

CONCOURS D'ADMISSION

A

L'ECOLE DE L'AIR

CONCOURS PC/PSI

OPTION PSI

EPREUVE A OPTION

SCIENCES PHYSIQUES / CHIMIE

Durée : 3 heures

Coefficient : 10

Les compositions de physique et chimie seront rendues sur des copies séparées

L'attention des candidats est attirée sur le fait
que la notation tiendra compte du soin et de la
rigueur apportés dans le travail

PHYSIQUE : HACHEUR REVERSIBLE EN TENSION

La figure 1 représente le schéma d'un hacheur de tension :

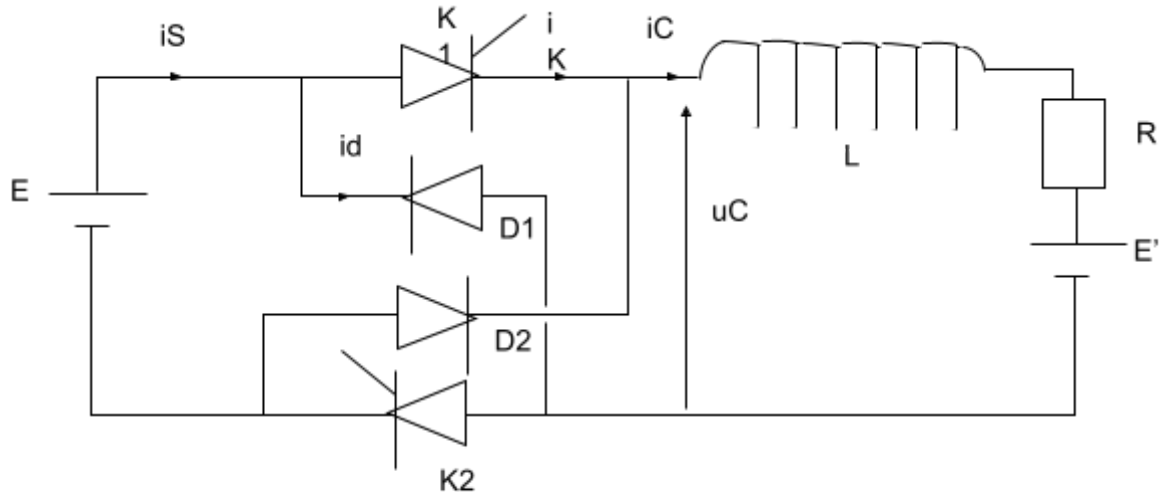


Figure 1

- E est une source de tension continue pouvant fonctionner aussi bien en générateur ($i_S > 0$) qu'en récepteur ($i_S < 0$).
- D_1 et D_2 sont deux diodes supposées parfaites ;
- K_1 et K_2 sont des thyristors qui seront assimilés à des interrupteurs parfaits et ne seront pas étudiés. K_1 et K_2 sont commandés de façon synchrone par un générateur de signaux rectangulaires de période T_0 et de rapport cyclique α : ils sont fermés pour $0 < t < \alpha T_0$ et ouverts le restant de la période. On fera varier α ;
- L est une bobine d'inductance L ;
- La charge est une machine à courant continu modélisée par une résistance R et une force contre-électromotrice (f.c.é.m) E' en série (cf figure 1)

PREMIERE PARTIE : REGIME DE CONDUCTION CONTINUE.

On suppose dans toute cette partie que le courant $i_C(t)$ ne s'annule jamais ($i_C(t) > 0$ quel que soit t). On donne :

$$E = 100V$$

$$E' = 50V$$

$$R = 2\Omega$$

$$L = 140 \text{ mH}$$

$$T_0 = 1\text{ms}$$

1. K_1 et K_2 sont fermés ($0 < t < \alpha T_0$).
 - a. Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de $i_K(t)$.
 - b. Donner la solution générale de cette équation. Linéariser cette solution après avoir justifié qu'elle est bien linéarisable.
2. K_1 et K_2 sont ouverts ($\alpha T_0 < t < T_0$).
 - a. Quel est le sens du courant $i_C(t)$ juste après l'ouverture des interrupteurs ?
 - b. En déduire le schéma équivalent du montage pour $t > \alpha T_0$.
 - c. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de $i_d(t)$ est analogue à celle vue précédemment.

3. Représenter graphiquement l'évolution de la tension $u_c(t)$ et des courants $i_c(t)$, $i_d(t)$ et $i_k(t)$.
4. Calculer l'ondulation (différence entre les valeurs maximale et minimale) Δi_c du courant dans la charge. Faire l'application numérique pour $\alpha = 0,79$.
5. Calculer littéralement et numériquement pour $\alpha = 0,79$:
 - a. La valeur moyenne U_c de la tension $u_c(t)$ et le rapport de transformation U_c / E .
 - b. Le courant moyen I_c dans la charge.
 - c. La puissance moyenne P' reçue par la f.c.é.m. E' en fonction de E' et I_c .
 - d. La puissance moyenne P fournie par le générateur en fonction de I_c , α et E .
 - e. La puissance moyenne P_u reçue globalement par la charge.
 - f. Quelle serait, si la charge était un moteur, sa puissance mécanique P_m de celui-ci, en supposant négligeables les pertes mécaniques ?
6. E' représente la f.c.é.m. d'un moteur à courant continu pour lequel la constante de vitesse est $K = 0,3 \text{ V.s.rad}^{-1}$.
 - a. Calculer la vitesse angulaire du moteur Ω et le couple dans le cas où $\alpha = 0,79$.

Dans la fin de la première partie, on ne supposera plus que $E' = 50\text{V}$.

- b. On considère un second cas de fonctionnement où l'on impose $\alpha = 0,32$. On a alors $I_c = 3,0\text{A}$. Décrire le mouvement de la machine. Montrer en particulier qu'elle fonctionne en génératrice. Calculer sa force électromotrice, sa fréquence de rotation et son couple.
- c. On a maintenant $U_c = 8,0 \text{ V}$ et la machine ne tourne pas. Calculer α et I_c .

DEUXIEME PARTIE : REGIME DE CONDUCTION DISCONTINUE.

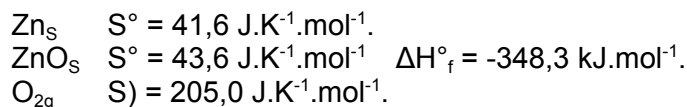
On suppose maintenant que $i_c(t)$ s'annule à un instant t_1 compris entre αT_0 et T_0 .

1. Représenter graphiquement l'évolution de la tension $u_c(t)$ et des courants $i_c(t)$, $i_d(t)$ et $i_k(t)$.
2. E , R , L et T_0 ont les mêmes valeurs que dans la première partie.
 - a. Calculer $i_k(t)$ pour $0 < t < \alpha T_0$. En déduire la valeur maximale I_{cm} de $i_c(t)$.
 - b. Calculer $i_k(t)$ pour $\alpha T_0 < t < T_0$. En déduire la condition liant α , E , E' pour obtenir une conduction discontinue.
 - c. Vérifier que $\alpha = 0,60$ respecte cette condition. Tracer alors la courbe donnant $i_c(t)$ pour $0 < t < T_0$. On calculera I_{cm} et t_1 .

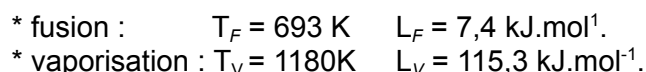
CHIMIE : METALLURIGIE DU ZINC

Le zinc est préparé à partir de son oxyde ZnO. On se propose d'effectuer l'étude thermodynamique en supposant que, dans les domaines de températures où il ne se produit pas de changement de phase, les enthalpies de formations ΔH_f° sont indépendantes de la température.

On donne :

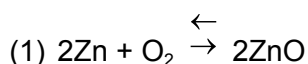


Changement d'état du zinc :



1. Etude de l'oxydation du zinc :

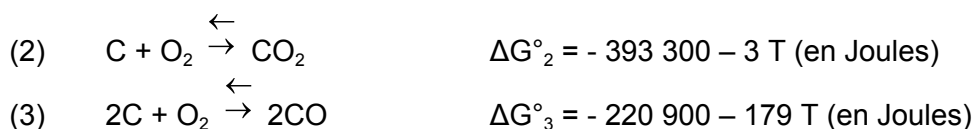
On considère la réaction :



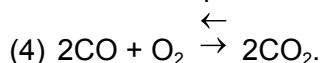
- Pour des températures variant de 500K à 2000K, établir les expressions de la variation d'enthalpie libre standard de la réaction (1), notée ΔG°_1 , et préciser pour chaque formule établie le domaine de température dans lequel elle s'applique.
- Représenter sur un graphique les variations de ΔG°_1 en fonction de la température (échelle : en abscisses 10 cm pour 1000K ; en ordonnées 5 cm pour 100 kJ).

2. Etude de l'oxydation du carbone :

Des études analogues conduisent aux résultats pour l'oxydation du carbone :



- En déduire l'expression de ΔG°_4 , variation de l'enthalpie libre standard de la réaction :



- Représenter sur le graphique précédent les variations de ΔG° pour les réactions (2), (3) et (4).
- Commenter brièvement les phénomènes observables au point de rencontre des droites.
- Préciser sur le graphique les domaines de prédominance ou d'existence, en présence d'oxygène, du carbone, du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone.

3. Réduction de ZnO :

- Expliquer comment, par simple lecture du graphique, il est possible de déterminer les domaines de températures dans lesquels l'oxyde de zinc peut être réduit :
 - par le carbone,
 - par le monoxyde de carbone.

b. En tirer des conclusions pratiques quant à la préparation du zinc.