

TEXTE DE L'EPREUVE

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

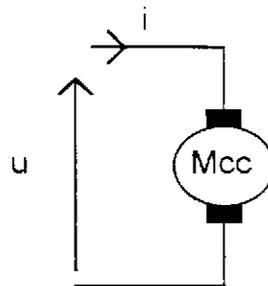
EXERCICE 1 : Etude de la transmittance d'un moteur à courant continu

On se propose de schématiser le fonctionnement électrique et mécanique d'un moteur à courant continu à aimants permanents. On adoptera les notations suivantes :

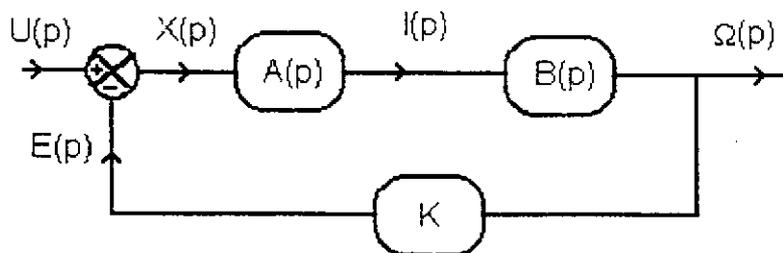
| | | |
|--|-------------------------------|------------------------------------|
| R : Résistance de l'induit | L : Inductance de l'induit | K : Constante de vitesse du moteur |
| J : Moment d'inertie des masses tournantes | F : Coefficient de frottement | e : Fém de ce moteur |

1) Schéma équivalent.

- a) Donner le schéma électrique équivalent en régime transitoire de l'induit de ce type de moteur.
- b) Avec les conventions suivantes, écrire l'équation différentielle liant u, i , la dérivée de i et les constantes E, L et R :

**2) Schéma fonctionnel :**

- a) On propose pour schéma fonctionnel du moteur :



Exprimer $I(p)$ (transformée de Laplace de $i(t)$) en fonction de $U(p)$ (transformée de Laplace de $u(t)$), $E(p)$ (transformée de Laplace de la fém $e(t)$) et $A(p)$.

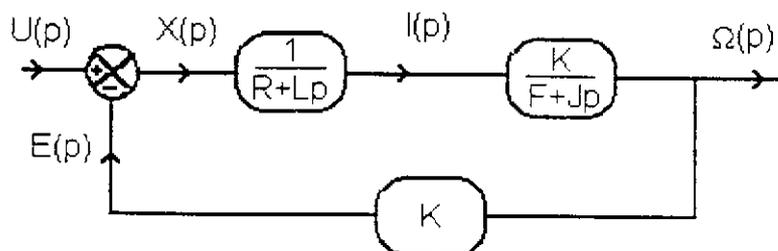
- Durée : 3 heures

Coefficient : 2

- b) Reprendre l'équation différentielle du 1-b) et en déduire l'expression de $A(p)$.
c) On admettra que $B(p)$ s'exprime sous la forme :

$$B(p) = \frac{K}{F + J.p}$$

Le schéma fonctionnel devient donc :



Ecrire l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $\frac{E(p)}{X(p)}$ de ce moteur.

La mettre sous la forme :

$$T_m = \frac{A_m}{(1 + \tau_e p)(1 - \tau_m p)}$$

où τ_e est la constante de temps électrique du moteur et τ_m sa constante de temps mécanique. Donner l'expression de A_m , τ_e , τ_m .

d) Ecrire l'expression de la fonction de transfert $F_m(p) = \Omega(p) / U(p)$ en boucle fermée.

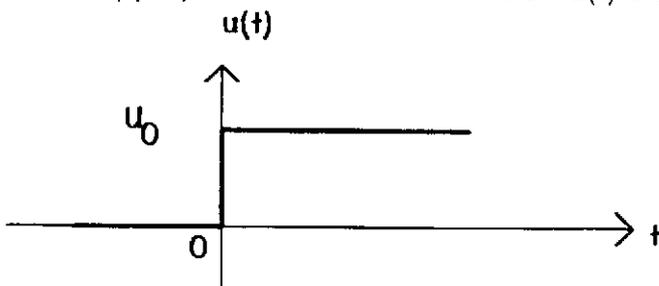
On mettra $F_m(p)$ sous la forme $F_m(p) = \frac{\alpha}{1 + \beta(1 + \tau_e p)(1 + \tau_m p)}$

($\Omega(p)$ est la transformée de Laplace de la vitesse instantanée du moteur.)

3) Constante de temps électrique

Dans cette partie le rotor du moteur reste bloqué. Donner dans ce cas le schéma électrique équivalent de l'induit.

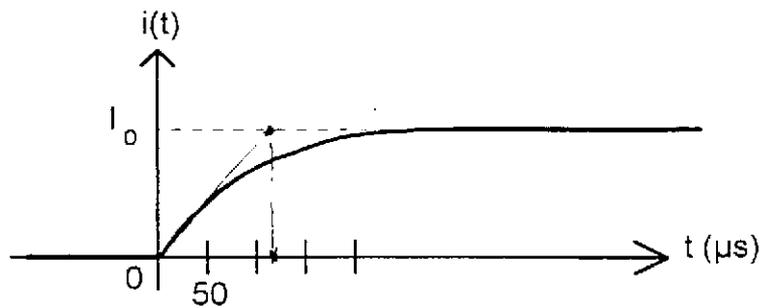
a) On applique un échelon de tension $u(t)$ à l'entrée de ce moteur :



Durée : 3 heures

Coefficient : 2

On relève l'allure du courant , on obtient :



- Déterminer graphiquement l'ordre de grandeur de la constante de temps τ_e .
- Etablir la relation entre U_0 et I_0 .
- Sachant que $U_0 = 10 \text{ V}$ et $I_0 = 6,0 \text{ A}$ calculer les valeurs de R et L .

4) Constante de vitesse :

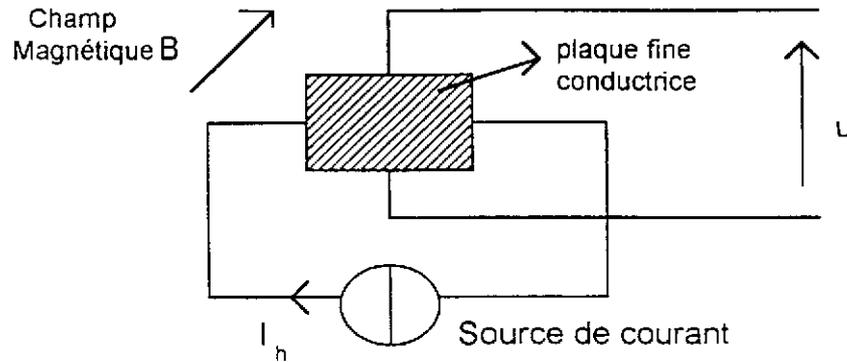
Le moteur alimenté sous la tension de $U = 24\text{V}$ absorbe un courant de $4,5 \text{ A}$ et il tourne en régime permanent à la vitesse constante de 2200 tr/min . Déterminer la constante de vitesse $K = E/\Omega$ de ce moteur et son unité.

Durée : 3 heures

Coefficient : 2

EXERCICE 2 : Etude d'un capteur et d'une chaîne d'acquisition du signal**1)- Etude du capteur :**

Il s'agit d'un capteur à effet Hall dont la constitution est la suivante :

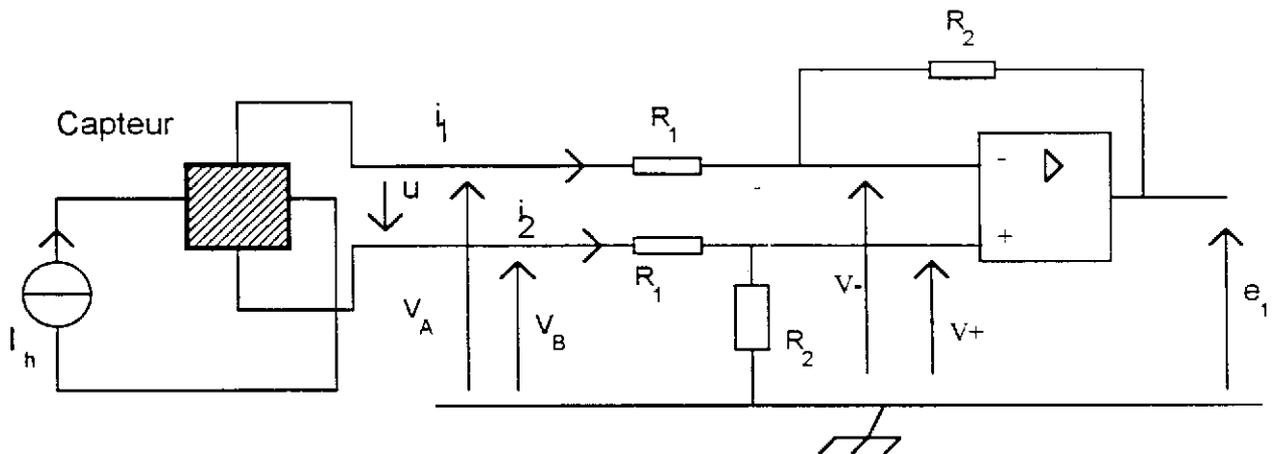


Capteur à effet Hall

Expliquer le principe de fonctionnement de ce capteur et expliquer comment on peut l'utiliser comme détecteur de passage de métaux.

2)- Etude de l'amplificateur :

On introduit alors le capteur dans le montage suivant :



Durée : 3 heures

Coefficient : 2

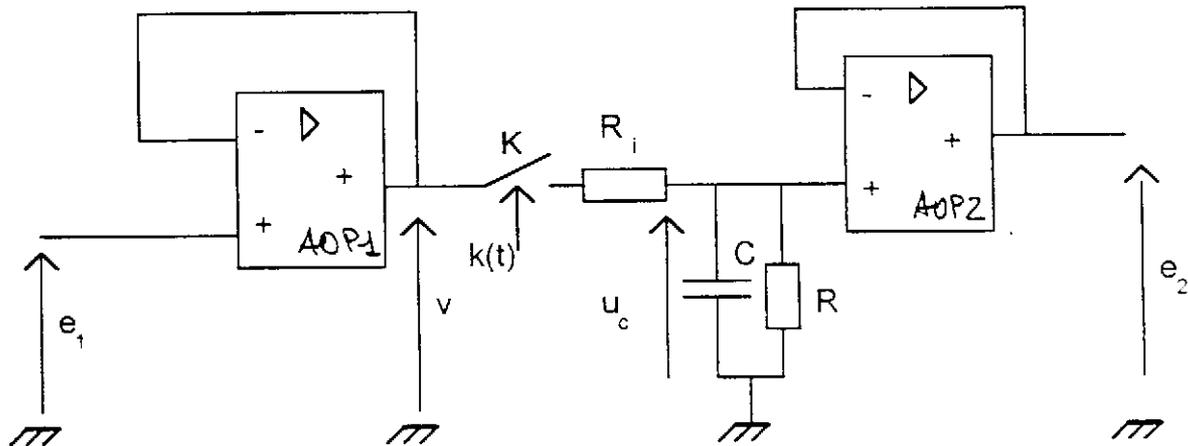
On admet que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

- Exprimer V_+ en fonction de R_1 , R_2 , V_B .
- Exprimer V_- en fonction de V_A , R_1 , R_2 , e_1 .
- En déduire l'expression de e_1 en fonction de R_1 , R_2 et u .

AN : $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ $R_1 = 2,0 \text{ k}\Omega$

3) Etude de l'échantillonneur bloqueur :

Schéma ~~le schéma~~ de principe :



Les amplificateurs opérationnels sont parfaits. R simule la résistance de fuites du condensateur de capacité C

L'interrupteur électronique K est équivalent à une résistance R_i lorsqu'il est fermé et à une résistance infinie lorsqu'il est ouvert.

Il est commandé par le signal $k(t)$:

- lorsque $k(t) = V_o$, K est fermé ;
- lorsque $k(t) = 0$, K est ouvert.

$C = 100 \text{ nF}$; $R = 10 \text{ M}\Omega$; $R_i = 100 \Omega$.

**BTS INFORMATIQUE INDUSTRIELLE
PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée : 3 heures

Coefficient : 2

Rappels de mathématiques :

$$\text{Pour } x \ll 1, \frac{1}{1+x} \approx 1-x \text{ et } e^x \approx 1+x.$$

- a) Démontrer que $v = e_1$ et que $e_2 = u_c$ quelle que soit la position de l'interrupteur K.
 b) On suppose que la tension e_1 est constante et égale à $E_1 = 1,0 \text{ V}$. L'interrupteur K est fermé. La tension u_c aux bornes du condensateur n'évolue plus. Exprimer cette tension en fonction de E_1 et des éléments du montage.

Avec quelle précision relative peut-on alors confondre e_2 et e_1 ?

- c) On admet maintenant que le condensateur de capacité C est totalement déchargé. A l'instant $t = 0$, alors que K est fermé, la tension e_1 passe de zéro à E_1 , puis reste constante.

Donner l'expression de la constante τ_1 qui caractérise la variation de la tension u_c et calculer la valeur approchée de τ_1 en justifiant l'approximation effectuée. Quel intérêt y-a-t'il à connaître cette constante de temps ?

- d) On suppose dans cette question qu'à l'instant où s'ouvre l'interrupteur K ($t = 0$), la tension e_2 est égale à $E_2 = 1,0 \text{ V}$. Préciser la loi d'évolution ultérieure de $e_2(t)$. Calculer la constante τ_2 qui caractérise cette évolution. Quelle est la variation relative de e_2 au bout de $\Delta t = 5 \text{ ms}$?

- e) Le condensateur étant initialement déchargé, on admet que la tension e_1 évolue selon la rampe (a) du document-réponse.

Le signal $k(t)$ qui commande l'interrupteur K a la forme représentée en (b) sur ce document : c'est un signal périodique de période $T_s = 5,0 \text{ ms}$, constitué d'impulsions de largeur $\theta = 0,10 \text{ ms}$.

Représenter en (c) sur le document-réponse l'allure de la tension $e_2(t)$. Pourquoi peut-on négliger les imperfections de l'échantillonneur bloqueur ?

Document-réponse
(à remettre avec la copie)