

	Chapitre 9 HACHEURS	ELECTRICITE
FICHE EXERCICES		

Exercice 1 : Alimentation d'un moteur par un hacheur et variation de la vitesse

Partie 1 : Alimentation d'un moteur via un hacheur.

L'induit d'un moteur à courant continu est alimenté par un hacheur série.

Ce dispositif comprend :

- Une source de tension continue $U = 100V$
- Un interrupteur K
- Une diode D (supposée idéale)
- Une inductance L en série avec le moteur

L'interrupteur K est commandé électroniquement : il s'ouvre et se ferme périodiquement.

A chaque période T : il est fermé de $0 < t < \alpha T$ et il est ouvert de $\alpha T < t < T$ avec $0 < \alpha < 1$

La période $T = 10ms$

- 1) **Faire** un schéma du dispositif.
- 2) **Citer** le composant électronique qui peut réaliser l'interrupteur K .
- 3) **Nommer** le coefficient α .
- 4) **Expliquer** quel est le rôle de la diode D de roue libre.
- 5) **Représenter** sur 2 périodes la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes de la charge pour $\alpha = 0,4$.
Penser à **graduer** l'axe des abscisses et celui des ordonnées.
- 6) Le lissage du courant $i(t)$ qui traverse la charge n'est pas parfait et évolue entre une valeur minimale $I_{min} = 3A$ et une valeur maximale $I_{max} = 5A$.
Représenter en concordance de temps avec $u_{AB}(t)$ sur 2 périodes l'évolution de $i(t)$ pour $\alpha = 0,4$.
Penser à **graduer** les 2 axes.
- 7) **Exprimer** la valeur moyenne de la tension $\langle u_{AB}(t) \rangle$ en fonction de α et U .
Calculer $\langle u_{AB}(t) \rangle$ pour $\alpha = 0,4$.
- 8) **Calculer** la valeur de $\langle i(t) \rangle$ de l'intensité dans la charge dans les conditions de la question 6.

Partie 2 : Variation de la vitesse d'un moteur.

On considère un hacheur alimenté par une tension continue $U = 100V$.

Le hacheur alimente un moteur à courant continu, en série avec une inductance de lissage.

- 9) Lorsque $\alpha = 0,8$, on donne pour le moteur
 - Résistance de l'induit : $r = 2,4 \Omega$
 - F.e.m = $75 V$ pour une vitesse de rotation $n = 850 \text{ tr.min}^{-1}$
- a) **Exprimer** puis **calculer** la tension moyenne $\langle u_{AB}(t) \rangle$ aux bornes de la charge moteur+inductance
- b) **Exprimer** puis **calculer** la tension moyenne $\langle u_M \rangle$ aux bornes que du moteur
- c) **Exprimer** puis **calculer** le courant moyen $\langle i \rangle$ qui traverse le moteur.
- d) **Exprimer** puis **calculer** le couple électromagnétique T_{em} fourni par le moteur.
- 10) **Calculer** la vitesse du moteur lorsque $\alpha = 0,4$ et qu'il fournit le même couple électromagnétique que calculé précédemment.
- 11) **Compléter** les données manquantes et les mots manquants

BILAN DE L'EXERCICE

Compléter

Si $\alpha = 0,8$ alors $n = \dots \text{ tr.min}^{-1}$

Si $\alpha = 0,4$ alors $n = \dots \text{ tr.min}^{-1}$

Conclure : On peut donc la vitesse de rotation du moteur via le

Réponses partielles

Partie 1

$$\langle u_{AB}(t) \rangle = 40 V \quad \langle i(t) \rangle = 4 A$$

Partie 2

$$\langle u \rangle = \langle u_M \rangle = 80 V$$

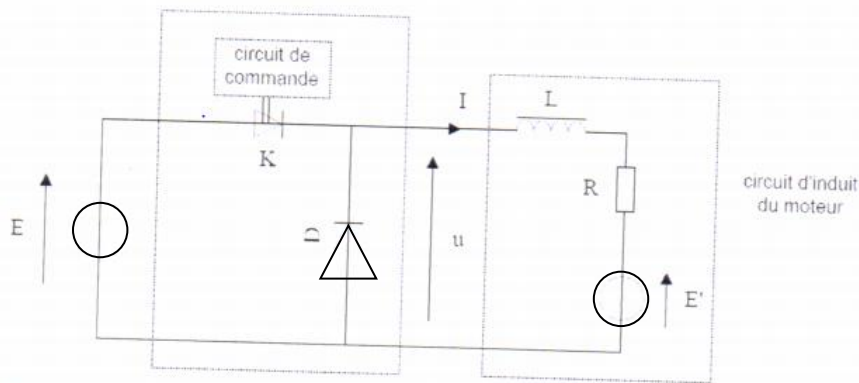
$$\langle i \rangle = 2,1 A$$

$$T_{em} = 1,77 N.m$$

$$\Omega = 396 \text{ tr.min}^{-1}$$

Exercice 2

On alimente un moteur à courant continu dont le schéma équivalent est donné ci-dessous à l'aide d'un hacheur.



L'interrupteur K et la diode sont supposés parfaits.

La période de hachage est T et le rapport cyclique α .

Le hacheur est alimenté par une tension $E = 30V$.

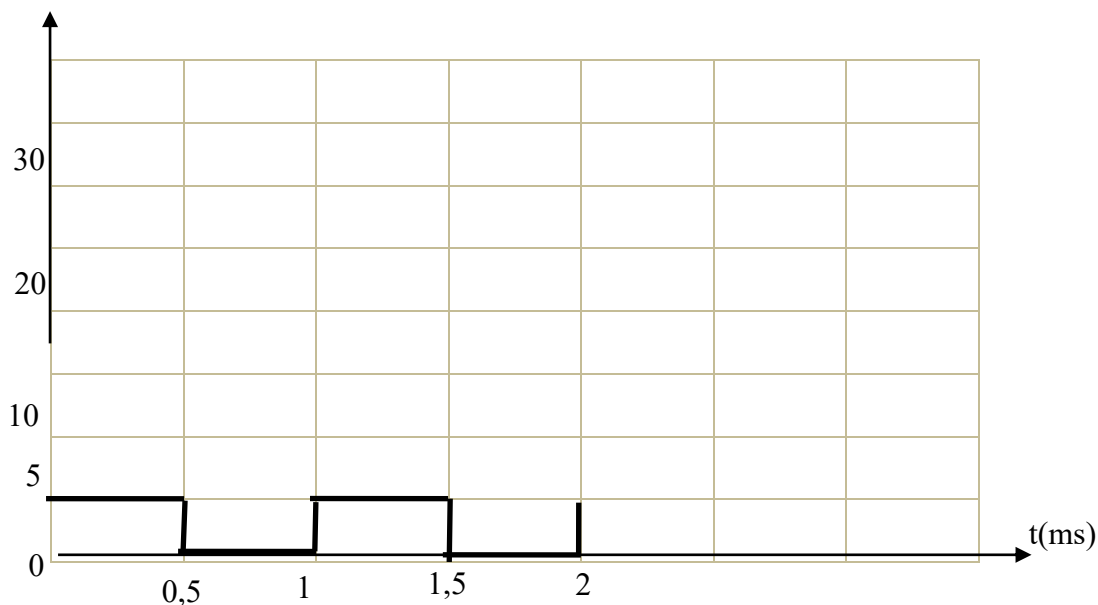
La f.e.m du moteur est E' est liée à la vitesse de rotation n par la relation $E' = 0,20 \times n$ (Avec E' en Volt et n en tr.min^{-1})

- 1) Le graphe ci-dessous représente l'allure de la commande du hacheur (5V : hacheur passant ; 0V hacheur bloqué). **Déterminer** la fréquence et le rapport cyclique.
- 2) **Tracer** l'évolution de la tension $u(t)$ sur le graphe ci-dessous.
- 3) **Exprimer** $\langle u(t) \rangle$ en fonction de E et α .
- 4) **Tracer** l'évolution de $i(t)$ avec $I_{\min} = 1,5 \text{ A}$ et $I_{\max} = 2,0 \text{ A}$ sur le graphe précédent en ajoutant une autre échelle.
- 5) **Calculer** $\langle i(t) \rangle$
- 6) On considère maintenant le courant comme constant et égal à $I = 1,75 \text{ A}$.
La tension aux bornes de la bobine est alors nulle.
On ne néglige plus la résistance du moteur $R = 2,0 \Omega$.
Calculer la f.e.m E' du moteur et sa vitesse de rotation.

Réponses partielles

$f = 1000 \text{ Hz}$ $\alpha = 0,5$
 $\langle i(t) \rangle = 1,75 \text{ A}$
 $E' = 11,5 \text{ V}$
 $n = 57,5 \text{ tr.min}^{-1}$

Tension(V)

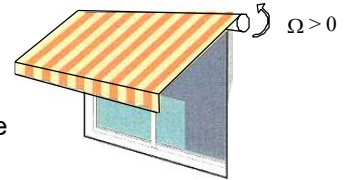


Exercice 3 : Alimentation d'un moteur par un hacheur

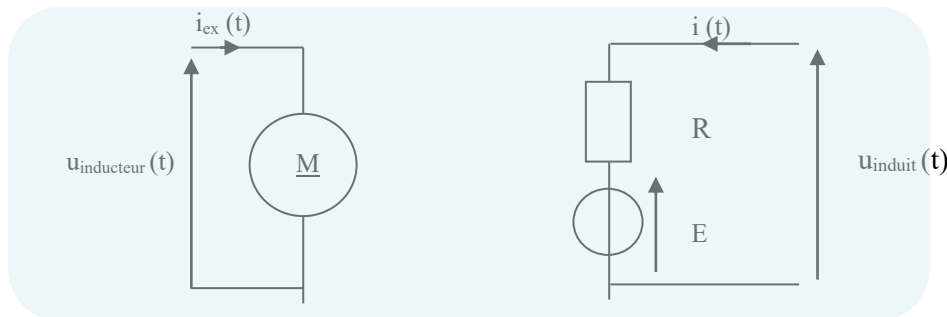
L'objectif de ce sujet est d'étudier un store mobile capable de rentrer ou de se déployer en fonction de l'éclairement extérieur et de la vitesse du vent.

Le moteur servant à déployer ou rentrer le store est un moteur équivalent à une machine à courant continu (MCC) à aimant permanent alimenté par un hacheur réversible.

Le modèle électrique équivalent de l'induit de la MCC est donné ci-contre.



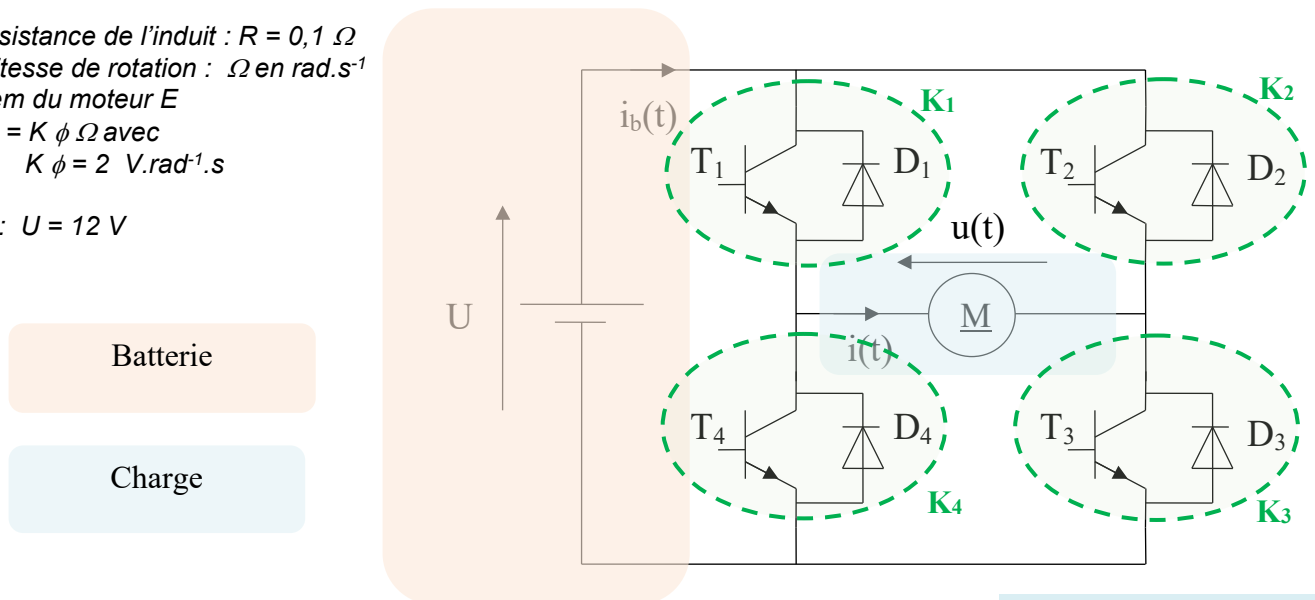
Modèle électrique équivalent de l'induit de la MCC



Les caractéristiques du dispositif sont les suivantes :

MCC : résistance de l'induit : $R = 0,1 \, \Omega$
 vitesse de rotation : Ω en rad.s^{-1}
 fem du moteur E
 $E = K \phi \Omega$ avec
 $K \phi = 2 \, \text{V.rad}^{-1}.\text{s}$

Batterie : $U = 12 \, \text{V}$



Réponses partielles

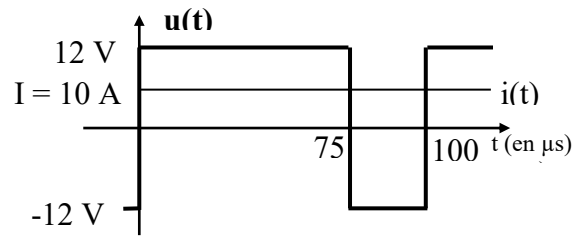
$\langle u \rangle = 6 \, \text{V}$
 $\Omega = 2,5 \, \text{rad.s}^{-1}$
 $T_{\text{em}} = 20 \, \text{N.m}$
 $P_{\text{em}} = 50 \, \text{W}$

A. Stratégie de commande n° 1

Les chronogrammes de la tension $u(t)$ et du courant $i(t)$ sont représentés ci-dessous.

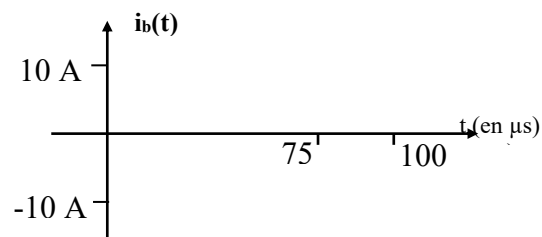
- 1) **Indiquer** sur le **chronogramme n° 1** les composants commandés à la fermeture et les composants passants
- 2) À partir du signe de la puissance $p = u i$, **préciser** sur le **document réponse n° 1** le sens de transfert de l'énergie de la charge (C) vers la batterie (B) ou de la batterie (B) vers la charge (C)
- 3) **Représenter** sur le **chronogramme n° 2** l'évolution du courant $i_b(t)$ fourni par la batterie.
- 4) **Calculer** la valeur moyenne notée $\langle u \rangle$ de la tension $u(t)$.
- 5) En **déduire** la vitesse de rotation Ω en rad.s^{-1} de la machine et en **déduire** si cette commande correspond à une rentrée ou une sortie du store. (La convention choisie est : si $\Omega > 0$, le store se déploie)
- 6) **Calculer** le moment du couple électromagnétique T_{em} du moteur et en **déduire** la puissance mécanique P_{em} fournie par le moteur si on néglige toutes les pertes autres que celles par effet Joule.

Chronogramme n° 1



Composants commandés		
Composants passants		
Sens de transfert de l'énergie		

Chronogramme n° 2



Réponses partielles

$$\langle u \rangle = -6 \text{ V}$$

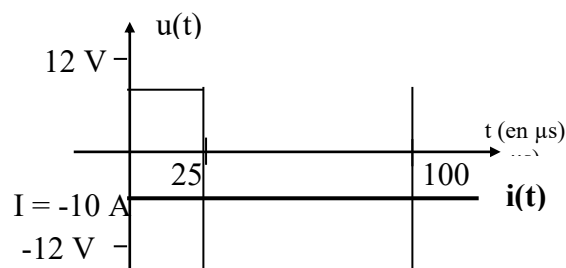
$$\Omega = -2,5 \text{ rad.s}^{-1}$$

B. Stratégie de commande n° 2

Les intervalles de commande des interrupteurs commandés et le chronogramme du courant $i(t)$ sont représentés sur le **chronogramme 3**

- 7) **Indiquer** sur le **chronogramme 3** les composants passants.
En **déduire** le chronogramme de la tension $u(t)$.
À partir du signe de la puissance $p = u i$, **préciser** sur le document ci-dessous le sens de transfert de l'énergie de la charge vers la batterie ou de la batterie vers la charge.
- 8) **Calculer** la valeur moyenne de la tension $u(t)$ et en **déduire** la vitesse de rotation Ω en rad.s^{-1} .
- 9) **Préciser** si cette commande correspond à une rentrée ou une sortie du store.

Chronogramme n° 3



Composants commandés		K1 K3	K2 K4
Composants passants			
Sens de transfert de l'énergie			