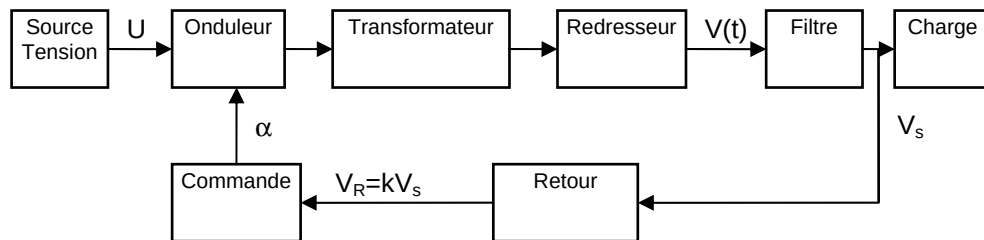


Epreuve : PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 4 h 00

Coefficient : 3

L'alimentation à découpage étudiée correspond au schéma fonctionnel suivant :



La tension continue d'entrée est rendue alternative, par découpage à fréquence élevée (rôle de l'onduleur), afin de réduire l'encombrement du transformateur qui assure l'adaptation de tension et l'isolement galvanique.

Un redresseur associé à un filtre permet d'obtenir une tension continue aux bornes de la charge.

Conseils :

Certaines relations données dans l'énoncé pourront être utilisées même si leur démonstration n'en a pas été faite, ce qui rend les parties indépendantes.

Il est fortement recommandé de lire la totalité du sujet avant d'en commencer sa résolution.

Les notations du texte sont impératives.

L'étude est envisagée en régime établi.

1- ETUDE DE L'ENSEMBLE ONDULEUR-TRANSFORMATEUR-REDRESSEUR

Le schéma est celui de la figure 1.

On adoptera les hypothèses suivantes :

- Le transformateur est parfait et on peut utiliser les relations suivantes :

$$(1) v_1 = v'_1 = n_1 \frac{d\phi}{dt}; (2) v_2 = v'_2 = n_2 \frac{d\phi}{dt}$$

$$(3) n_1 (i_1 - i'_1) - n_2 (i_2 - i'_2) = 0$$

ϕ est le flux à travers une section droite du circuit magnétique.

n_1 est le nombre de spires d'un demi-enroulement du primaire et n_2 celui d'un demi-enroulement du secondaire. On pose $m = n_2/n_1$

on pose $\varphi = BS$, S étant la section droite du circuit magnétique.

a) Définir la zone de fonctionnement correspondant à l'hypothèse du transformateur parfait adoptée jusqu'ici. Que vaut alors la réluctance du circuit ? Quelle loi permet d'établir la relation (3) ?

b) Est-il souhaitable de saturer le circuit magnétique ? Justifier votre réponse.

c) En vous aidant de la relation trouvée en 1-1 c), exprimer $n_1 S$ en fonction α , U , B_0 et f .

($f = \frac{1}{T}$; B_0 est la valeur du champ magnétique correspondant à φ_0)

Quel est l'intérêt de travailler à fréquence f élevée (les grandeurs U , α et B_0 étant imposées par ailleurs).

1-5 On souhaite déterminer expérimentalement l'emplacement des bornes homologues. Proposer une méthode de détermination.

II - CELLULE DE FILTRAGE

Le filtre est constitué comme indiqué figure 3. On considèrera que :

- les éléments L et C sont parfaits,
- la tension $v(t)$ est une tension rectangulaire de rapport cyclique α , d'amplitude mU et de période T ,
- la tension $v_s(t)$ est légèrement ondulée autour d'une valeur moyenne V_s ,
- l'intensité I_0 est constante.

2-1 Exprimer V_s en fonction de m , U et α . Calculer alors la valeur de m qui permet d'avoir $V_s = 5,0$ V pour $\alpha = 2/3$ et $U = 310$ V. Cette valeur de m sera conservée par la suite.

2-2 Donner les valeurs moyennes I_C , I_L de i_C et i_L .

2-3 En négligeant l'ondulation de tension pour v_s , déterminer u_L entre O et αT . En déduire l'ondulation de courant Δi_L en fonction de L et T .

2-4 Calculer la valeur numérique de L permettant d'avoir $\Delta i_L = 1,0$ A pour une fréquence de $v(t)$ de 50 kHz.

2-5 Afin d'avoir un coefficient suffisant on décide de prendre pour valeur de $L = 50 \mu H$.

L'inductance est réalisée en enfermant un bobinage de N spires dans un pot en ferrite dont les dimensions géométriques sont précisées sur la figure 4. On supposera que :

- B est uniforme dans l'entrefer.
- il n'y a pas de dispersion des lignes de champ dans l'entrefer.
- que la perméabilité relative μ_r du matériau est infinie.

2-5-1 Si i_L est l'intensité du courant dans le bobinage, exprimer le champ magnétique B dans l'entrefer. (On pourra utiliser le théorème d'Ampère ou la notion de réluctance)

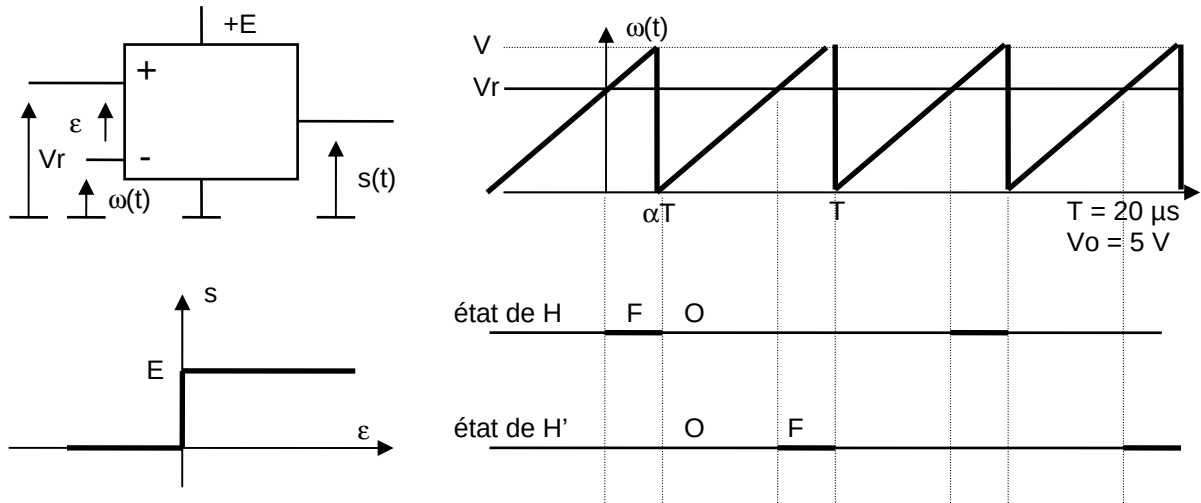
2-5-2 En exprimant le flux total dans la bobine donner l'expression de l'inductance L en fonction de N , d , e et μ_0 .

2-5-3 Sachant que l'inductance est parcourue par un courant de valeur moyenne I_0 , calculer la valeur de B_0 (valeur moyenne de B) en fonction de N , I_0 , e et μ_0 .

2-5-4 Sachant que pour $I_o = 20 \text{ A}$ on veut que B_o soit égal à $0,30 \text{ T}$, calculer les valeurs de N et e .

III - ETUDE DE LA REGULATION DE LA TENSION DE SORTIE :

Une chaîne de retour donne une tension continue V_R proportionnelle à la valeur moyenne V_s de v_s . On pose $V_R = kV_s$. Cette tension V_R est comparée à la tension "en dents de scie" $\omega(t)$.



La tension de sortie $s(t)$ du comparateur permet la commande des interrupteurs H et H' .

3-1 Tracer le chronogramme de la tension $s(t)$.

3-2 Le constructeur a prévu l'insertion d'un dispositif d'opto-couplage dans la chaîne de retour. Quel est à votre avis le rôle de ce dispositif?

3-3 Exprimer le rapport cyclique α en fonction de V_o et V_R .

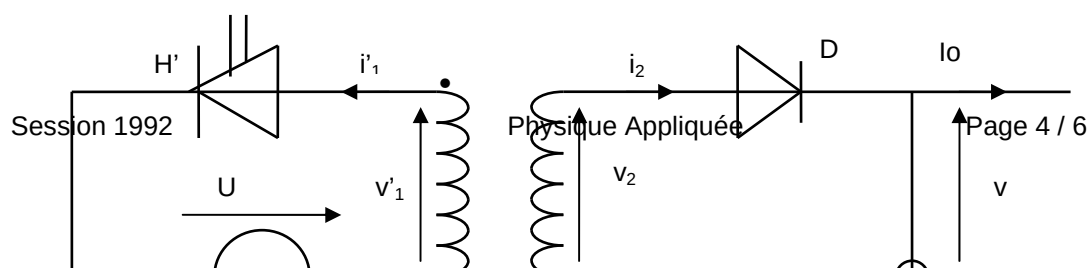
3-4 Sachant que $V_s = \alpha m U$, exprimer la tension V_s en fonction de m , U , k et V_o .

3-5 Calculer la valeur qu'il faut donner à k pour que $V_s = 5,0 \text{ V}$ avec $m = 0,024$ et $U = 310 \text{ V}$.

3-6 On suppose maintenant que la tension U prend la valeur 280 V .

a) Calculer la nouvelle valeur de V_s en boucle ouverte.

b) Calculer la nouvelle valeur de V_s en boucle fermée en adoptant la valeur de k précédemment déterminée.



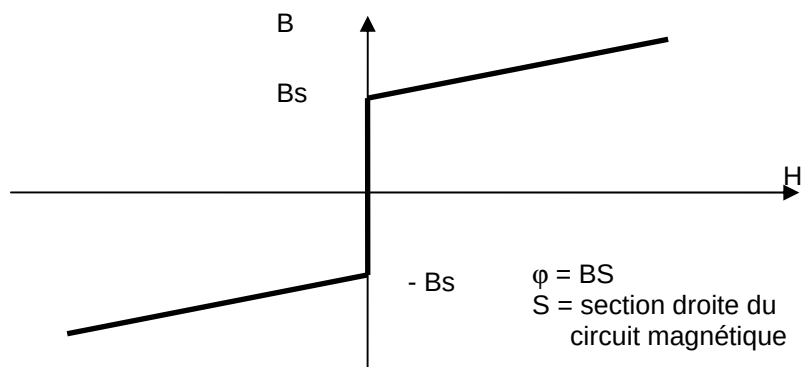


Figure 2

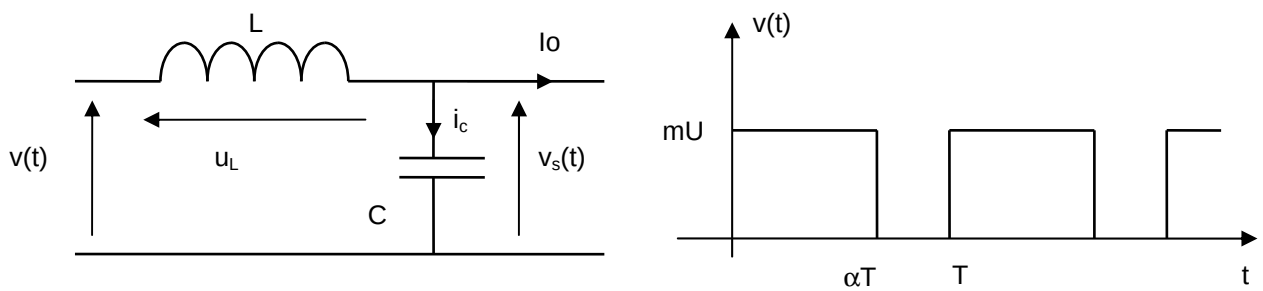


Figure 3

$d = \text{diamètre du noyau central circulaire}$

$d = 15 \text{ mm}$

$\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ (SI)}$

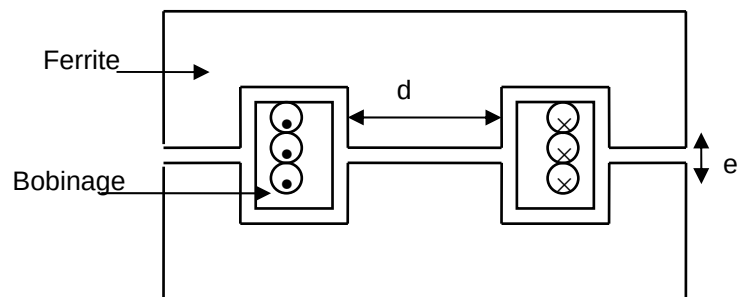


Figure 4

H

F

O

F

O

