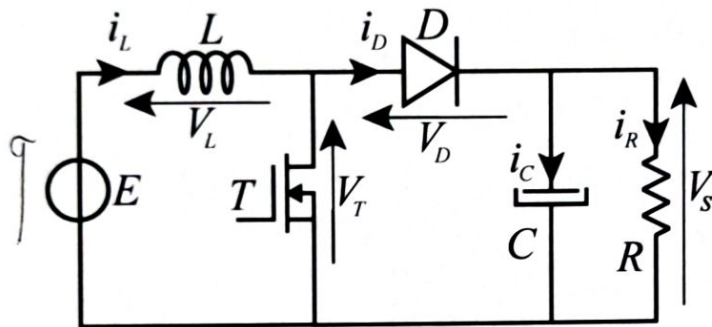


SAPHIRE : 233 - Conversion d'énergie

Influence des parasites dans un hacheur élévateur

On considère le convertisseur *boost* représenté sur la figure 1. Ce convertisseur permet d'assurer un transfert de puissance unidirectionnel non-isolé entre 2 sources.



Données :

Alimentation $E = 50 \text{ V}$
 Fréquence de découpage $f_d = 150 \text{ kHz}$
 Rapport cyclique $\alpha = 0.75$
 Inductance $L = 12.5 \text{ } \mu\text{H}$
 Condensateur de sortie $C = 470 \text{ } \mu\text{F}$
 Résistance de sortie $R = 40 \text{ } \Omega$

FIGURE 1 – Schéma du convertisseur Boost

Son fonctionnement est tel que, sur une période de fonctionnement :

- T est fermé, $\forall t \in [0, \alpha T]$ (phase 1)
- T est ouvert, $\forall t \in [\alpha T, T]$ (phase 2)

On va chercher à étudier le comportement de cette structure. On ne s'intéresse qu'au régime permanent. On pourra donc décomposer toute variable x de la façon suivante :

$$x(t) = X + \tilde{x}(t) \quad (1)$$

où X est la valeur moyenne du signal et \tilde{x} est l'ondulation du signal.

1 Étude du convertisseur

On considère dans toute la suite de l'étude que les interrupteurs sont idéaux et que les temps de commutation sont nuls.

Question 1.1 Rappeler les hypothèses faites sur la tension V_s et sur le courant I_L .

Question 1.2 Rappeler la méthode d'analyse d'un convertisseur DC-DC.

Question 1.3 Donner la signification physique de la résistance de sortie R

✗ Question 1.4 Tracer de manière qualitative sur le document-réponse les grandeurs v_L , v_D , i_L et i_D .

✗ Question 1.5 Déterminer l'expression de la valeur moyenne de la tension de sortie du convertisseur V_s en fonction de α et E .

Question 1.6 Faire l'application numérique.

Question 1.7 Calculer la valeur de la résistance équivalente permettant d'obtenir une puissance en sortie de 1 kW.

Question 1.8 En déduire l'expression du courant moyen dans l'inductance I_L en fonction de α , E et R .

Question 1.9 Faire l'application numérique.

Afin d'assurer la conduction continue, on désire imposer une condition sur le courant.

Question 1.10 En étudiant la phase 1, donner l'expression de l'ondulation $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$.

Question 1.11 Donner la relation liant ΔI et I_L permettant d'assurer le fonctionnement en conduction continue.

Question 1.12 En déduire la valeur minimale de l'inductance.

2 Limites du modèle

En réalité, la valeur du rapport V_s/E est plus faible. Ceci est causé par la résistance parasite r_L de l'inductance représentée sur la figure 2. On prendra pour la suite de l'étude $r_L = 5 \Omega$.

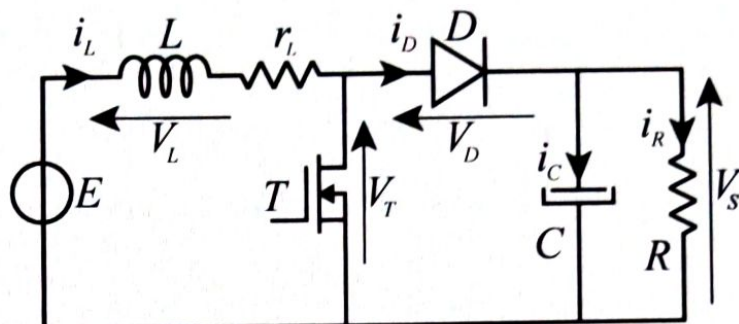


FIGURE 2 – Prise en compte de la résistance parasite

Question 2.1 Donner deux phénomènes pouvant être à l'origine des pertes résistives dans la bobine.

Question 2.2 Pour les deux phases de fonctionnement, écrire les équations électriques du système.

Question 2.3 En déduire la nouvelle relation entrée-sortie V_s/E du système.

Question 2.4 Calculer la nouvelle valeur de V_s . Conclure

*Conc^t forçants
(conc^t magnétique)*

SAPHIRE : 233 - Conversion d'énergie

EXAMEN : Partie Modélisation Electro-Magnétique

La durée totale de l'examen est de 3 heures. La durée de composition de cette partie est de 1,5 heure. Aucun document autorisé.

Modélisation d'un transformateur d'alimentation

1 Questions de cours

Question 1 : Dans un moteur électrique, citer les différents types de couple électromagnétique ?

Question 2 : Décrivez une manière d'obtenir l'expression du couple électromagnétique dans une machine électrique.

2 Modélisation électrique du transformateur

Dans cette partie, nous considérerons un transformateur défini par deux enroulements 1 et 2, figure 1. La bobine notée 1 fera office de primaire et la bobine notée 2, de secondaire.

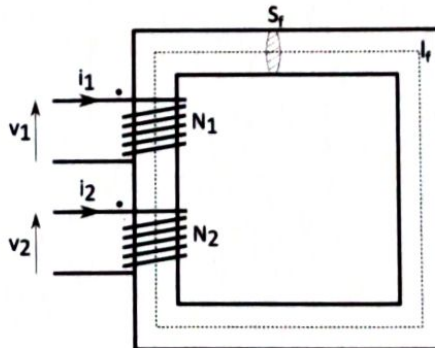


FIGURE 1 – Représentation graphique du transformateur. S_f est la section de passage dans le fer et l_f la longueur moyenne des lignes de champ magnétique. N_1 et N_2 sont les nombres de spire dans les bobines 1 et 2.

Les différents essais sur le transformateur monophasé sont résumés ci-dessous :

A vide : 50Hz , $V_{1\text{eff}} = 230\text{V}$, $I_{1\text{eff}} = 1\text{A}$, $V_{2\text{eff}} = 44\text{V}$, $P_1 = 80\text{W}$

En court circuit : 50Hz , $V_{1\text{eff}} = 40\text{V}$, $I_{2\text{eff}} = 100\text{A}$, $P_1 = 250\text{W}$

Question 3 : Sous quelles conditions effectue-t-on un essai en court-circuit ?

Le schéma électrique équivalent du transformateur est représenté sur la figure 2.

✕ **Question 4 :** Donner la signification des différents éléments du schéma équivalent.

Question 5 : A partir de l'essai à vide, déterminer le rapport de transformation à vide, la résistance R_μ et l'inductance L_μ .

Question 6 : A partir de l'essai en court circuit, calculer la valeur du courant magnétisant I_μ et le comparer au courant ramené du secondaire. Quel influence cela a-t'il sur le schéma équivalent.

Question 7 : A partir de l'essai en court circuit, déterminer la résistance R_s et l'inductance L_s .

Question 8 : Tracer le diagramme de Fresnel du secondaire pour une charge inductive introduisant un déphasage de 30° .

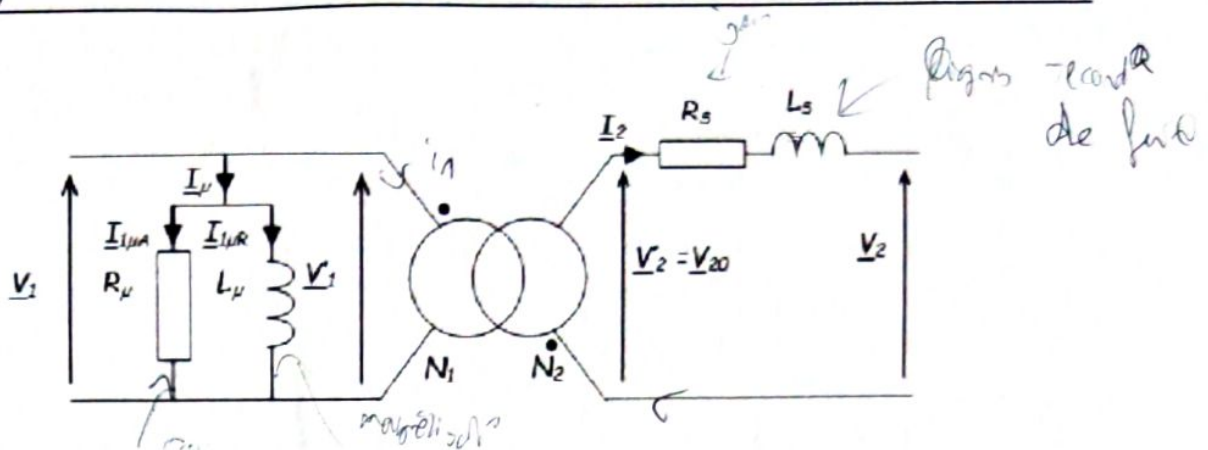


FIGURE 2 - Schéma électrique équivalent du transformateur ramené au secondaire.

Question 9 : Pour une charge consommant 100A et imposant un déphasage inductif de 30 deg, déterminer la chute de tension au secondaire.

Question 10 : Pour une charge consommant 100A et imposant un déphasage inductif de 30 deg, calculer le rendement du transformateur.

3 Modélisation magnétique du transformateur

Question 11 : Décrivez les mécanismes à l'origine des pertes fer ?

Question 12 : Comment réduire les pertes fer dans les transformateurs ?

Dans la suite, nous supposons que le fer a un comportement magnétique linéaire. On notera μ_0 la perméabilité du vide et μ_r la perméabilité relative du fer.

Question 13 : Écrire le théorème d'Ampère.

Question 14 : Déterminer les inductances propres des bobines 1 et 2. Puis, déterminer les mutuelles inductances entre les deux bobines.