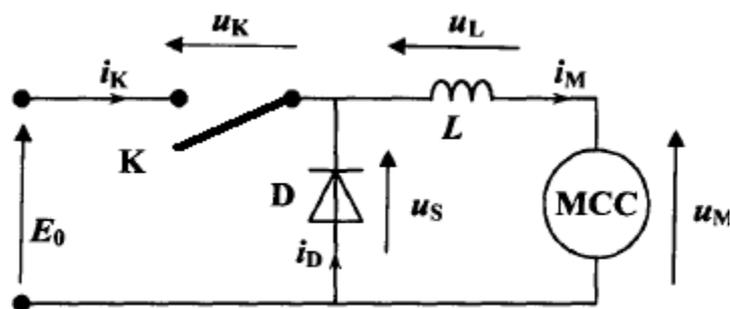


# BTS 1 Electrotechnique

## SOUS SYSTEME: Hacheur série

Durée : 4  
Séquences

Etude du hacheur série sur le moteur  
à courant continu



### Domaine électrotechnique :

- Mise en œuvre d'un variateur de vitesse.
- Mise en évidence de la solution d'asservissement de vitesse.

### Domaine Physique appliquée :

- Mettre en œuvre une association hacheur machine à courant continu. (procédure de démarrage et réglage d'un point de fonctionnement) ;
- Relever les formes d'ondes pour en déduire les intervalles de conduction.
- Régler et mesurer un rapport cyclique ;
- Mesurer les valeurs moyennes, l'ondulation du courant, et les puissances.
- Identifier la nature du fonctionnement : réversibilité, sens du transfert de puissance.

## Structure du TP

### Caractéristique de fonctionnement d'un hacheur sur MCC

Etude simplifiée d'une boucle de régulation.

Mise en évidence de la nécessité de réaliser un asservissement de vitesse.

Relation entre  $U$  moyen et le rapport cyclique

Action de la fréquence sur l'ondulation du courant.

Action de la fréquence de hachage sur la conduction continue et discontinue.

Mise en œuvre du hacheur et relever de forme d'onde à vide

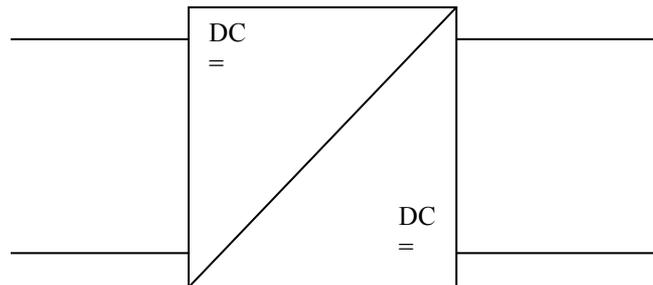
Mise en situation :

La variation de vitesse est nécessaire dans de nombreuses applications.

(Ascenseur, convoyeur, machine outils)

Pour assurer la variation de vitesse, le convertisseur doit agir sur les grandeurs contrôlant la vitesse.

Pour les machines à courant continu, on utilise des hacheurs qui réalisent des conversions continues- continues :



Dans ce TP, nous allons étudier le comportement de ce hacheur et définir expérimentalement l'adoption d'une stratégie de régulation de vitesse pour le pilotage du moteur en charge variable.

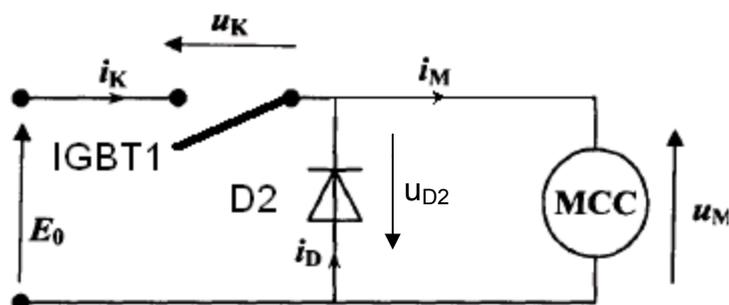
### 1. Mise en œuvre du hacheur série

On dispose d'un banc de test pédagogique permettant de réaliser différents types de hacheurs.

Le moteur utilisé comme charge fonctionne sous 24V DV.

On dispose d'une alimentation DC variable 0-300V DC - 10A.

Le schéma à étudier est le suivant :



On désire relever les formes d'ondes  $u_M(t)$  et  $i_M(t)$  aux bornes du moteur ainsi que leurs valeurs moyenne et efficace.

- 1.1. Dessiner le schéma de montage du dispositif permettant d'obtenir les mesures désirées.
- 1.2. Placer le sélecteur de fonction sur Hacheur série.
- 1.3. La fréquence de pilotage est réglée au minimum.
- 1.4. Régler la tension DC de la source à  $U_{DC}$  24V DC.
- 1.5. Mettre l'interrupteur du signal de commande sur interne et régler avec le potentiomètre une vitesse de  $2000 \text{ tr.min}^{-1}$  lors de la mise sous tension. (Tension générée tachy = 4.53V)
- 1.6. Imprimer les oscillogrammes obtenus et interpréter les signaux à l'aide du professeur.
- 1.7. Observer les formes d'ondes  $u_K(t)$  et  $u_{D2}(t)$ .
- 1.8. Placer les intervalles de conduction des interrupteurs statique IGBT1 et D2.
- 1.9. Rappeler ce qu'est une conduction continue ou discontinue.
- 1.10. Identifier le régime de fonctionnement de notre montage.
- 1.11. Augmenter la fréquence de pilotage du hacheur et réajuster la vitesse à  $1000 \text{ tr.min}^{-1}$ .
- 1.12. Identifier le nouveau régime de conduction du courant et imprimer l'oscillogramme.
- 1.13. Sur les deux oscillogrammes, relever la fréquence mini et maxi du hacheur.

## 2. Ondulation du courant

*On va charger le moteur à courant continu avec le frein à courant de Foucault.*

*Lors des essais, on chargera le moteur de manière à avoir un courant moyen de 2A pour une vitesse de  $1000 \text{ tr.min}^{-1}$ .*

- 2.1. Mettre la fréquence minimum, et relever l'ondulation du courant circulant dans le moteur.
- 2.2. Mettre la fréquence maximum et relever l'ondulation du courant circulant dans le moteur.
- 2.3. Comparer les résultats obtenus.

### 3. Valeur moyenne et rapport cyclique.

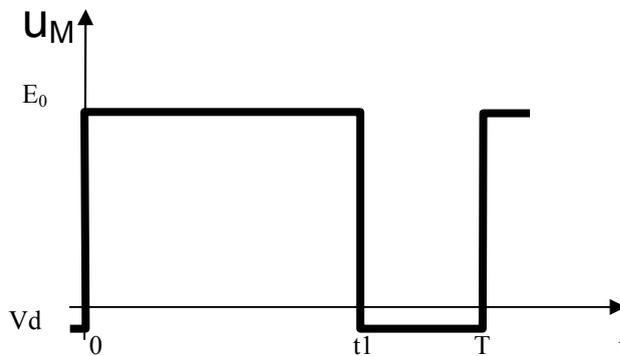
Lors des essais, on fera fonctionner le moteur à vide avec une fréquence de pilotage maximale.

Le rapport cyclique est le rapport entre le temps  $t_1$  de conduction de l'interrupteur statique IGBT1 sur la valeur de la période  $T$ .

Soit 
$$\alpha = \frac{t_1}{T}$$

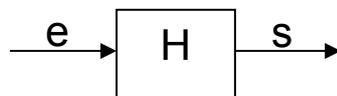
- 3.1. Relever la courbe de la tension moyenne  $\langle u_M \rangle$  en fonction de la vitesse  $n$  en  $\text{tr.min}^{-1}$  et du rapport cyclique noté  $\alpha$ . On utilisera la fiche Excel fournie.

On donne la courbe théorique de la tension aux bornes du moteur.



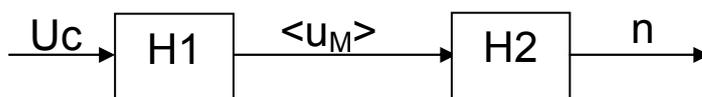
- 3.2. Exprimer la valeur moyenne de  $\langle u_M \rangle$  en fonction du rapport cyclique  $\alpha$ ,  $E_0$  et  $V_d$ .
- 3.3. Justifier alors les courbes obtenues en superposant la courbe pratique et théorique.
- 3.4. Exprimer alors la valeur moyenne  $\langle u_M \rangle$  en fonction de  $U_c$  si  $V_d = 0V$ .

Une fonction de transfert est un bloc permettant de passer d'une grandeur d'entrée « e » à une grandeur de sortie « s » tel que :



Avec  $s = H \cdot e$

L'ensemble Hacheur + moteur DC peut être mis sous la forme de deux fonctions de transfert  $H1$  et  $H2$ .



- 3.5. A l'aide de la courbe trouvée en 3.1. , déterminer la valeur de H2 en utilisant la « loi H2 » de la fiche excel.

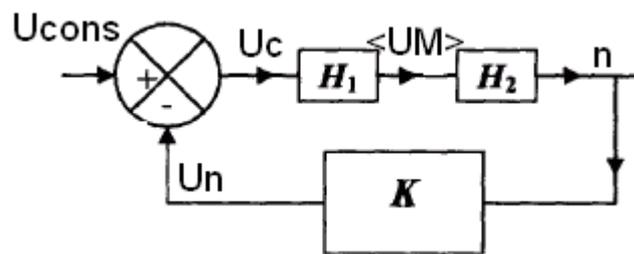
On considère que de  $U_c = 0$  à  $10V$ , le rapport cyclique  $\alpha$  évoluera de 0 à 1 , alors on peut écrire :  $\alpha = \frac{U_c}{10}$ .

- 3.6. Déterminer la valeur de H1 en utilisant l'expression déterminée en 3.5

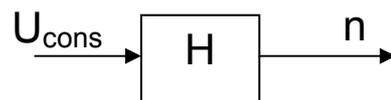
#### 4. Etude de la régulation de vitesse.

- 4.1. Mettre le moteur à la vitesse de  $1000 \text{ tr.min}^{-1}$ , et agir sur le frein en amenant le courant moyen à 1A, 2A puis 3A.  
 4.2. Que constate t'on sur la vitesse de la machine ?  
 4.3. Replacer le frein de telle façon que le moteur consomme 2 A, que faut il faire sur le potentiomètre pour retrouver la vitesse de  $1000 \text{ tr.min}^{-1}$  ?

Par conséquent, on va réaliser une boucle qui permet de comparer la consigne de vitesse à la consigne réelle de manière à adapter le signal présenté à la commande du hacheur pour maintenir la vitesse constante quel que soit la charge demandée.



- 4.4. Exprimer n en fonction de Uc ( équation 1).  
 4.5. Exprimer Uc en fonction de Ucons et de Un.  
 4.6. En remplaçant Un par son expression en fonction de K et n, Exprimer Uc en fonction de Ucons, k et n ( équation 2).  
 4.7. En combinant les équations 1 et 2, établir l'expression de la fonction de transfert H correspondant au schéma bloc suivant :



- 4.8. Soit  $K=0.00453$ , réaliser l'application numérique donnant H.  
 4.9. Déterminer la valeur de  $U_{cons}$  pour que  $n=1000 \text{ tr.min}^{-1}$ .  
 4.10. Si le temps le permet , réaliser la boucle de régulation avec le matériel mis à votre disposition.