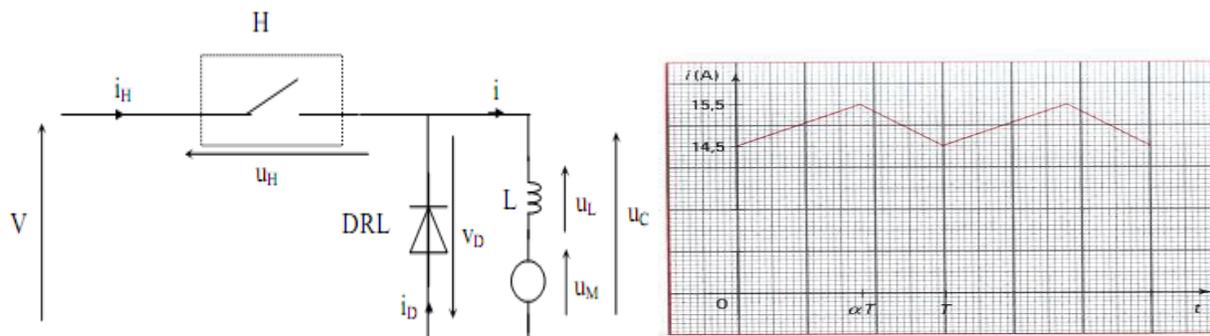


Réglage de la vitesse du moteur à courant continu (2-1)

Exercice 1 :

Un hacheur série parfait alimente un moteur continu à excitation séparée ; le courant d'excitation est constant. La résistance de la bobine de lissage est négligeable. La tension d'alimentation est égale à $V=240V$. $0 < t < \alpha T$: H fermé. $\alpha T < t < T$: H ouvert. le graphe $i(t)$ dans la charge est représenté ci dessous.

- 1) pour chaque intervalle de temps : dessiner le schéma équivalent du montage et en déduire l'expression de la tension $u(t)$ aux bornes de la charge.
- 2) Tracer le graphe de la fonction $u(t)$, $i_H(t)$ et $i_D(t)$



- 3) calculer la valeur moyenne $\langle i \rangle$ de $i(t)$
- 4). Exprimer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ en fonction de α et V .
- 5). La valeur moyenne de la tension aux bornes de l'induit du moteur est donnée en fonction de la fréquence de rotation par la relation : $\langle u_M \rangle = 0,199n + 21$ (n en tr.min-1)
 - a) établir l'expression de n (en tr.min-1) en fonction de α (la valeur moyenne de u_L est nulle)
 - b) Tracer le graphe de la fonction $n(\alpha)$

Exercice 2 : (MCC alimentée par un hacheur abaisseur)

On considère le circuit de la figure ci-contre dans lequel la machine à courant continu est alimentée par l'intermédiaire d'un hacheur abaisseur.

Les caractéristiques de la machine sont : résistance de l'induit $R = 0,5 \Omega$, inductance d'induit $L = 13,7 \text{ mH}$, courant d'induit nominal : $I_n = 17 \text{ A}$, tension nominale : $U_n = 100 \text{ V}$

Les caractéristiques du hacheur sont : Interrupteur commandé et diodes considérés comme parfaits, fréquence de découpage $F_d = 1 \text{ kHz}$, rapport cyclique α (interrupteur fermé sur l'intervalle $[0, \alpha T]$ et ouvert sur $[\alpha T, T]$, T étant la période de découpage $T=1/F_d$).

- 1) Représenter l'allure de la tension U en fonction du temps.
- 2) Exprimer la relation reliant la valeur moyenne U_{moy} de cette tension à la tension V .
- 3) Exprimer l'équation de maille qui relie les grandeurs de l'induit de la machine.
- 4) Comparer la constante de temps électrique de l'induit à la période de découpage. Conclure sur les évolutions du courant $i(t)$.
- 5) En supposant la machine en régime permanent sur une charge absorbant le courant nominal, calculer l'expression de la valeur moyenne du courant I_{moy} en fonction de U , E la force électromotrice interne et R . représenter sur un même graphe la tension $u(t)$ et le courant $i(t)$.
- 6) Exprimer alors la valeur maximale de l'ondulation de courant $\Delta i = I_{\text{max}} - I_{\text{min}}$ pris pour $\alpha = 0,5$. Exprimer cette ondulation en valeur relative par rapport au courant moyen I .
- 7) Quel élément faut-il rajouter afin d'imposer une ondulation maximale de 5 %. Préciser alors la valeur de cet élément.

Exercice 3

Soit une machine à courant continu à excitation séparée alimentée par un hacheur fonctionne en deux quadrants. Ce machine est couplée avec une charge caractérisée par un couple résistant constant $C_r = 18.5 \text{ N.m}$, un couple de pertes mécanique $C_p = 1.5 \text{ N.m}$ et un moment d'inertie $J = 0.25 \text{ kg.m}^2$. L'évolution de la vitesse n (tr/min) de la machine est illustrée par le schéma ci-dessous (Figure 01.a) :

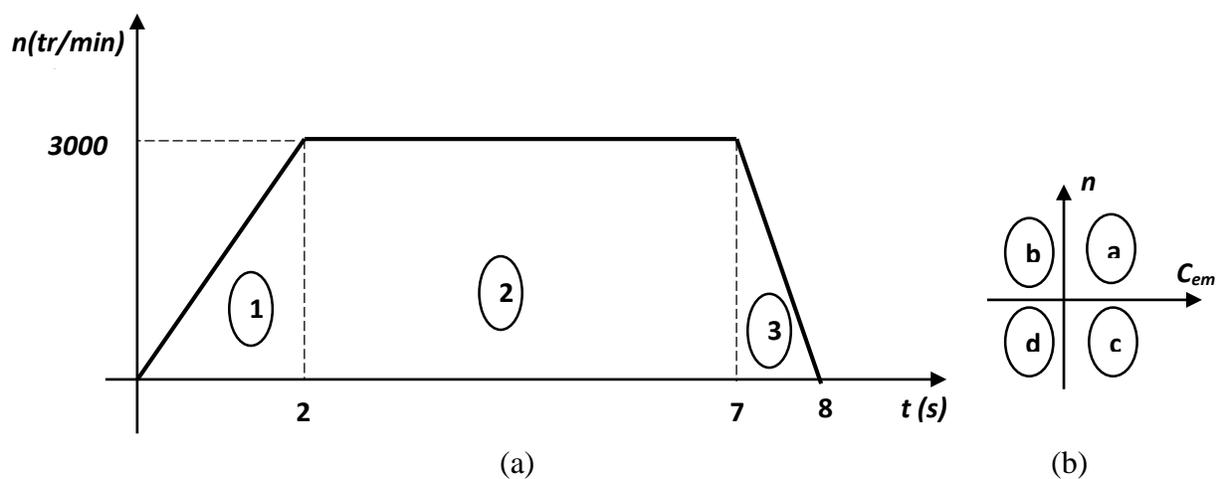


Figure 01 : Zones de fonctionnement de la machine

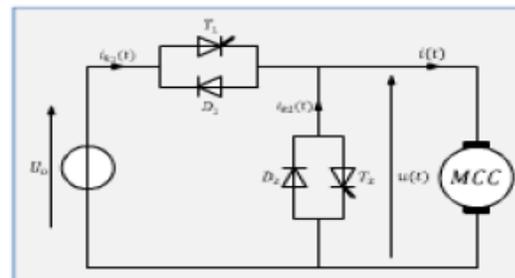
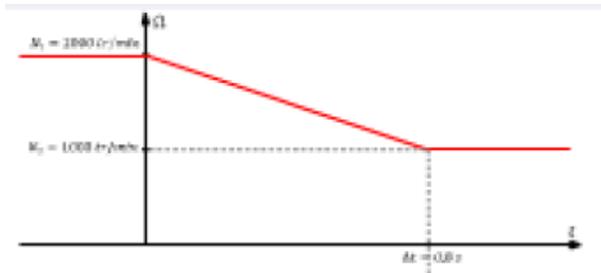
- 1- Déterminer les valeurs de couple dans les trois cas présentés dans la figure 01. a ?
- 2- Présenter le couple électromagnétique graphiquement $C_{em}(t)$?
- 3- Parmet les quadrants dans la figure 01.b, préciser le cas correspond à la zone 03 dans la figure 01.a ?
- 4- Présenter un schéma d'un hacheur adapté au fonctionnement de la machine (figure 01.a) ?

Exercice 04:

Soit un hacheur Réversible en courant C tel que $C_r = 20 \text{ Nm}$. La MCC à caractéristique suivant :

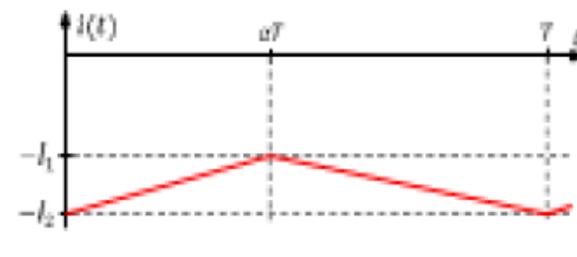
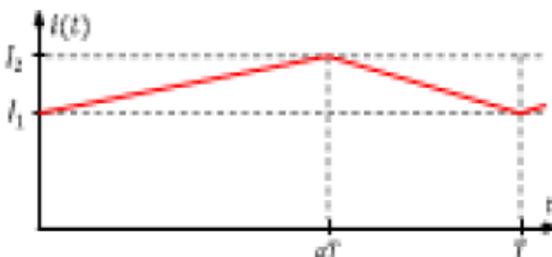
$R=0.5 \Omega$; $K' = 1.4 \text{ Nm/A}$; $j=0.25 \text{ kg.m}^2$. $P_c=0$,

$U_0=500\text{V}$ 0 à αT : T1 est commandé / αT à T : T2 est commandé



- 1 Calculer et tracer C_{em} pour les trois cas
- 2- Tracer l'allure de $u(t)$ et déduire la valeur moyenne en fonction U_0 et α
- 3- Ecrire la relation entre U et I , N
- 4- Déduire que : $\alpha=2.93 \cdot 10^{-4} \cdot N + 7.14 \cdot 10^{-4} \cdot C_{em}$
- 5- tracer α en fonction t

- avec $\alpha=0.6$ et $I_{min}=13.1\text{A}$ et $I_{max}=15.5\text{A}$ (figure a)



- 6-Indiquer les composants passants pendant un période
- 7-calculer la valeur moyenne du courant
- 8-Tracer $i_{k1}(t)$ et $i_{k2}(t)$ et calculer les valeurs moyennes
- 9-calculer la puissance P_o fournit par la source de tension.

- avec $\alpha=0.45$ et $I_{min}=7.3A$ et $I_{max}=9.8A$ (figure b)

10-Indiquer les composants passants pendant un période

11-calculer la valeur moyenne du courant et quel est la condition au niveau de source de tension

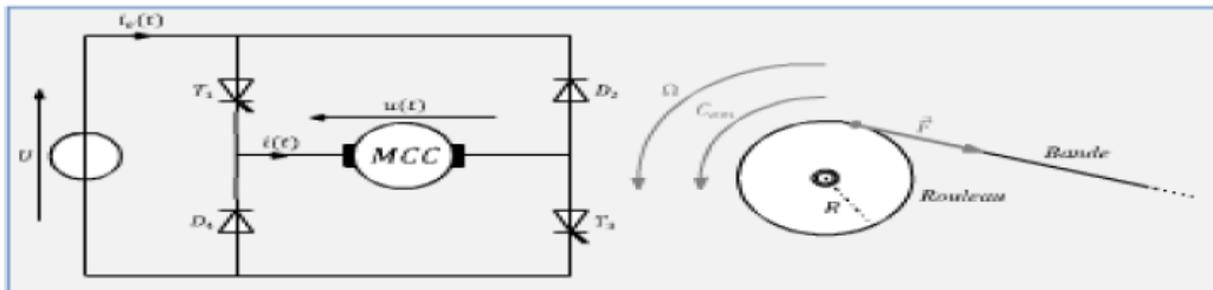
12-Tracer $i_{k1}(t)$ et $i_{k2}(t)$ et calculer les valeurs moyennes

9-calculer la puissance P_o fournit par la source de tension.

Exercice 05 :

Soit un hacheur Réversible en tension tel que la MCC à caractéristique suivant :

$R=0 \Omega ; L=10mH, K' = 0.8 Nm/A; j=0.25 kg.m^2. Pc=0, I > 0, N const, la force F=50N .U=120V , f=5 KHZ 0 \text{ à } \alpha T : T1 \text{ et } T2 \text{ sont commandés}$



1-calculer la valeur moyenne du moment du couple Cem pour un rayon $R=15$ cm.

2-préciser les composants passants puis tracer $u(t)$ * 3- calculer la valeur moyenne du $u(t)$ en fonction de U et α .

4-tracer l'allure de $i(t)$. Montre que $\Delta I = 2U/Lf (1-\alpha)\alpha$

5 si $\alpha=0.6$ calculer $\Delta I, I_{max}$ et I_{min}

6-tracer $u(t)$ $i(t)$ ainsi $i_s(t)$ * 7-calculer la vitesse $\Omega(t)$ * 8- calculer Pem

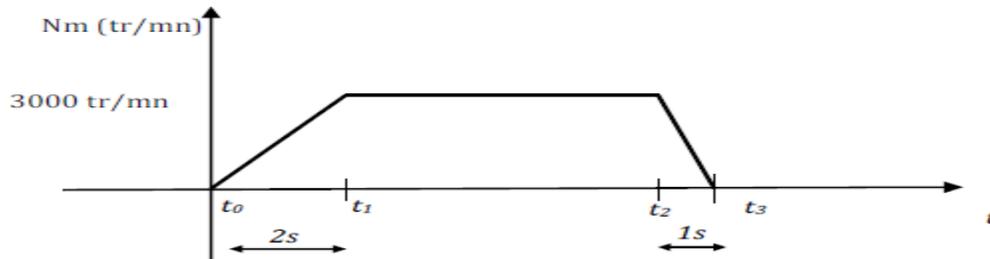
9-si $\alpha=0.45$ calculer $\Delta I, I_{max}$ et I_{min}

Exercice 6 :

L'association du convertisseur et de la motorisation doit permettre le fonctionnement de la machine à courant continu (MCC) dans les 4 quadrants mécaniques, c'est-à-dire la circulation dans les deux sens de marche et le freinage électrique.

La machine considérée est à excitation indépendante constante. On néglige la réaction d'induit, le couple de pertes est également constant. Cette machine est couplée à une charge imposant un couple résistant indépendant de la vitesse, elle doit dans l'utilisation qui en est fait avoir une

évolution de vitesse $N(t)$ satisfaisante au cycle ci-dessous. Lorsque la vitesse est nulle, un système mécanique maintient l'ensemble à l'arrêt.



On a effectué quatre essais :

- Essai 1 : le moteur est désaccouplé de sa charge a une fréquence de rotation de 3000 tr/mn lorsque le circuit d'induit (inductance de lissage et induit) est alimenté sous 278 V en absorbant 1.05 A.
- Essai 2 : Un essai de mise en vitesse de l'ensemble est effectué à un courant constant d'intensité 25 A. Au bout d'une seconde, la fréquence de rotation atteint 1140 tr/mn.
- Essai 3 : Une mesure volt-ampèremétrique de la résistance totale du circuit d'induit (inductance de lissage comprise) a donné 3Ω .
- Essai 4 : A vitesse stable $N= 3000$ tr/mn, la machine absorbe 16 A.

- 1)** Rappeler les équations de la machine à courant continu à excitation constante.
- 2)** En utilisant les données de l'essai à vide, calculer la constante de proportionnalité K_f ($V/\text{rad.s}^{-1}$).
- 3)** Déterminer le couple électromagnétique C_{em} lorsque l'ensemble machine-charge a atteint un fonctionnement stable. En déduire la valeur du moment du couple résistant total C_r .
- 4)** Déterminer le moment d'inertie J_t de l'ensemble en utilisant l'essai de mise en vitesse (N.B : le couple résistant C_r inclue le couple des pertes C_p).
- 5)** Dans l'intervalle ou la vitesse est constante, déterminer la puissance utile P_u et le moment du couple C_u sur l'arbre de la machine.
- 6)** Déterminer les valeurs des couples d'accélérations, à vitesse constante et de freinage. En déduire I_a . On prendra $C_r= 13.08$ N.m, $C_p= 0.92$ N.m, $J_t= 0.066$ kg.m² et $K_f= 0.875$ (V/rad.s⁻¹).
- 7)** Tracer le graphe de la fonction $C_{em}(t)$.