

EXERCICES TIRÉS DE L'EXAMEN FINAL H2013

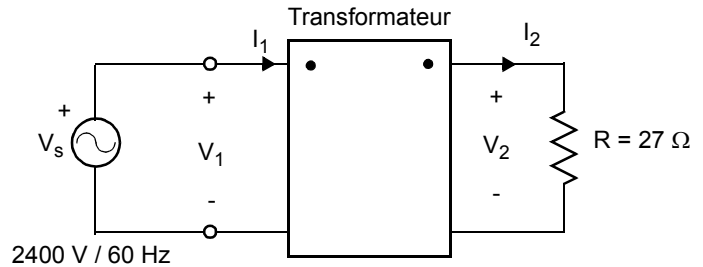
Problème no. 1 (25 points)

a) (16 points)

Un transformateur monophasé 60 Hz, 20 kVA, 2400 V/600 V possède les paramètres suivants:

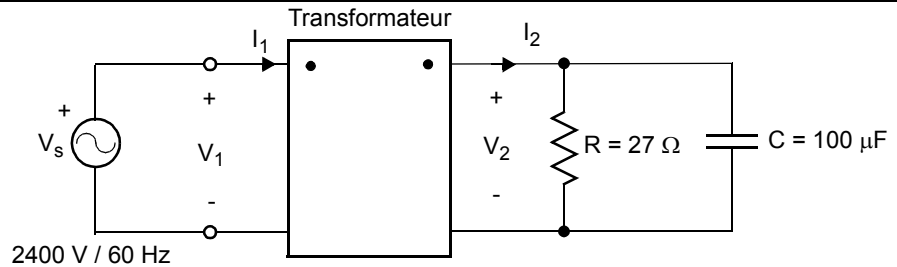
$$R_1 = 2.56 \, \Omega \quad X_1 = 8.0 \, \Omega \quad R_2 = 0.16 \, \Omega \quad X_2 = 0.5 \, \Omega \quad R_c = 35 \, \text{k}\Omega \quad X_m = 60 \, \text{k}\Omega$$

Une source de tension 2400 V / 60 Hz est connectée au primaire.
Une charge résistive $R = 27 \, \Omega$ est connectée au secondaire.



Calculer la tension au secondaire, le courant au primaire et le rendement du transformateur dans ces conditions de fonctionnement.

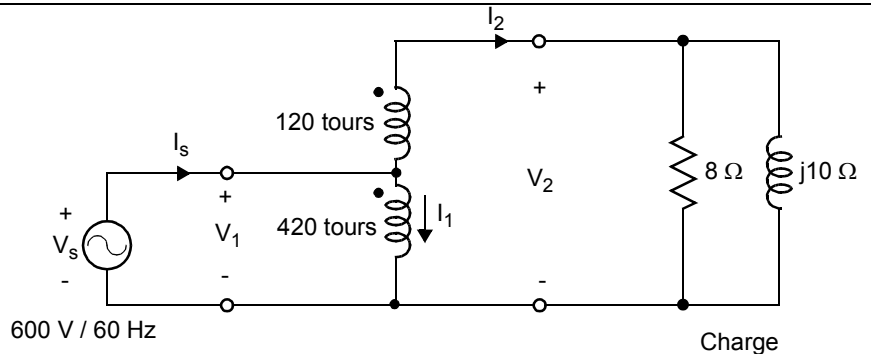
On connecte en parallèle avec R un condensateur $C = 100 \, \mu\text{F}$.



Calculer la tension au secondaire, le courant au primaire et le rendement du transformateur dans ces conditions de fonctionnement.

b) (9 points)

Soit un autotransformateur que l'on peut considérer comme parfait.
Une source de tension monophasée 600 V / 60 Hz est connectée au primaire.
Une charge composée d'une résistance de $8 \, \Omega$ en parallèle avec une inductance de $j10 \, \Omega$.



Calculer:

- la tension V_2 et le courant I_2
- les courants I_s et I_1

Problème no. 2 (25 points)

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

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

Essai à vide:

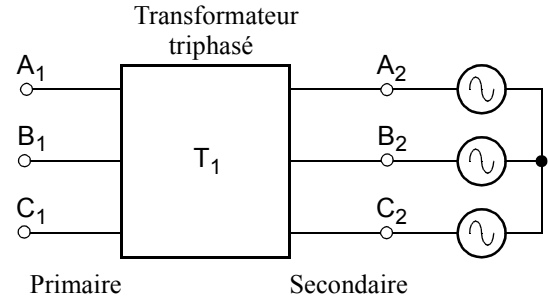
Le primaire est en circuit ouvert. Le secondaire est alimenté à sa tension nominale.

On mesure au secondaire:

Tension ligne-ligne = 600 V

Courant de ligne = 2.8 A

Puissance active absorbée = 0.92 kW

Essai en court-circuit:

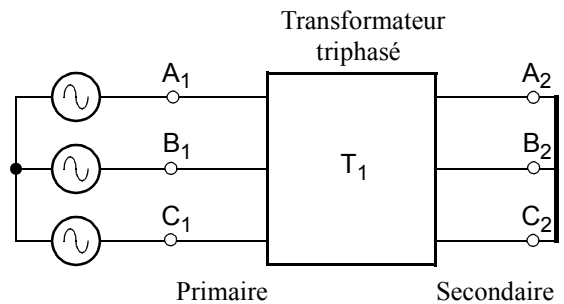
Le secondaire est en court-circuit. Le primaire est alimenté à une tension réduite.

On mesure au primaire:

Tension ligne-ligne = 104.45 V

Courant de ligne = 12.028 A

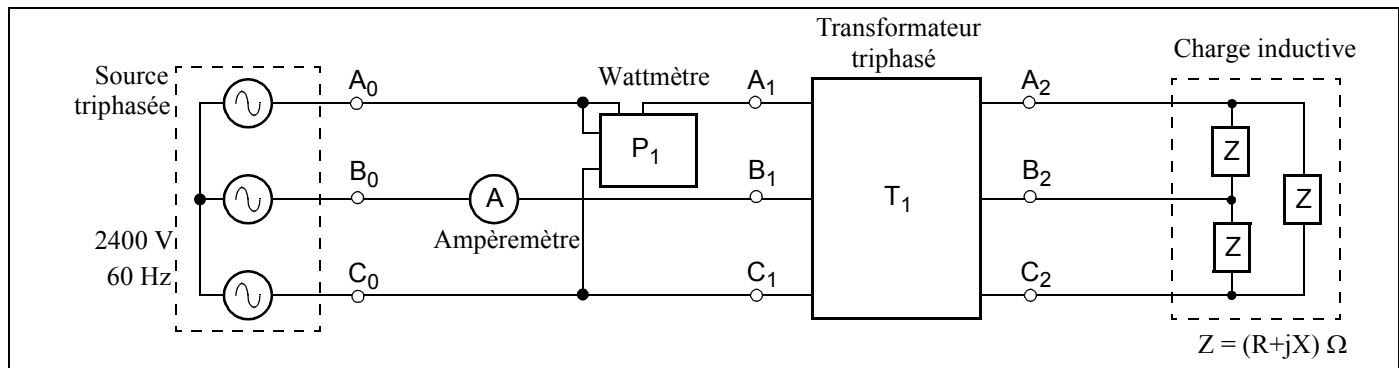
Puissance active absorbée = 1.475 kW



- a) À partir des résultats de ces deux essais, **calculer** les paramètres du transformateur T_1 (par phase Y - ramené au primaire). (15 points)
- b) Pour cette partie, on suppose que les paramètres R_{eq} et X_{eq} (par phase Y - ramené au primaire) du transformateur triphasé sont: $R_{eq} = 4 \Omega$ et $X_{eq} = 10 \Omega$.

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

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

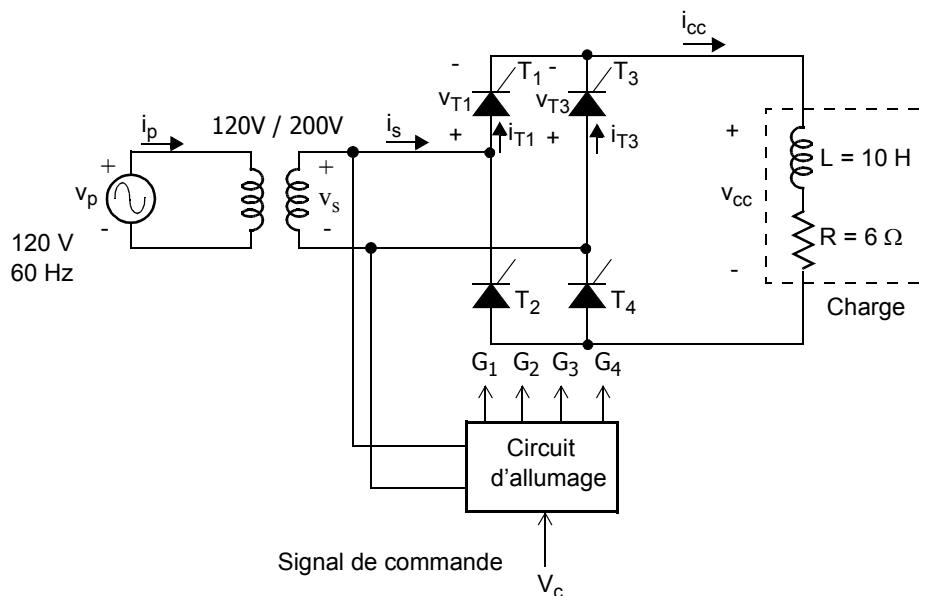


L'ampèremètre indique 10 A et le wattmètre indique 23500 W.

Déterminer l'impédance Z . (10 points)

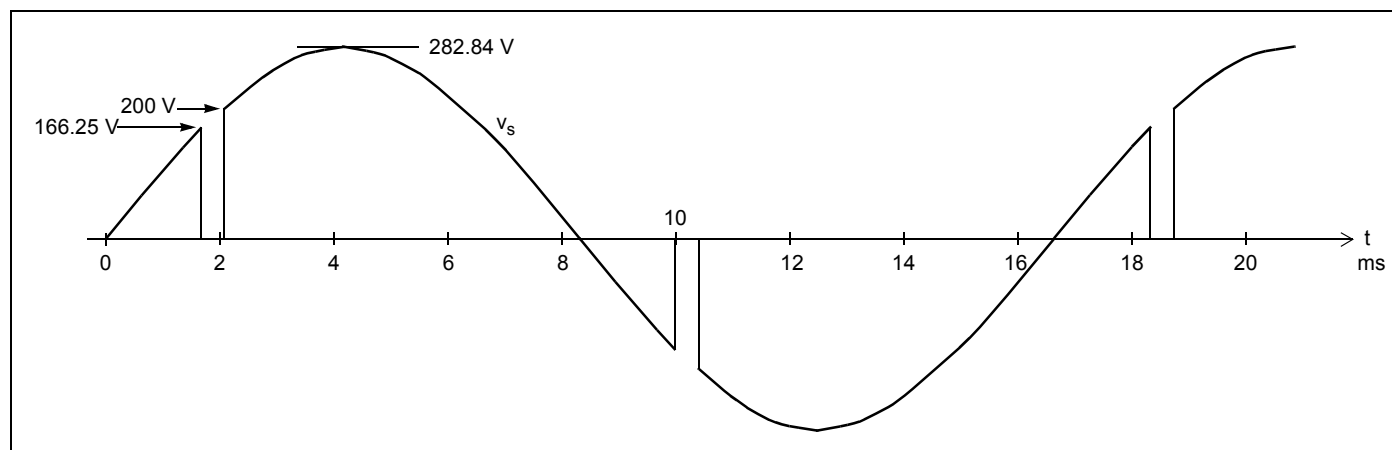
Problème no. 3 (25 points)

Soit le convertisseur à thyristors monophasé suivant.



La chute de tension en conduction (V_F) des thyristors est égale à 2.0 V.

On a relevé sur l'oscilloscope la forme d'onde de la tension v_s au secondaire du transformateur.



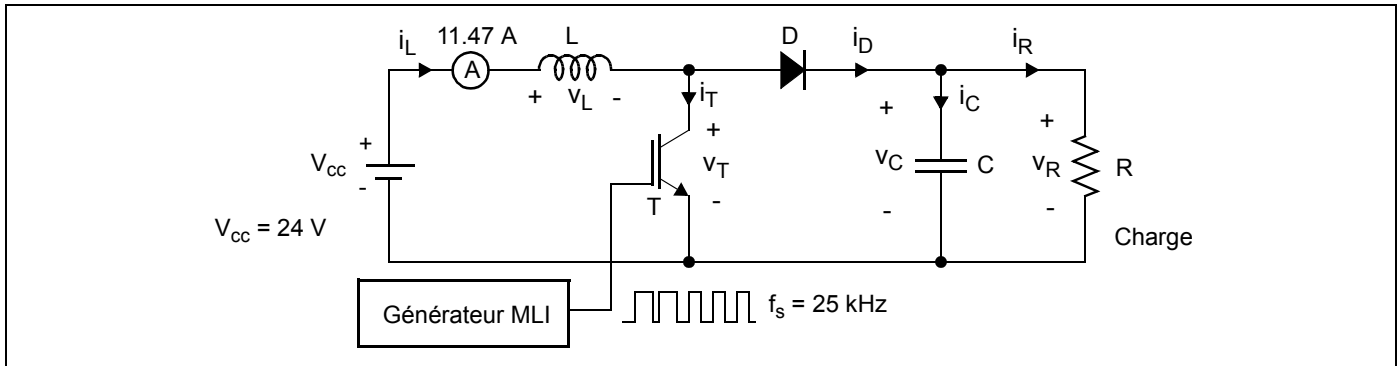
- a) **Tracer** en fonction du temps: (8 points)
- . la tension v_{cc} aux bornes de la charge
 - . le courant i_{cc} dans la charge
 - . les courants i_{T1} et i_{T3} dans les thyristors T_1 et T_3
 - . le courants i_s du secondaire du transformateur

Remarque: Utiliser la feuille graphique ci-jointe pour tracer les formes d'ondes
 Les formes d'ondes doivent être faites avec soins
 Les valeurs particulières d'amplitude et du temps doivent être bien indiquées
 Dans ces graphiques, on néglige la chute de tension en conduction (V_F) des thyristors.

- b) À partir de la forme d'onde de la tension v_s , **déterminer** l'angle d'amorçage α (en degré) et l'angle de commutation μ (en degré). **Déduire** la valeur de l'inductance de fuite L_s du transformateur. (8 points)
- c) **Calculer:** (9 points)
- . la puissance dissipée dans la charge
 - . le facteur de puissance à l'entrée du convertisseur

Problème no. 4 (25 points)

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



La chute de tension en conduction de l'IGBT est de 2.0 V [$V_{CE(on)} = 2.0$ V]. La chute de tension en conduction de la diode est de 1.0 V [$V_F = 1.0$ V].

Les temps de commutation de l'IGBT et de la diode sont de 1.0 μ s pour la montée et 1.0 μ s pour la descente.

La fréquence de hachage est de 25 kHz.

L'ampèremètre CC connecté à l'entrée du hacheur indique 11.47 A.

a) **Tracer** en fonction du temps: (9 points)

- . la tension v_L aux bornes de l'inductance
- . le courant i_L dans l'inductance
- . le courants i_T dans l'IGBT
- . le courants i_D dans la diode D
- . le courant i_C dans le condensateur C
- . la tension v_C aux bornes du condensateur C

Remarque: Utiliser la feuille graphique ci-jointe pour tracer les formes d'ondes
Les formes d'onde doivent être faites avec soins
Les valeurs particulières d'amplitude et du temps doivent être bien indiquées

b) **Déterminer** le rapport cyclique α . (4 points)

c) On désire une ondulation du courant i_L de 20% (crête-crête). **Déterminer** la valeur de L. (4 points)

On désire une ondulation de la tension v_C de 0.5% (crête-crête). **Déterminer** la valeur de C. (4 points)

d) **Calculer** les pertes par conduction et les pertes par commutation dans l'IGBT et dans la diode. (4 points)