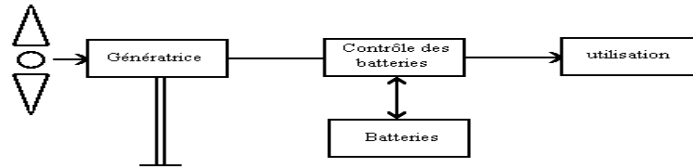


**Partie A: Etude d'un alternateur**

Pour alimenter en énergie électrique des sites isolés, pour pomper de l'eau à peu de frais, on peut utiliser l'énergie éolienne à condition qu'il y ait du vent. Le sujet propose l'étude partielle de quelques éléments d'un équipement de faible puissance.



La génératrice utilisée pour produire l'énergie électrique est une machine synchrone triphasée fonctionnant en alternateur. Les enroulements sont couplés en étoile, neutre non sorti.

- 1 - Pour faire un essai à vide de cet alternateur on utilise le montage figure 1 (annexe 1).  
 $I_{ex} = 1,5 \text{ A}$ ,  $U_{ex} = 12 \text{ V}$ ,  $R_I = 1,0 \text{ k}\Omega$ .

La fréquence de rotation est  $n = 2300 \text{ tr/min}$ . A l'aide d'un système d'acquisition de données on relève les deux tensions fléchées sur le schéma du montage expérimental figure 1, on obtient les courbes représentées sur la figure 2 (annexe 1)

En utilisant cette figure, déterminer la fréquence des tensions de sortie et le nombre de paires de pôles.

On dit que le point M est un "point neutre artificiel". Pourquoi ?

- 2 - Par d'autres essais, on a déterminé le modèle de l'alternateur pour une phase (figure 3, annexe 1) lorsque l'on a  $n = 2300 \text{ tr/min}$  et  $I_{ex} = 1,5 \text{ A}$  :  $E_s = 18,7 \text{ V}$ ,  $R = 0,10 \text{ }\Omega$ ,  $L\omega = 0,22 \text{ }\Omega$ .

a ) Ecrire la relation entre  $e_s$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $i$  et  $v$ .

b ) Déterminer par la méthode de votre choix la valeur efficace de la tension simple lorsque cet alternateur tournant à  $2300 \text{ tr/min}$  débite un courant d'intensité  $I = 30 \text{ A}$  dans une charge globalement inductive de facteur de puissance  $0,80$ .

- 3 - Bilan de puissance dans les conditions suivantes :  $n = 2300 \text{ tr/min}$  ; tension entre phases :  $U = 21 \text{ V}$  ; intensité du courant  $I = 30 \text{ A}$  ; facteur de puissance de la charge  $0,80$  ;  $I_{ex} = 1,5 \text{ A}$ .

a ) Calculer la puissance fournie par l'alternateur à la charge.

b ) Les pertes autres que par effet Joule sont estimées à  $80 \text{ W}$ .

Calculer la puissance mécanique absorbée par le rotor, en déduire le moment du couple qui l'entraîne.

- c ) Calculer le rendement de l'alternateur en tenant compte de l'excitation.

## Partie B: Etude d'un moteur à courant continu à excitation indépendante

La caractéristique à vide d'un moteur à excitation indépendante, relevée à la fréquence de rotation  $n_v = 3000$  tr/min passe par les points suivants:

<b><math>i_{ex}(A)</math></b>	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
<b><math>E_v(V)</math></b>	120	180	240	265	275	285	290

La résistance de l'inducteur est  $r = 536 \Omega$  et celle de l'induit est  $R = 3,75 \Omega$ . L'inducteur et l'induit sont alimentés par le même réseau sous la tension  $U = 200 V$ .

1°) L'intensité du courant est  $I = 5,0 A$ ; celle du courant dans l'inducteur est  $i_{ex} = 0,15 A$ .

Calculer:

- La résistance  $R_h$  du rhéostat insérée dans le circuit d'excitation
- La force électromotrice induite
- La fréquence de rotation
- Le moment du couple électromagnétique.

2°) Si le circuit magnétique de la machine n'est pas saturé, on admet que le flux est proportionnel à l'intensité du courant d'excitation. Montrer que dans ces conditions, le moment du couple électromagnétique s'exprime par la relation :  $T = k \cdot i_{ex} \cdot I$ , dans laquelle  $k$  est un facteur de proportionnalité.

3°) on modifie la résistance du rhéostat qui devient  $R'_h = 564 \Omega$ . Le circuit de la machine n'est pas saturé et le moment du couple électromagnétique reste égal à celui de la question 1°)d.

Calculer:

- L'intensité du courant d'excitation
- L'intensité du courant dans l'induit
- La force électromotrice induite
- La fréquence de rotation
- La somme des pertes mécaniques et des pertes dans le fer, sachant que le rendement du moteur est de 86%
- Le moment du couple utile.

4°) Le moteur est maintenant accouplé à une autre charge mécanique dont la caractéristique du couple résistant passe par les points suivants:

<b><math>n(Tr/min)</math></b>	2440	2480	2540	2580	2620	2640	2660
<b><math>Tr(N.m)</math></b>	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8

$Tr$  étant le moment du couple résistant et  $n$  la fréquence de rotation.

Le réglage du rhéostat d'excitation est le même qu'à la question 3°).

- En négligeant le courant continu d'induit à vide, calculer la vitesse de rotation à vide (à l'aide des données du début d'énoncé)
- Déterminer graphiquement la fréquence de rotation du moteur et de sa charge.
- Calculer la puissance utile fournie par le moteur.

## Partie C :

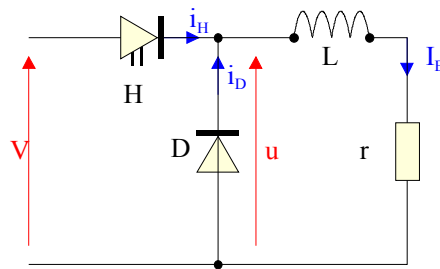
### **EXERCICE 1 : (Alimentation de l'inducteur)**

L'inducteur du moteur à courant continu est alimenté par un hacheur série afin de pouvoir régler la valeur de l'intensité du courant inducteur dont le schéma est donné à la figure ci contre .

Le courant  **$I_E$  est considéré continu** .

$$I_E = 0,8A, \quad r = 300\Omega$$

$$V = 400V$$



H est fermé sur  $[0, \alpha T]$

1. Quel est le rôle de l'inductance L?

Représenter sur l'annexe 2 et en concordance de temps Les courants (0,8A/cm) et tensions (200V/cm)

2. pour l'interrupteur commandé unidirectionnel H :  $i_H$  et  $u_H$

3. pour la diode D:  $i_D$  et  $u$  .

4. pour la charge r et L :  $I_E$

5. Calculer la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  de la tension u(t)

6. Que vaut la valeur moyenne de la tension aux bornes de l'inductance?

7. Vérifier que  $I_E = 0,8A$

### **EXERCICE 2 : (Sécurité inducteur)**

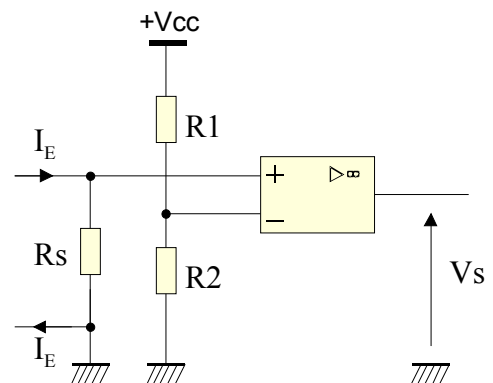
Afin d'assurer la sécurité du système , un détecteur mesure l'intensité du courant inducteur , dont le schéma est donné à la figure ci contre .

$$V_{cc} = 15V \quad (V_{sat} = V_{cc})$$

$$R_s = 1\Omega$$

$$R_1 = 1k\Omega$$

$$R_2 = 29k\Omega$$



1. Calculer le potentiel  $V_-$  sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel

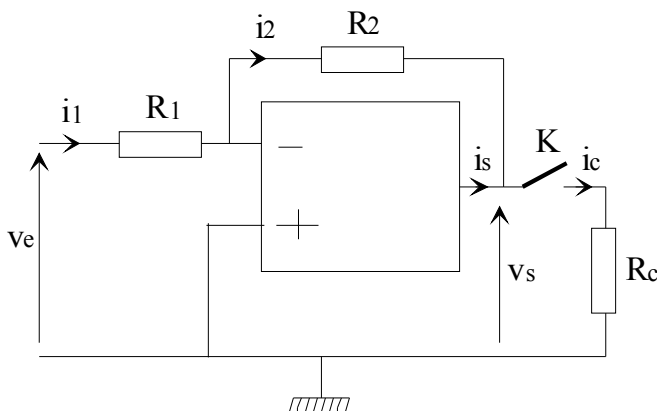
2. Exprimer le potentiel  $V_+$  sur l'entrée non inverseuse de l'AOP en fonction de  $R_s$  et  $I_E$

3. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel?

4. Quelle est la condition sur  $I_E$  pour que la sortie de l'amplificateur opérationnel soit  $+V_{sat}$

5. Pour quelle raison le courant inducteur du moteur ne doit-il pas descendre en dessous d'une certaine valeur?

### **EXERCICE 3 : ( Etude d'un AOP)**



l'amplificateur.

Alimentation:  $(+15V; -15V)$ ;  $V_{sat} = 15V$   
L'amplificateur opérationnel ( ou circuit intégré linéaire ) est supposé idéal. On admet qu'il fonctionne en régime linéaire.

1. **K ouvert**

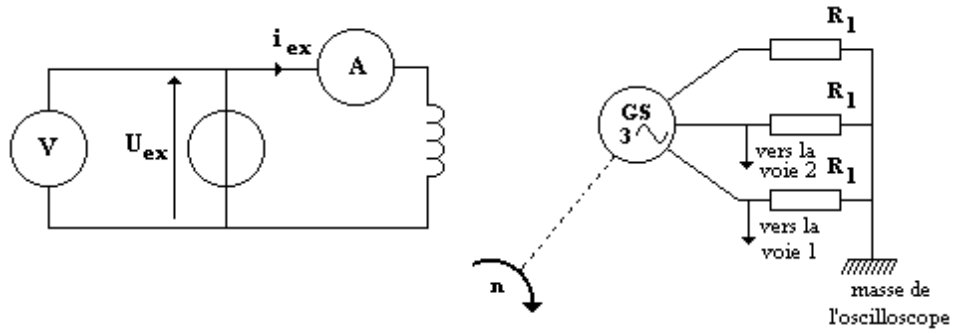
Calculer la tension  $v_s$  pour une tension  $V_e = 1V$  , on donne :  $R_1 = 2K\Omega$ ,  $R_2 = 16K\Omega$

2. **K fermé**

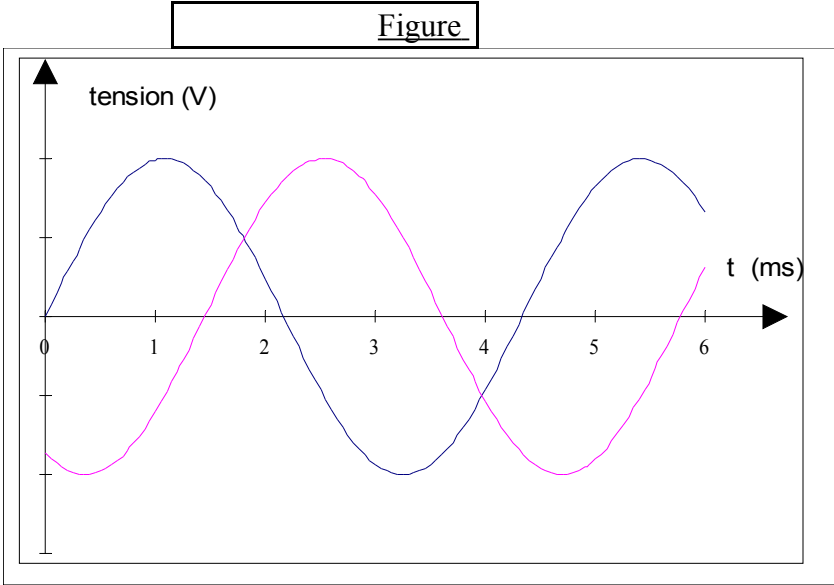
2.1  $V_e$  et  $R_1$  sont inchangées. Calculer l'intensité  $i_c$  du courant pour:  $R_2 = 24K\Omega$  et  $R_c = 1K\Omega$

2. En déduire l'intensité du courant de sortie  $i_s$  de

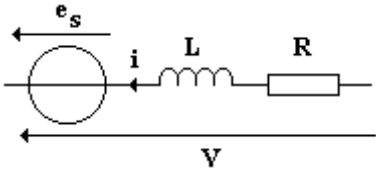
**Annexe 1: Partie A**



**Figure 1**  $I_{ex} = 1,5 \text{ A}$   
 $U_{ex} = 12 \text{ V}$   
 $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$

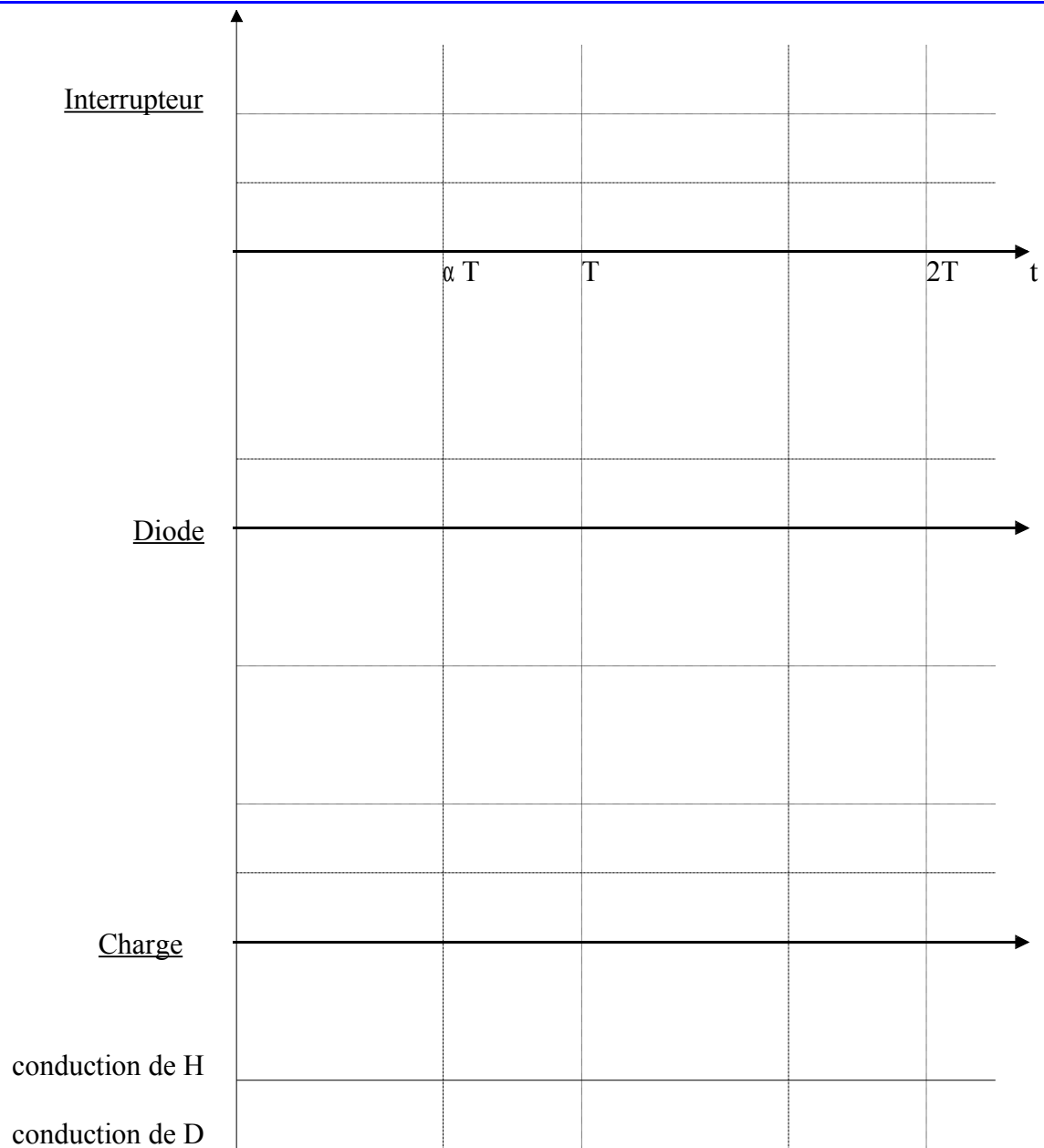


**Figure 3**  $E_s = 18,7 \text{ V}$   
 $R = 0,10 \Omega$



Annexe 2 : Exercice 1 (Hacheur)

---



Partie B

Document-réponse

