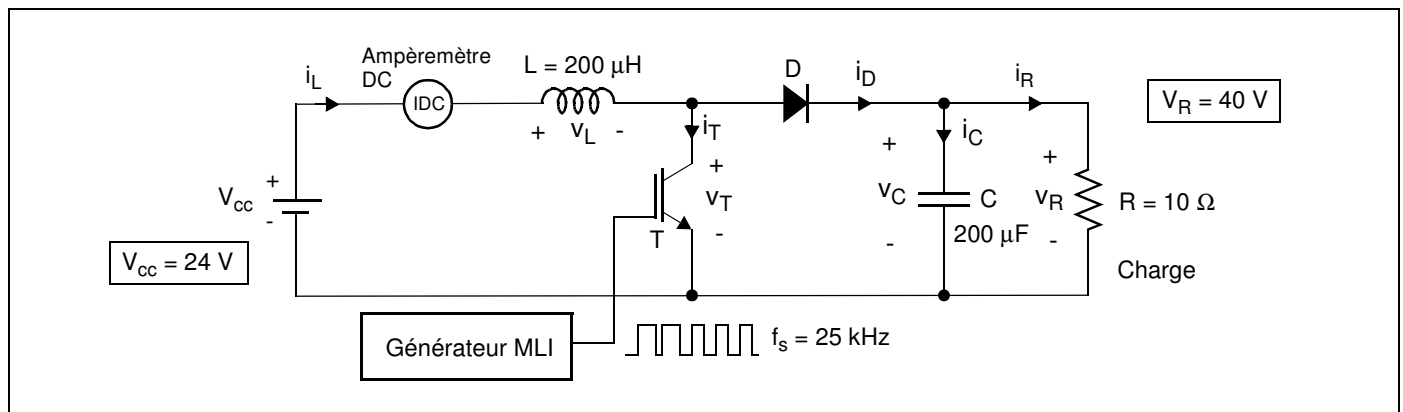
- **Déterminer** la valeur de l'inductance L_s de la source. (3 points)
- **Déterminer** l'angle de commutation μ (en degrés). (3 points)
- **Tracer** en fonction du temps, dans le même graphique, les formes d'onde théorique et pratique du courant $i_A(t)$ [Bien indiquer l'amplitude du courant $i_A(t)$]. (4 points)

Note: La forme d'onde théorique du courant $i_A(t)$ ne tient pas compte de la commutation. La forme d'onde pratique du courant $i_A(t)$ tient compte de la commutation.

- **Déterminer** la valeur efficace du courant $i_A(t)$ théorique. (3 points)
- En supposant que la valeur efficace du courant $i_A(t)$ pratique est égale à la valeur efficace du courant $i_A(t)$ théorique, **déterminer** la puissance apparente S_{src} de la source. (3 points)
- **Déterminer** la puissance active P_{src} fournie par la source. (3 points)
- **Déterminer** le facteur de puissance à l'entrée du convertisseur. (3 points)

Problème no. 4 (25 points)

On utilise un hacheur survolteur (convertisseur boost) pour produire une tension continue de 40 V à partir d'une source continue de 24 V.



La chute de tension en conduction du transistor est $V_{CE(on)} = 1.2$ V. La chute de tension en conduction de la diode est $V_F = 0.5$ V. Les temps de commutation du transistor et de la diode sont de $0.5 \mu s$ pour la montée et $0.5 \mu s$ pour la descente. La fréquence de hachage est de 25 kHz.

Note: On tient compte de la commutation uniquement dans le calcul des pertes par commutation.

- **Déterminer** le rapport cyclique α du hacheur. (4 points)
- **Déterminer** l'indication de l'ampèremètre DC connecté à l'entrée du hacheur. (3 points)
- **Calculer** l'ondulation ΔI (crête-crête) du courant i_L . (3 points)
- **Tracer** en fonction du temps la tension v_L aux bornes de l'inductance, le courant i_L dans l'inductance, le courant i_T dans le transistor, le courants i_D dans la diode D, le courant i_C dans le condensateur C et la tension v_C aux bornes du condensateur C. (6 points)

Notes: - Détacher la feuille graphique à la page 6 de l'énoncé pour tracer les courbes et insérer cette feuille dans votre cahier d'examen

- Ne pas tenir compte de la commutation dans les formes d'onde.

- **Calculer** l'ondulation ΔV (crête-crête) de la tension v_C . (3 points)
- **Calculer** les pertes par conduction et les pertes par commutation dans le transistor et dans la diode. (4 points)
- **Déduire** le rendement du hacheur (2 points).

