

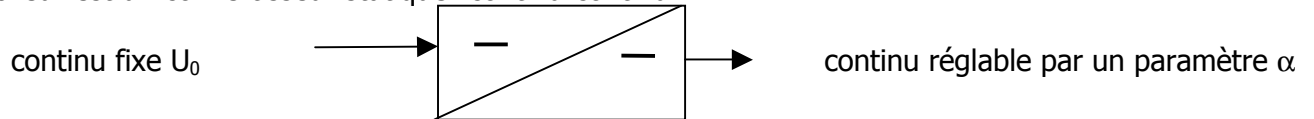


TP n°10 TGEM : étude du montage hacheur à transistors.

• **Buts du TP** : le but de ce TP est l'étude du convertisseur statique hacheur série à un transistor. On commence par rappeler le principe de ce convertisseur, puis on étudie un montage avec une charge résistive en visualisant les courbes intéressantes. Enfin, on place une charge $R + L$ et on observe les changements sur les courbes ainsi que le rôle de la diode de roue libre.

1°) - principe du hacheur série à transistor.

Un hacheur est un convertisseur statique "continu-continu".

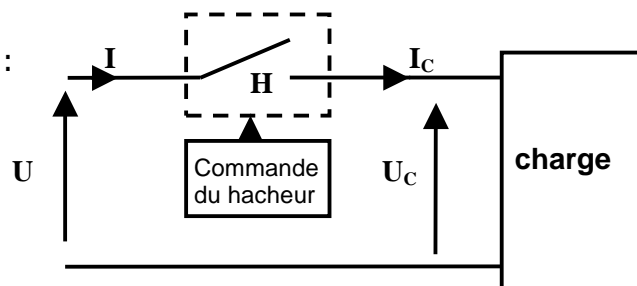


A partir d'une source de tension continue constante U_0 , il permet d'alimenter une charge sous une **tension de valeur moyenne réglable** à partir d'une source de **tension continue constante**.

Le courant fourni à la charge du hacheur, grâce à un système de lissage (bobine) peut être quasi continu, de valeur moyenne réglable.

Les hacheurs sont essentiellement utilisés pour alimenter les moteurs à courant continu dont on veut faire varier la vitesse.

Schéma de principe du hacheur série :

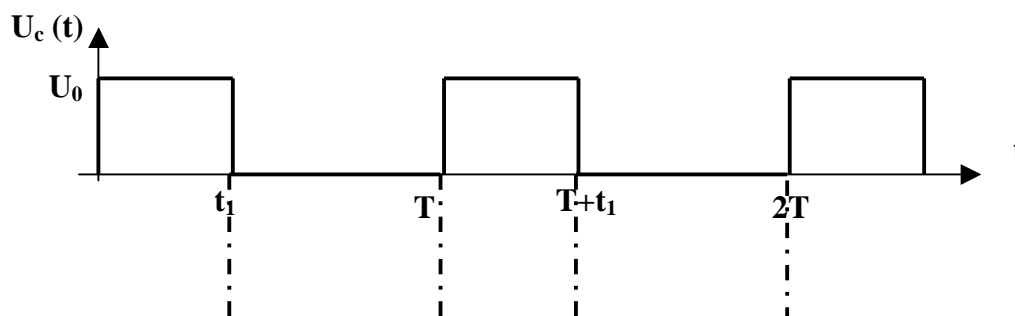


Supposons que la charge soit une simple résistance :

- Si H est fermé $U_c = U_0$ et $I = I_c$
- Si H est ouvert $I = 0$. $I_c = 0$. $U_c = R \cdot I_c = 0$.

On définit **le rapport cyclique** $\alpha = t_1/T$, où t_1 est le temps de fermeture sur une période

Chronogramme de la tension aux bornes de la charge :





La grandeur α est le rapport cyclique et est une grandeur fondamentale : **elle varie de 0 à 1 et n'a pas d'unité.**

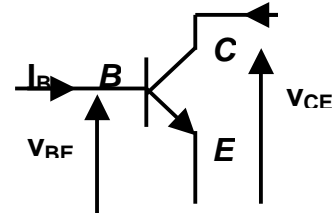
Exprimer la valeur moyenne de $u_c(t)$ en fonction de α et de U_0 :

L'action sur α permet donc de régler la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge, de **0 à U_0** .

L'interrupteur H doit pouvoir être commandé à l'ouverture et à la fermeture : on utilisera un transistor bipolaire NPN.

Fonctionnement : le transistor est un composant semi-conducteur présentant 3 bornes :

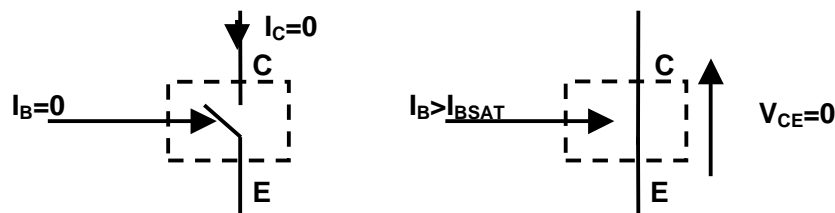
Collecteur C
Base B
Emetteur E



Le transistor sera utilisé ici comme un interrupteur de bornes **C** et **E**. L'ouverture et la fermeture de cet interrupteur sont commandés par le courant de base I_B :

- si $I_B > I_{B0}$, l'interrupteur **C-E** est fermé ;
- si $I_B = 0$, l'interrupteur **C-E** est ouvert.

On peut alors schématiser le transistor de la manière suivante :



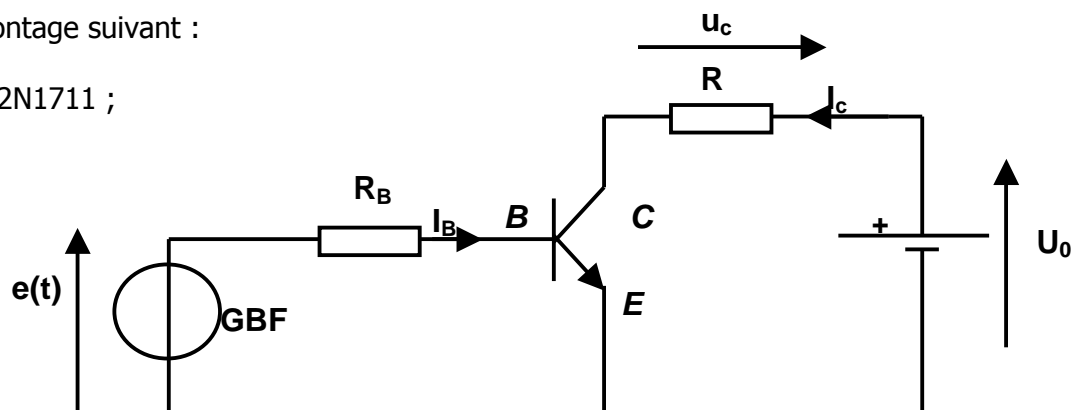
Si on désire utiliser le transistor en interrupteur commandé (fonctionnement dit en commutation) le circuit de commande doit fournir deux valeurs possibles au courant I_B : $I_B = 0$ et $I_B > I_{BSAT}$.

2°) - . premier montage à transistor

On considère le montage suivant :

Transistor utilisé : 2N1711 ;

$U_0 = 30V$
 $R = 1\text{ k}\Omega$
 $R_B = 4,7\text{ k}\Omega$

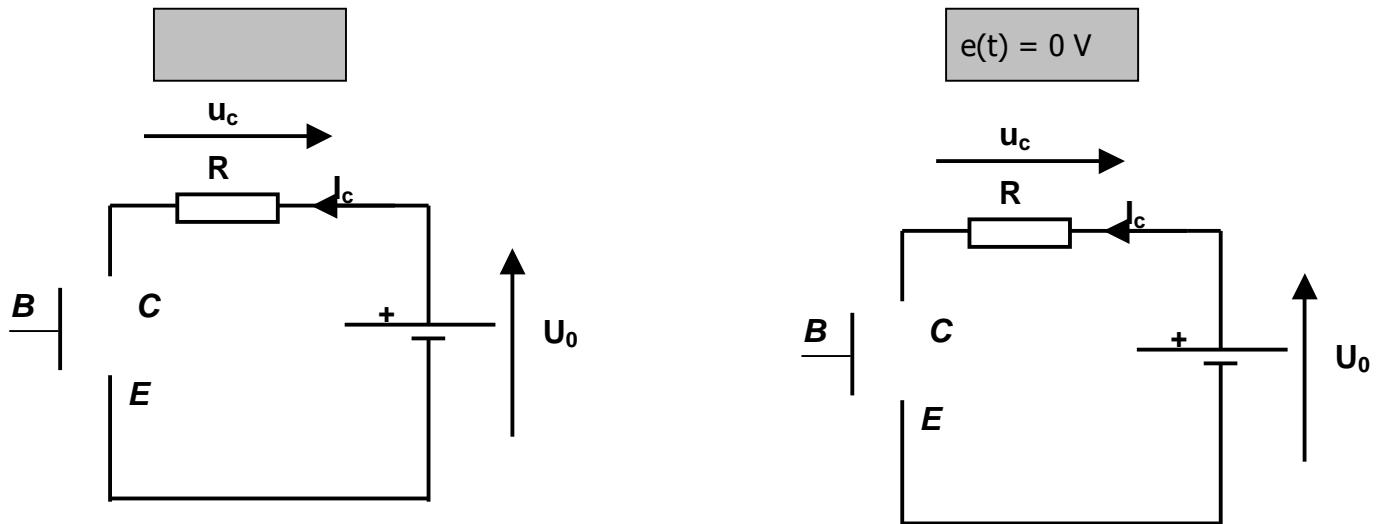


$e(t)$ est une tension en créneaux [**0 ; 5V**], de fréquence **1kHz** , et de rapport cyclique entre **0,1** et **0,9** .
[pour faire varier le rapport cyclique, il faut tirer le bouton « symétrie » ou « duty » du GBF]

Préparation : pour $e(t) = 5\text{ V}$, puis pour $e(t) = 0$, redessiner le circuit de puissance (à droite du montage) en remplaçant le transistor soit par un interrupteur fermé, soit par un interrupteur ouvert.



En déduire à chaque fois les valeurs de $u_c(t)$ et de $i_c(t)$ aux bornes de la charge en fonction des données (U_0 et R)



En déduire que $\langle u_c \rangle = \alpha \cdot U_0$ et que $\langle i_c \rangle = \frac{\alpha \cdot U_0}{R}$

Faites le schéma complet du montage en prévoyant :

- La visualisation de la tension de commande $e(t)$
- La visualisation de $u_c(t)$; expliquez pourquoi une sonde différentielle est indispensable ;
- la mesure de $\langle u_c \rangle$. (avec quel appareil et sous quel mode ??)

Expérience 1 :

Effectuez le montage ; régler le GBF comme demandé précédemment.

Visualiser les courbes $u_c(t)$ et $e(t)$ pour $\alpha=0.7$. (expliquez comment vous faites la mesure de α)

Faites une impression ; commenter les courbes.

Expérience 2 :

Relevez les variations de $\langle u_c \rangle$ pour 4 valeurs du rapport cyclique α . Tracer la courbe correspondante

Vérifiez que l'on trouve bien $\langle u_c \rangle = \alpha \cdot U_0$ en déterminant le coefficient directeur de la droite obtenue.



3°) - étude d'un second montage avec une charge R + L.

La charge est à présent un circuit **R-L** .

L'introduction d'une inductance a pour but de **lisser le courant** dans la charge **R** de manière à obtenir un courant quasi-continu à partir d'une tension hachée .

L'intérêt sera alors d'avoir la **valeur de ce courant réglable avec le rapport cyclique du hacheur** .

Montage

L : Bobine à noyau de fer, d'inductance **L** réglable de **0,1H** à **1H** et de résistance égale à **R = 11Ω** .

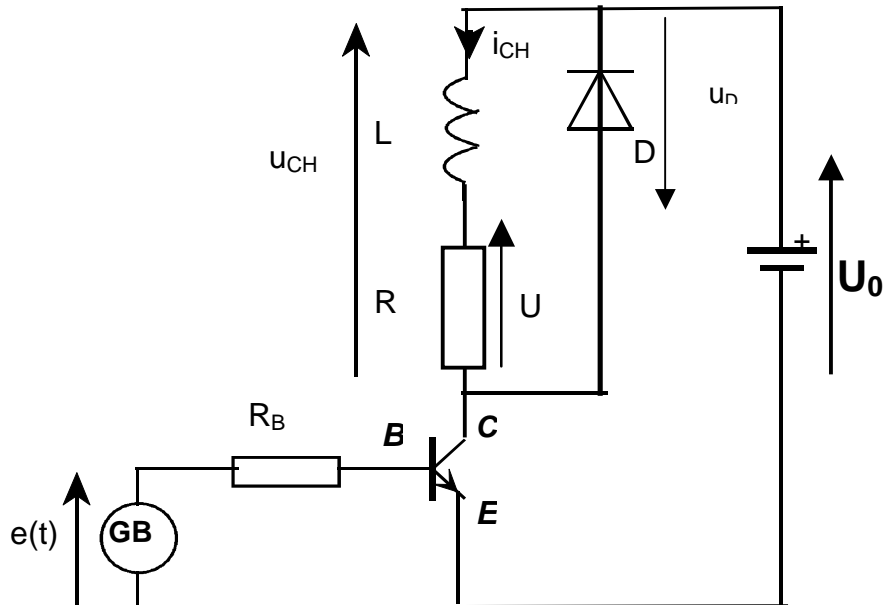
D : diode **1N4007** utilisée en diode de roue libre.

$U_0 = 30\text{ V}$

Rôle de L: L est une inductance de lissage

Rôle de D:

Lorsque la tension $e(t)$ s'annule, l'interrupteur CE s'ouvre ; le courant ne peut donc plus s'évacuer par le transistor ; la diode D, appelée diode de roue libre, permet au courant maintenu par la bobine L de circuler. Si on ne met pas cette diode, la tension induite générée aux bornes de l'interrupteur par la bobine B risque de provoquer le claquage du transistor.



Lorsque le transistor conduit, la diode est bloquée car $u_D = -U_0$ et n'intervient pas dans le fonctionnement.

Manipulation

Effectuer le montage. Prévoir les appareils de mesure permettant la mesure de $\langle i_{CH}(t) \rangle$ ainsi que $\langle u_{CH}(t) \rangle$

a) Visualiser à l'oscilloscope dans un premier temps $e(t)$ et régler le rapport cyclique à $\alpha = 0,8$

Visualiser ensuite à l'oscilloscope les tensions $u_{CH}(t)$ aux bornes de la charge, et $i_{CH}(t)$ courant dans la charge à l'aide d'une pince de courant.

b) On maintient $\alpha = 0,8$. Faire varier l'inductance **L** afin de constater son influence. Noter vos observations. Faire une copie d'écran pour **L=0,13H** puis pour **L=1H**.

Dans les deux cas, comparer les valeurs obtenues pour $\langle i_{CH}(t) \rangle$.

Déterminer par le calcul la valeur théorique de $\langle i_{CH}(t) \rangle$. Comparer