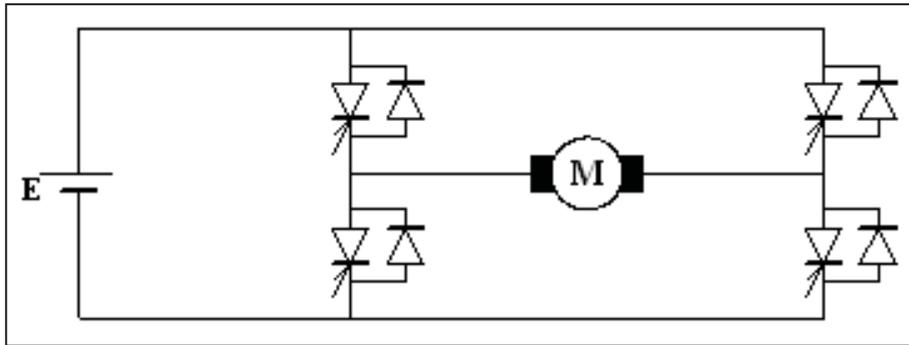


TP n° 4

Association Hacheur quatre quadrants - charge active



Compétences attendues :

En présence de la maquette EP560 :

- Déterminer la structure du convertisseur direct continu - continu,
- Etudier la circulation des courants dans le hacheur et identifier les quadrants,
- Etudier la commande séquentielle d'un hacheur 4Q et identifier sa grandeur réglante,
- Etudier l'évolution des grandeurs mécaniques couple et vitesse,
- Etudier la trajectoire du point de fonctionnement dans le plan couple vitesse et identifier les quadrants mécaniques explorés,
- Etudier les formes d'ondes en sortie du hacheur 4 Q et identifier les quadrants électriques explorés.

Vous avez à votre disposition :

- la maquette EP560 du fabricant Didalab,
- les ressources documentaires de la maquette Didalab,
- une alimentation continu variable de 0 à 250V DC 5A,
- un banc moteur à courant continu de 1,5 kW et la charge active Leroy-Somer,
- un oscilloscope numérique 2 voies 40MHz avec entrée de synchronisation,
- une sonde d'entrée différentielle ,
- une pince ampèremétrique 100 mV/A type PR30 ou équivalent,
- un ordinateur PC équipé du logiciel Excel 2000 ou supérieur.

CONSIGNES DE SECURITE :

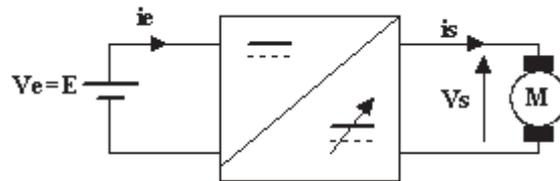
Avant une quelconque manipulation de la maquette EP560 de Didalab, veuillez lire sa notice afin de l'utiliser correctement.

Dans tous les cas, la MISE SOUS TENSION est STRICTEMENT INTERDITE si le professeur n'est pas avec vous ET n'en a pas donné l'autorisation.

De même, il faut s'assurer que le montage est HORS TENSION avant de le décâbler. Si ce n'est pas le cas, appeler le professeur.

TRAVAIL DEMANDE :

1^{ère} partie : Détermination de la structure du convertisseur DC/DC



On se propose de déterminer la structure d'un convertisseur permettant, à partir d'une batterie d'accumulateurs, d'alimenter une machine à courant continu à aimants permanents.

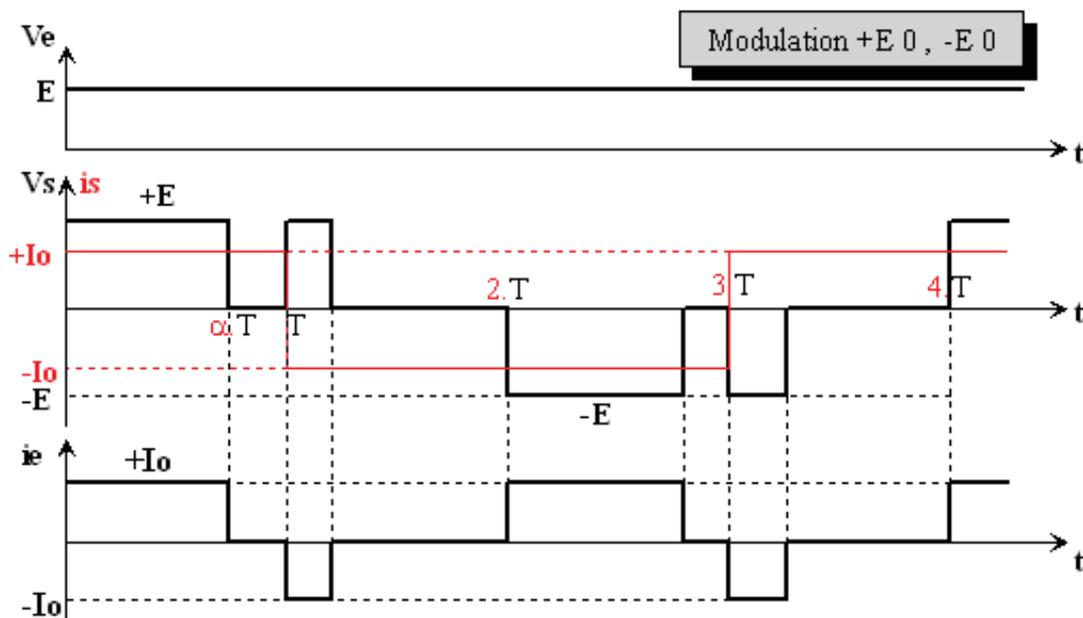
On souhaite obtenir côté charge :

- une tension moyenne : $-E < V_{smoy} < +E$
- un courant $i_S = I_o > 0$ ou < 0 pour une tension $V_s(t) > 0$ ou < 0 .

1.1- A partir du cahier des charges, déterminer la nature et les réversibilités (en courant et en tension) des sources d'entrée et de sortie du convertisseur d'énergie.

1.2- Identifier sur la structure de base d'un convertisseur direct DC/DC, les séquences de fonctionnement nécessaires pour contrôler le transfert d'énergie entre les sources d'entrée et de sortie. Pour les différentes séquences, représenter dans le plan (i_k, v_k) , les points de fonctionnement de chaque interrupteur.

1.3- En déduire la caractéristique statique des interrupteurs utilisés.



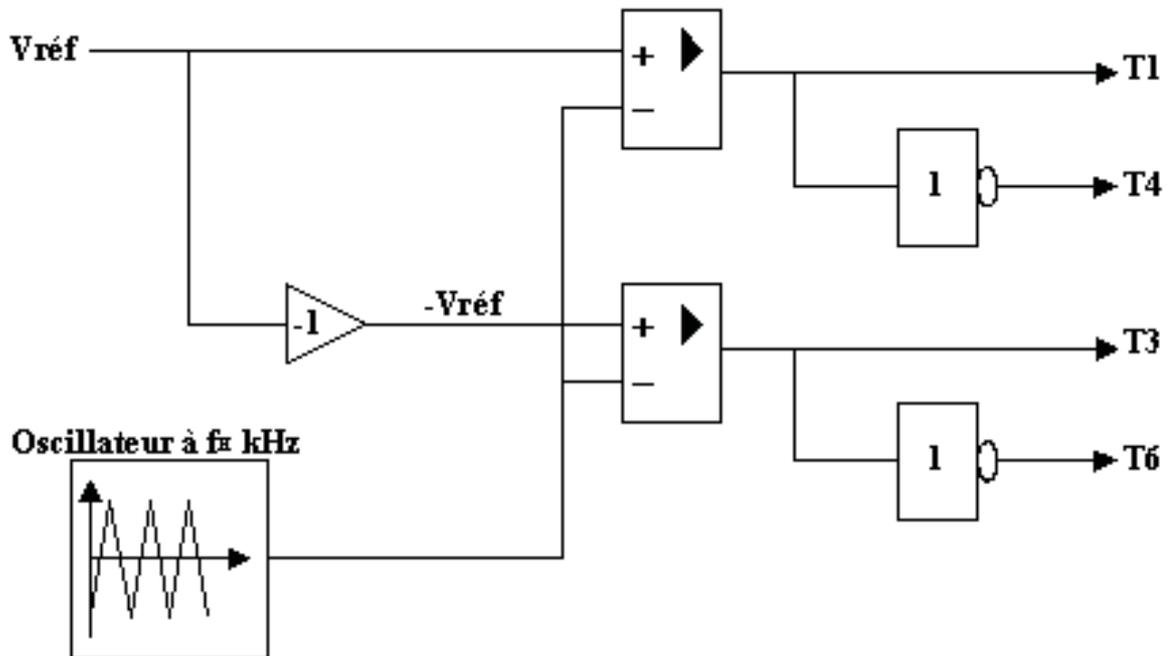
1.4- On donne les formes d'ondes idéalisées de V_e , V_s , i_e et i_s :

En déduire l'enchaînement des séquences et le mode de commutation de chaque interrupteur.

1.5- Après avoir choisi les interrupteurs adéquats, dessiner le schéma structurel du convertisseur qui permet de réaliser la conversion d'énergie souhaitée.

1.6- Pour les quatre cas possibles, compléter le Document Réponse A en indiquant les interrupteurs statiques (T1, D1, T2, D2, etc...) passants, les modes et quadrants de fonctionnement explorés par l'ensemble hacheur - MCC.

1.7- En vous aidant des questions précédentes, compléter le Document Réponse B. Pour les quatre quadrants possibles, vous représenterez en bleu le parcours du courant pendant la phase active (échange d'énergie entre la source E et la MCC) et en vert le parcours du courant pendant une phase de roue libre (MCC court-circuitée).



Pour obtenir les formes d'ondes souhaitées, les signaux de commande des IGBTs sont élaborés par un circuit électronique dont le schéma de principe est le suivant :

1.8- En vous aidant du schéma de principe de la commande précédent, compléter le Document Réponse C (pour $V_{ref} > 0$ et $V_{ref} < 0$).

1.9- On rappelle que la vitesse de rotation de la MCC (à excitation constante ou à aimants permanents) est réglable par l'intermédiaire de la tension appliquée à l'induit.

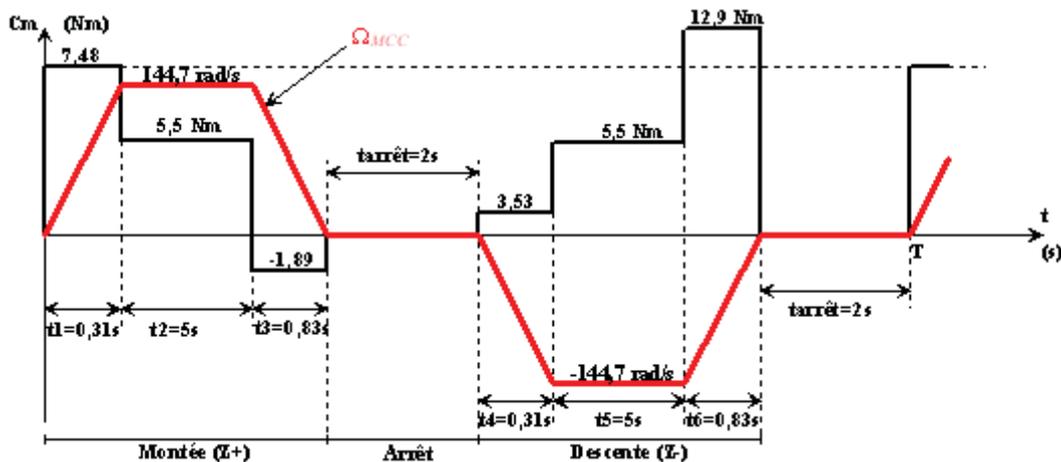
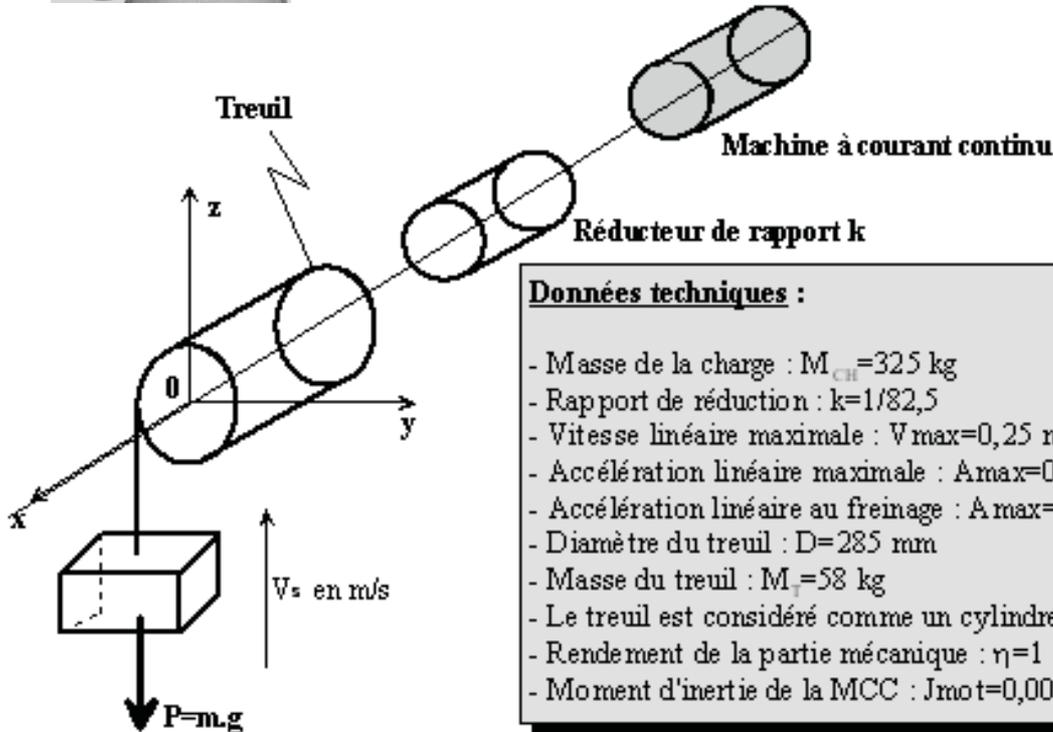
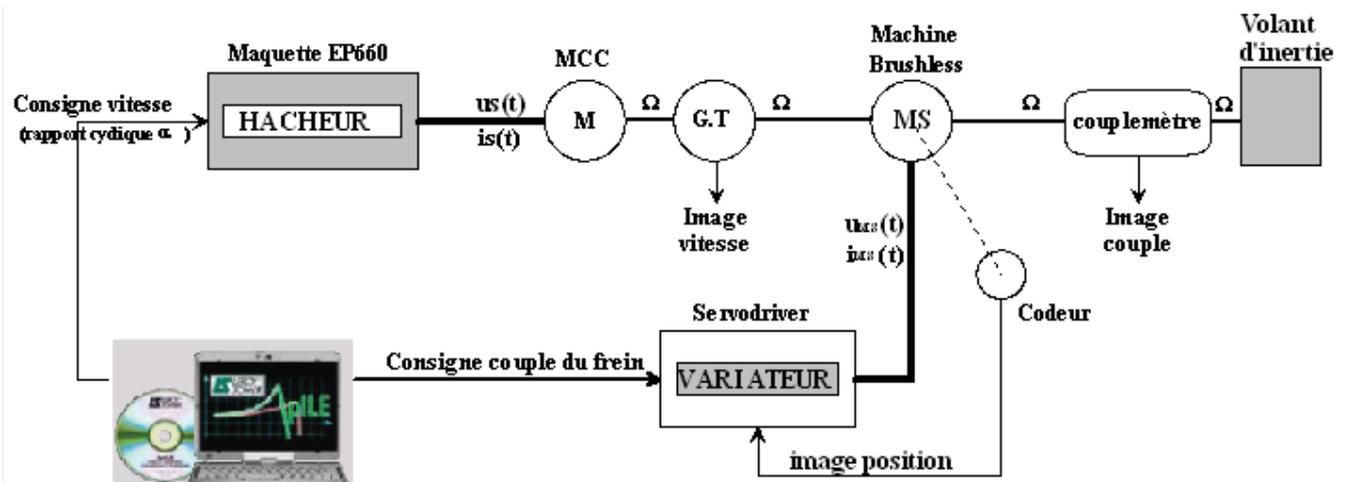
Sur quelle grandeur électrique agit-on pour modifier le rapport cyclique α du hacheur et ainsi contrôler la vitesse de la machine à courant continu ?

2ème partie : Quadrants de fonctionnement explorés

Dans le cadre d'une application de type levage, on se propose de relever le courant et la tension en sortie du hacheur et ainsi vérifier la pertinence du choix d'un quatre quadrants.

Pour cela, on dispose de la maquette EP560 de Didalab et d'un banc moteur associé à la charge active de Leroy-Somer.

Présentation du banc d'essai



2.4- Comparer les courbes théoriques et réelles des grandeurs mécaniques $\Omega_{MCC}(t)$ et $C_m(t)$. Discuter sur les éventuels écarts entre les courbes attendues et réelles.

2.5- Identifier, sur la courbe $C_m(\Omega_{MCC})$, les différentes phases de fonctionnement suivantes : accélération en montée, vitesse constante en montée, décélération en montée, arrêt, accélération en descente, vitesse constante en descente et décélération en descente.

2.6- L'ensemble hacheur - charge active est-il totalement réversible d'un point de vue mécanique ? Si oui, le système est-il également totalement réversible d'un point de vue électrique ?

Tracés des courbes $u_S(t)$ et $i_S(t)$ en sortie du hacheur

Après avoir mis en service la maquette EP560 et choisi le mode de fonctionnement "hacheur 4Q", réglez la fréquence de hachage f_H à 1 kHz.

Programmez ensuite la charge active pour obtenir les courbes couple $C_m(t)$ et $\Omega_{MCC}(t)$ permettant de simuler l'application de type levage.

Réglez votre oscilloscope pour visualiser simultanément la tension de sortie $u_S(t)$ et le courant de sortie $i_S(t)$ du hacheur.

2.7- Pour les différentes phases de fonctionnement (accélération en montée, vitesse constante en montée, décélération en montée, arrêt, accélération en descente, vitesse constante en descente et décélération en descente), relever simultanément la tension $u_S(t)$ et le courant $i_S(t)$ en sortie du hacheur (sur 2 à 3 périodes).

Pour cela, il faut capturer la tension et le courant lors de chaque phase.

2.8- Pour deux des courbes (montée et descente à vitesse constante), indiquer les intervalles de conduction des interrupteurs statiques (T1, T3, T4, T6, D1, D3, etc...), ainsi que les phases "actives" et "roues libres".

2.9- Sachant qu'il existe deux types de modulation (+E 0, -E 0 et +E -E), identifier celle utilisée par ce hacheur 4 Q.

2.10- Pour chaque courbe $u_S(t)$ et $i_S(t)$ (accélération constante en montée, montée à vitesse constante, ...), déterminer les signes des valeurs moyennes et en déduire les quadrants de fonctionnement explorés d'un point de vue électrique.

Estimation du couple du moteur en fonctionnement dynamique du système de levage

