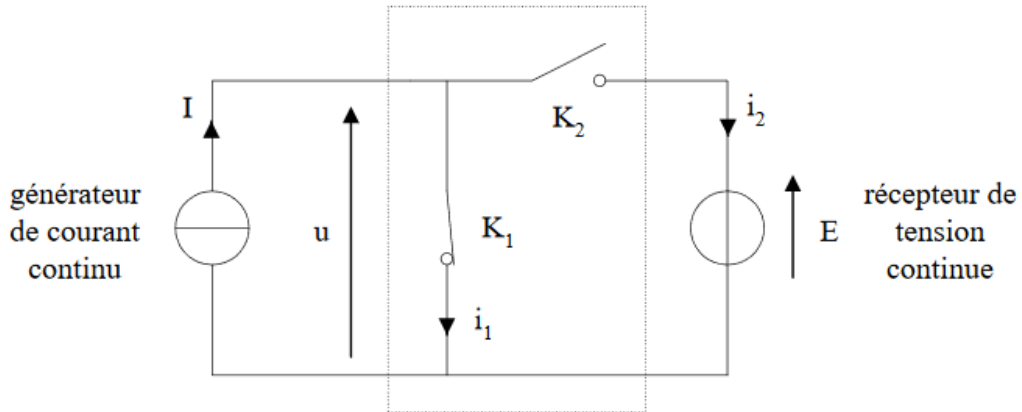


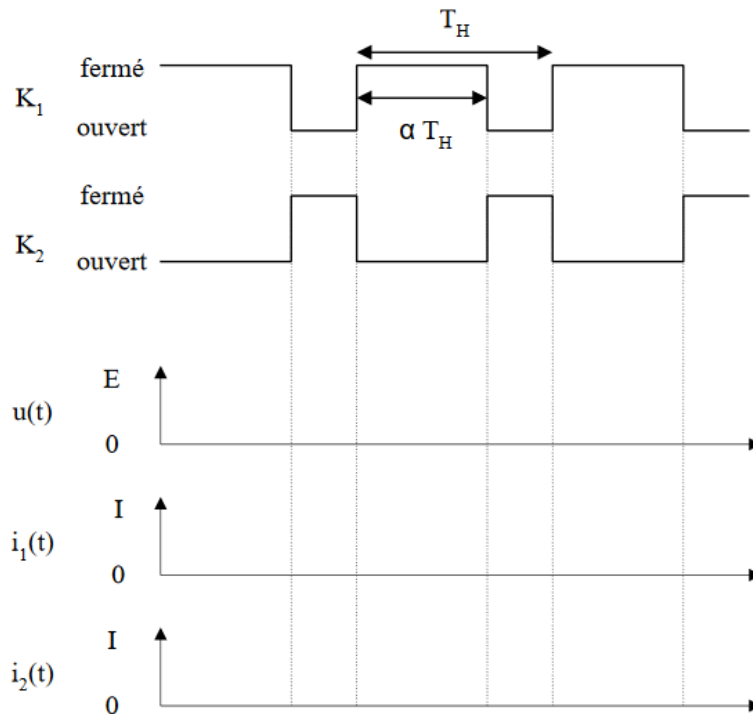
Exercice 1

Hacheur parallèle

Dans le montage ci-dessous, les deux interrupteurs électroniques sont supposés parfaits.



1. On donne les séquences de conduction de K_1 et K_2 . Compléter les chronogrammes :



2. Donner la relation entre $\langle u \rangle$, α et E .

Exercice 2

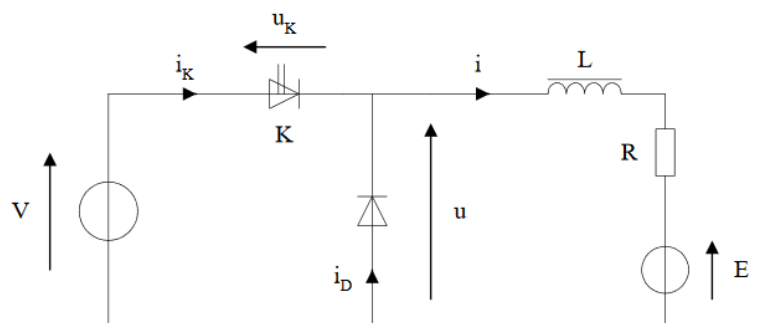
Un moteur à courant continu travaillant à couple constant est inclus dans le montage ci-contre :

Le hacheur fonctionne à une fréquence $f = 500$ Hz.

L'interrupteur K est fermé lorsque $0 < t < \alpha T$ et ouvert entre αT et T .

La diode est supposée parfaite. L'inductance de la bobine de lissage L est de valeur suffisante pour que le courant dans le moteur soit considéré comme constant : $i = I = cte$.

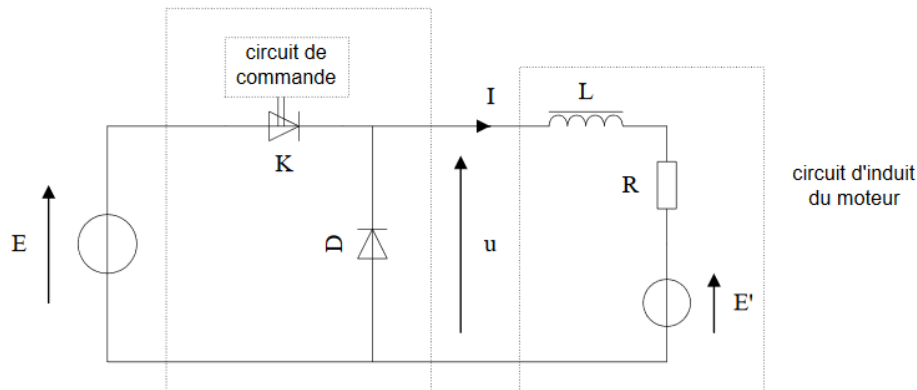
La résistance de l'induit du moteur est : $R = 1 \Omega$.



1. Représenter les allures de u et i_K en fonction du temps.
2. Exprimer la valeur moyenne de u en fonction de V et α .
3. Représenter les allures de i_K et i_D en fonction du temps.
4. Exprimer les valeurs moyennes des courants i_K et i_D en fonction de I et α .
5. Déterminer l'intensité I du courant dans le moteur en fonction de V , E , R et α .
6. Application numérique : Calculer $\langle u \rangle$, I et $\langle i_D \rangle$ pour $V = 220$ V, $E = 145$ V et $\alpha = 0,7$.
7. Établir la relation liant la vitesse n du moteur (en tr/min) à α pour $E = 0,153$ n, sachant que $R = 1$ Ω , $V = 220$ V et $I = 9$ A.
8. Tracer n en fonction de α .

Exercice 3

On alimente un moteur à courant continu dont le schéma équivalent est donné ci-dessous, à l'aide d'un hacheur. L'interrupteur électronique K et la diode sont supposés parfaits.



La période de hachage est T , le rapport cyclique α . L'inductance L du bobinage de l'induit du moteur a une valeur suffisante pour que la forme du courant dans l'induit soit pratiquement continue. Le hacheur est alimenté par une tension continue $E = 220$ V.

La f.c.é.m. E' du moteur est liée à sa vitesse de rotation n par la relation :

$$E' = 0,20 n \text{ avec } E' \text{ en V et } n \text{ en tr/min. L'induit a pour résistance } R = 2,0 \Omega.$$

1. Etude de la tension u pour $\alpha = 0,80$.

1.1 Représenter, en la justifiant, l'allure de la tension u .

On prendra comme instant origine celui où l'interrupteur K se ferme.

1.2 Déterminer l'expression littérale de la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de la tension u , en fonction de E et du rapport cyclique α . Calculer sa valeur numérique.

2. Fonctionnement du moteur pour $\alpha = 0,80$.

Le moteur fonctionne en charge, la valeur moyenne du courant d'induit est $\langle I \rangle = 10$ A.

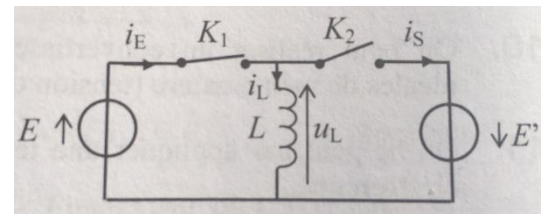
Déterminer E' et en déduire n .

3. Le dispositif de commande du hacheur est tel que le rapport cyclique α est proportionnel à une tension de commande u_c : $\alpha = 100$ % pour $u_c = 5$ V.

Tracer la caractéristique $\langle u \rangle$ en fonction de u_c .

Exercice 4

On considère le hacheur suivant alimenté par une source de tension et dont la charge est aussi une source de tension. La bobine et les deux interrupteurs sont considérés comme parfaits. K_1 est fermé sur $[0 ; \alpha T]$ et ouvert sur $[\alpha T ; T]$.



1. Décrire l'état de l'interrupteur K_2 sur une période. Justifier.

2. En régime permanent, déterminer les variations de $i_L(t)$. On introduira une valeur maximale I_{\max} et une valeur minimale I_{\min} .

3. Comme tous les composants sont idéaux, il y a conservation de la puissance : la puissance moyenne fournie par le générateur est égale à celle reçue par la charge. En déduire les valeurs possibles de α pour que le hacheur joue bien le rôle d'élevateur de tension.

Exercice 5

Commande d'un moteur de portail par un hacheur

Le moteur est commandé par un pont de puissance dit en H fonctionnant en hacheur. Ceci permet de faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre, à la vitesse désirée.

La tension d'alimentation du hacheur, fournie par une batterie, est notée U .

Les diodes D_1, D_2, D_3 et D_4 sont supposées parfaites.

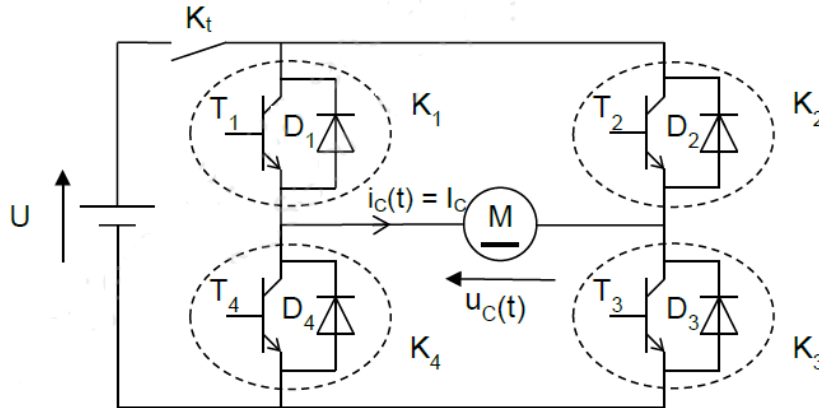
Les transistors T_1, T_2, T_3 et T_4 fonctionnent en commutation : ils sont soit bloqués (interrupteurs ouverts) soit saturés (interrupteurs fermés).

La charge du hacheur est constituée de l'induit du moteur à courant continu.

Le courant d'intensité i_c est considéré comme constant : $i_c = I_c = 3,5 \text{ A}$.

On note $u_c(t)$ la tension aux bornes du moteur et $\langle u_c \rangle$ sa valeur moyenne.

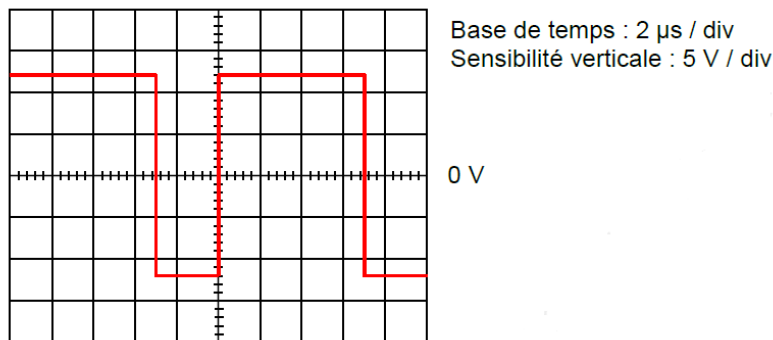
On désigne par α le rapport cyclique du hacheur.



1. Expliquer l'intérêt d'alimenter l'induit du moteur par l'intermédiaire d'un hacheur.
2. Indiquer dans le tableau ci-dessous les composants passants.

t (μs)	de 0 à αT	de αT à T
Interrupteurs commandés	K_1 et K_3	K_2 et K_4
Composants passants		

La Figure ci-dessous représente l'oscillogramme de la tension $u_c(t)$ aux bornes du moteur.



Oscillogramme de $u_c(t)$

3. Déterminer la valeur de la tension U fournie par la batterie.
4. Déterminer la période T de fonctionnement du hacheur. En déduire la fréquence f de fonctionnement.
5. Déterminer la valeur du rapport cyclique α .

On considère que la vitesse n est positive lorsque le portail s'ouvre et négative lorsqu'il se ferme.

6. Montrer que $\langle u_c \rangle = (2\alpha - 1) \times U$. Calculer $\langle u_c \rangle$.

La f.é.m. E est proportionnelle à la vitesse de rotation n du moteur : $E = 6,82 \cdot 10^{-3} \times n$ avec n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ et $E = 2,35 \text{ V}$.

7. Calculer la vitesse de rotation n du moteur.