

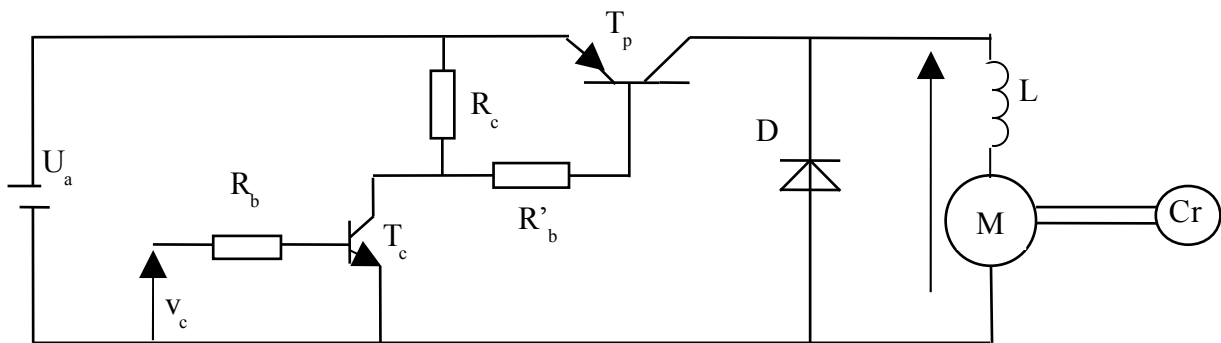
TP n°17 : commande d'un moteur à courant continu par un bloc hacheur.

→ But du TP : le but de ce TP de seconde année est l'étude de la machine à courant continu (en moteur ou en génératrice). Lors de la commande en moteur, on utilisera un bloc hacheur constitué de deux transistors. Ce TP servira donc à revoir le fonctionnement des transistors (saturé ou linéaire) en vue de commander le moteur à vide ou en charge.

1) Étude pratique et théorique d'un circuit de commande du moteur : bloc hacheur.

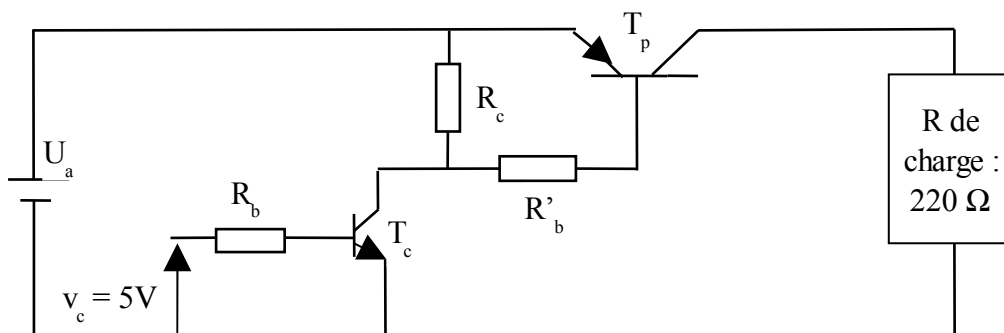
Le bloc Hacheur est constitué de deux transistors T_c (NPN 2222) et T_p (PNP BD204) dont les caractéristiques sont présentes dans le répertoire classe.

- T_c transistor faible puissance caractérisé par un $\beta=200$.
- T_p transistor de puissance caractérisé par un $\beta=50$.
- D diode de puissance.
- R_b = 10 k Ω , R'_b = R_c = 1 k Ω
- U_a = 24 V, v_c(t) sera le signal de commande carré évoluant entre 0 et 5V de fréquence fixe et de rapport cyclique variable.

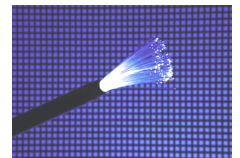


Étude du bloc hacheur :

Pour étudier le bloc hacheur seul, on remplacera dans un premier temps le moteur par une simple résistance de puissance de valeur 220 Ω :



La tension de commande du transistor T_c sera une alimentation continue de V_c = 5 V.



Mesures : en précisant les appareils utilisés, donner les valeurs mesurées des grandeurs suivantes :

Tensions aux bornes de R charge :	
Tension aux bornes de Rb' :	
Tension aux bornes de Rc :	
Tension V_{BE} aux bornes de Tp :	
Tension V_{CE} aux bornes de Tp :	
Tension V_{BE} aux bornes de Tc :	
Tension V_{CE} aux bornes de Tc :	
Tension aux bornes de Rb :	

En déduire tous les courants « mesurés » sur le premier schéma de l'annexe.

Calculs en considérant que les deux transistors sont en régime linéaire : quelle est la relation entre les courants I_c et I_b lorsque un transistor fonctionne en régime linéaire ?

Calculer alors tous les courants et tensions du schéma de l'annexe en considérant que les deux transistors fonctionnent en régime linéaire. On prendra $V_{BE} = 0,7$ V pour Tc et $V_{BE} = 1,5$ V pour Tp.

Les calculs correspondent-ils aux mesures précédentes ? Si les calculs étaient corrects, pourrait-on placer le moteur à la sortie de ce montage sachant que le moteur absorbe un courant maximal de $I = 180$ mA ?

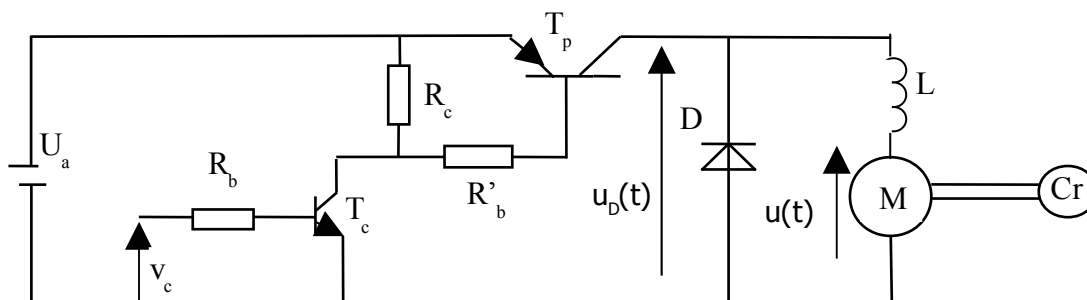
Calculs en considérant que les deux transistors sont en régime saturé : quelle est la relation entre les courants I_c et I_b lorsque un transistor fonctionne en régime saturé ?

Calculer alors tous les courants et tensions du schéma de l'annexe en considérant que les deux transistors fonctionnent en régime saturé. On prendra $V_{BE} = 0,7$ V et $V_{CE} = 0,4$ V pour le transistor Tc et $V_{BE} = 1,5$ V et $V_{CE} = 1$ V pour Tp.

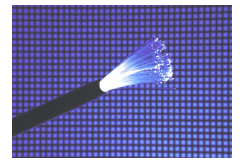
Les calculs correspondent-ils aux mesures précédentes ? Pourra-t-on brancher le moteur sur le bloc hacheur ?

2) Étude par identification d'un deuxième circuit RC.

On remplace dorénavant la résistance de charge de $R = 220$ W par le moteur à courant continu et la diode suivant le schéma rappelé ci-dessous :



$V_c(t)$ est un signal carré [0-5 V] de fréquence fixe et de rapport cyclique α variable (GBF). Quel est le rôle de la diode BYW29 (on précisera en particulier dans quel cas elle est passante



suivant que $V_c = 0 \text{ V}$ ou $V_c = 5 \text{ V}$? Que se passe-t-il si on ne place pas ce composant ?

Quel est le rôle de l'inductance supplémentaire L ?

Visualisation des signaux avec α constant et un moteur à vide.

On impose un rapport cyclique α égal à 0,5 et une fréquence de l'ordre du kHz.

Pour $L = L_{\min}$, relever les chronogrammes de $V_c(t)$, de $u(t)$ ainsi que de la tension aux bornes de la diode $u_D(t)$. Ne pas oublier les sondes.

Sur ces chronogrammes, indiquer les périodes où la diode est passante ou bloquée et les états du transistor T_p . En insérant une résistance de $5,6 \Omega$ en série avec le moteur, relever les chronogrammes de $V_c(t)$ et de $i_{\text{moteur}}(t)$. Justifier rapidement l'allure du courant.

Noter la modification apportée à la forme du courant lorsqu'on augmente L . La valeur moyenne de ce même courant augmente-t-elle ?

Que se passe-t-il si on oppose un couple de frottement non nul au moteur ? En déduire ce qui conditionne la valeur moyenne de $i_{\text{moteur}}(t)$, ainsi que son ondulation.

Évolution de la vitesse de rotation du moteur à vide :

On choisit $L = L_{\max}$ pour avoir un courant le plus lissé possible et on enlève la résistance de $5,6 \Omega$. On règle le rapport cyclique α par l'intermédiaire du GBF.

La vitesse du moteur sera mesurée par l'intermédiaire de la fréquence du signal sortant de

l'alternateur tachymétrique : $\Omega = \frac{60 \cdot f_{\text{alt}}}{72}$ en rad/s .

Relever les valeurs de $\langle u(t) \rangle$ et de f_{alt} pour différentes valeurs de α . A l'aide d'un tableur, tracer la courbe $\langle u \rangle$ en fonction de α . Sur cette même courbe, tracer la courbe théorique (rappeler au préalable la relation théorique entre $\langle u \rangle$ et α).

Tracer la courbe $\langle u \rangle$ en fonction de la vitesse angulaire Ω . La relation $\langle u \rangle = K \cdot \Omega$ est-elle vérifiée ?

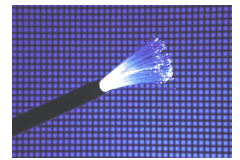
Évolution de la vitesse de rotation du moteur en charge.

Pour un rapport cyclique $\alpha = 0,5$, on fait débiter la génératrice dans un rhéostat de charge. Ceci constitue une charge pour le moteur.

Pour quelques valeurs du rhéostat, mesurer les valeurs du courant I_G et les valeurs de f_{alt} . Tracer la courbe Ω en fonction de I_G .

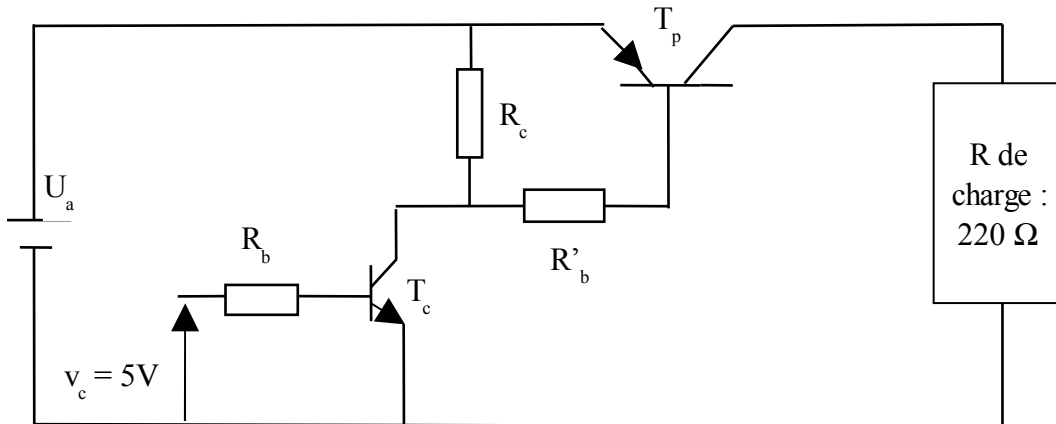
Prévoir l'allure de la courbe pour $\alpha = 0,4$ ou $\alpha = 0,6$.

Que proposez-vous pour maintenir la vitesse constante ?

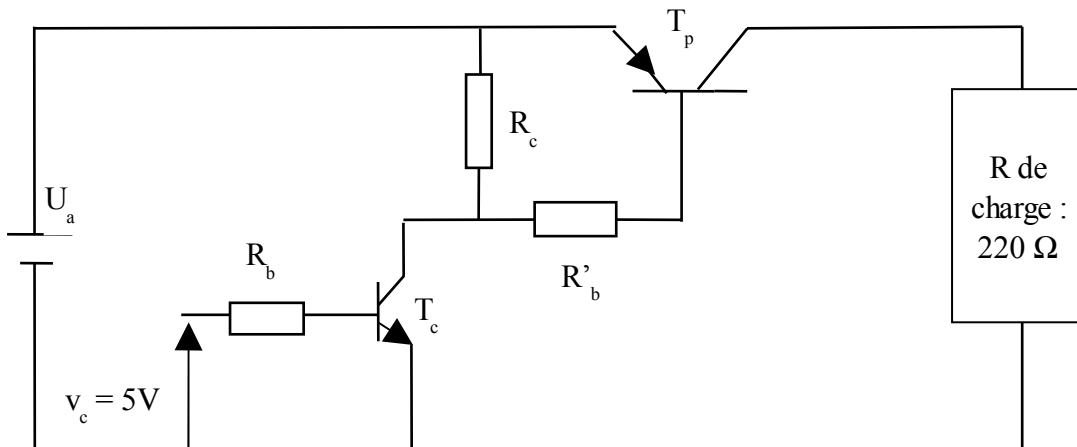


Annexe : courants et tensions pour le bloc hacheur.

Mesures :



Cas où les transistors sont en régime linéaire :



Cas où les transistors sont en régime linéaire :

