

Exercices tirés de l'examen final H2012

Problème no. 1 (25 points)

Soit un transformateur monophasé 50 kVA, 60 Hz, 2400 V / 240 V. Les paramètres du transformateur sont:

Résistance du primaire $R_1 = 1.1 \, \Omega$

Résistance du secondaire $R_2 = 0.011 \, \Omega$

Réactance de fuite du primaire $X_1 = 2.4 \, \Omega$

Réactance de fuite du secondaire $X_2 = 0.024 \, \Omega$

Résistance "Pertes Fer" $R_c = 11 \, \text{k}\Omega$

Réactance magnétisante $X_m = 25 \, \text{k}\Omega$

a) Une charge inductive est connectée au secondaire. Au primaire, on mesure:

. tension primaire $V_1 = 2400 \, \text{V}$,

. courant primaire $I_1 = 15 \, \text{A}$,

. puissance active $P_1 = 30 \, \text{kW}$.

Calculer la tension V_2 (valeur efficace) au secondaire et le facteur de puissance de la charge. (6 points)

Calculer les pertes Fer et les pertes Cuivre dans le transformateur. (5 points)

Déduire le rendement du transformateur. (2 points)

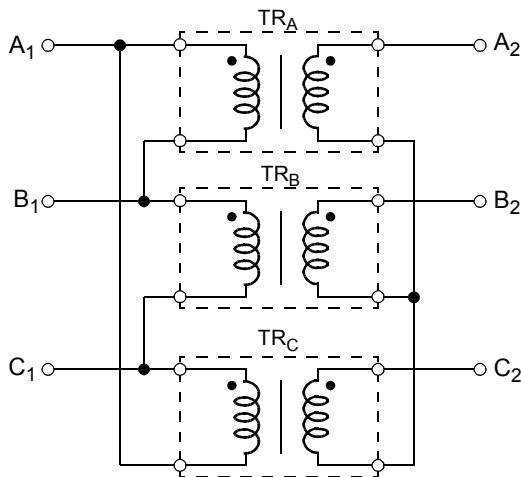
b) On utilise les deux enroulements de ce transformateur monophasé pour câbler un autotransformateur élévateur de tension de rapport 2400V / 2640V.

Donner le schéma de câblage de l'autotransformateur. (4 points)

Une source de tension 2400 V, 60 Hz est connectée au primaire et une charge $Z_2 = (10 + j15) \, \Omega$ est connectée au secondaire de l'autotransformateur. Calculer les courants dans les deux bobinages et le courant débité par la source. (8 points)

Problème no. 2 (25 points)

Trois transformateurs monophasés identiques 60 Hz, 50 kVA, 2400 V / 600 V sont connectés ensemble pour former un transformateur triphasé.



Les paramètres (valeurs ramenées au primaire) de chaque transformateur monophasé sont:

$R_{eq} = 2.1 \, \Omega$

$X_{eq} = 3.8 \, \Omega$

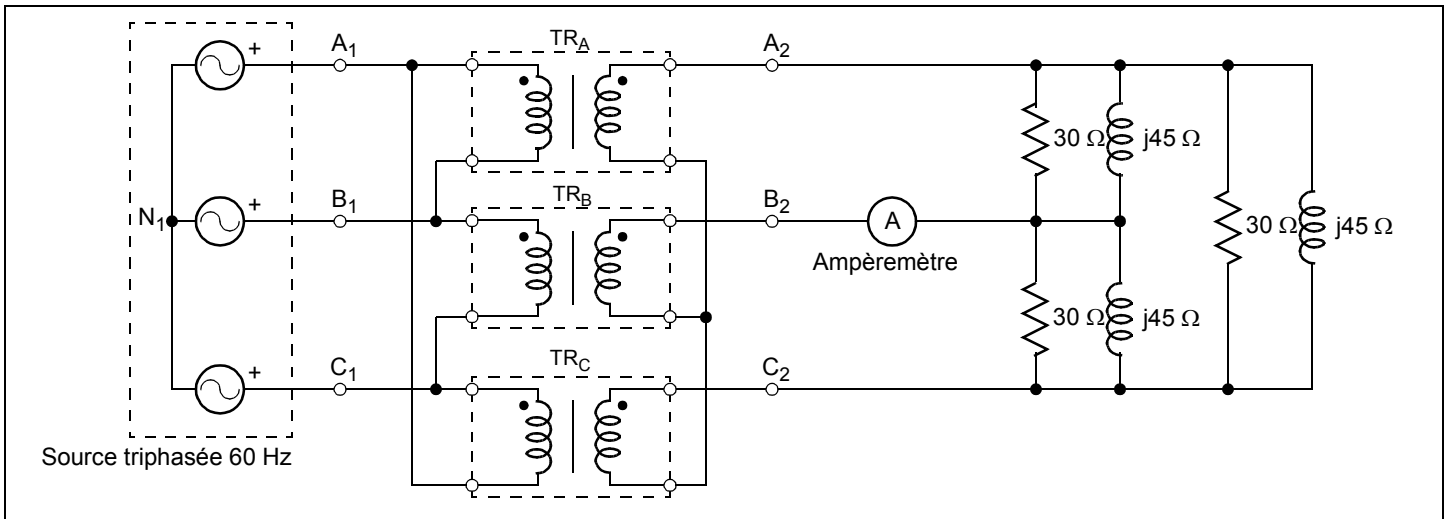
$R_c = 22 \, \text{k}\Omega$

$X_m = 57.5 \, \text{k}\Omega$

a) Tracer un diagramme vectoriel pour illustrer les tensions primaires et secondaires du transformateur triphasé. (6 points)

Déterminer le rapport de transformation du transformateur triphasé. (3 points)

b) Le primaire du transformateur triphasé est relié à une source triphasée 60 Hz. Le secondaire alimente une charge équilibrée composée de trois impédances identiques connectées en triangle.



L'ampèremètre, connecté au secondaire pour mesurer le courant de ligne, indique 72 A.

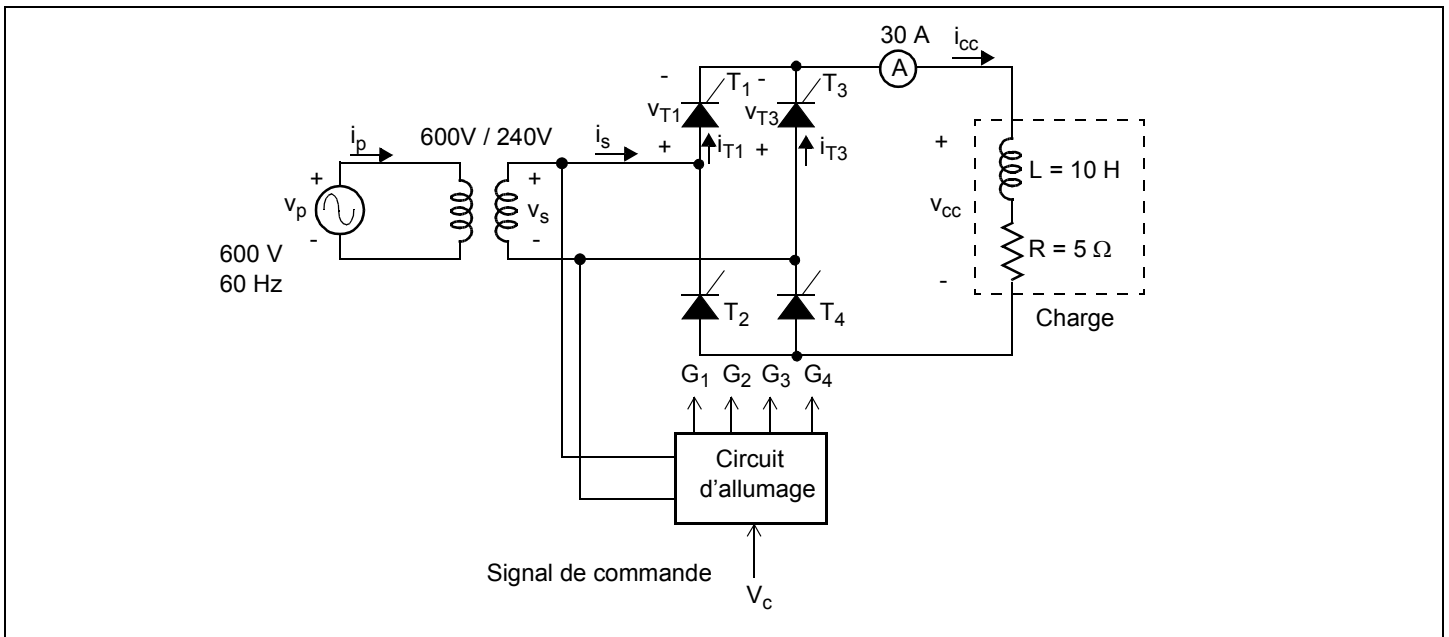
Calculer:

- . la tension ligne-ligne de la source (valeur efficace) (4 points)
- . le courant de ligne au primaire (valeur efficace) (4 points)
- . le rendement du transformateur dans ces conditions de fonctionnement (4 points)

À quel pourcentage de sa capacité le transformateur triphasé fonctionne-t-il dans ces conditions? (4 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.

L'ampèremètre, connecté pour mesurer le courant i_{cc} , indique 30 A. L'inductance de fuite du transformateur d'entrée est égale à 1.4 mH.

- a) Déterminer l'angle d'amorçage α (en degrés) et l'angle de commutation μ (en degrés). (6 points)
- b) Tracer en fonction du temps:
 - . la tension v_{cc} aux bornes de la charge (1.5 points)
 - . le courant i_{cc} dans la charge (1.5 points)
 - . les courants i_{T1} et i_{T3} dans les thyristors T_1 et T_3 (1.5 points)

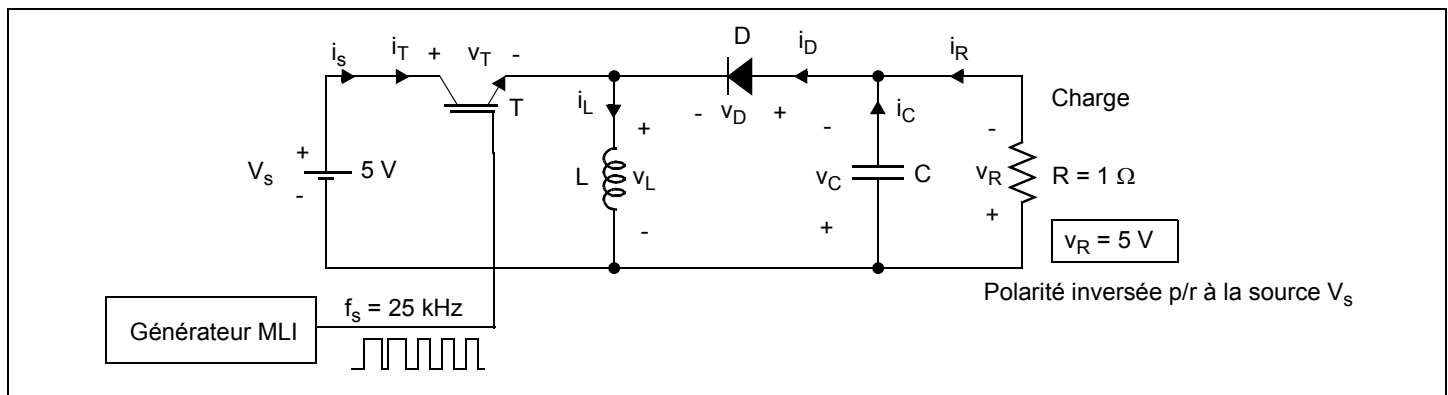
- . les tensions v_{T1} et v_{T3} aux bornes des thyristors T_1 et T_3 (1.5 points)
- . le courants i_s du secondaire du transformateur (1.5 points)
- . la tension v_s au secondaire du transformateur (1.5 points)

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

- c) Calculer:
- . la puissance dissipée dans la charge (3 points)
 - . la puissance dissipée dans un thyristor (3 points)
 - . le facteur de puissance à l'entrée du convertisseur (4 points)

Problème no. 4 (25 points)

On utilise un hacheur dévolteur-survolteur (buck-boost) pour produire une tension continue de -5 V à partir d'une source continue de 5 V.



La chute de tension en conduction de l'IGBT est de 1.5 V [$V_{CE(on)} = 1.5$ V]. La chute de tension en conduction de la diode est de 0.5 V [$V_{D(on)} = 0.5$ V].

Les temps de commutation de l'IGBT et de la diode sont considérés négligeables.

- a) Tracer en fonction du temps:
- . la tension v_L aux bornes de l'inductance (1.5 points)
 - . le courant i_L dans l'inductance (1.5 points)
 - . le courants i_T dans l'IGBT (1.5 points)
 - . le courants i_D dans la diode D (1.5 points)
 - . le courant i_C dans le condensateur C (1.5 points)
 - . la tension v_C aux bornes du condensateur C (1.5 points)

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

- b) On désire une ondulation du courant i_L de 20% (crête-crête). Déterminer la valeur de L. (5 points)
 On désire une ondulation de la tension v_C de 0.5% (crête-crête). Déterminer la valeur de C. (5 points)
- c) Calculer les pertes par conduction dans l'IGBT et dans la diode. (4 points)
 Déduire le rendement du convertisseur. (2 points)