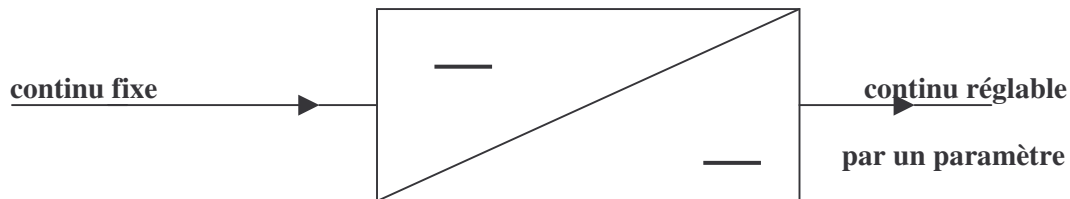


T.P. numéro 21 : montage hacheur avec charge RL.

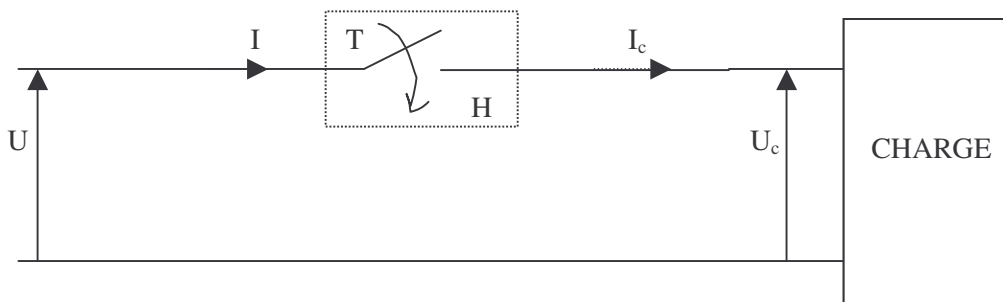
- Buts du TP :** 1) utilisation du transistor bipolaire étudié dans un TP précédent.
2) étude du principe du hacheur série alimentant une charge R et RL.

I - Le hacheur : principe de fonctionnement.



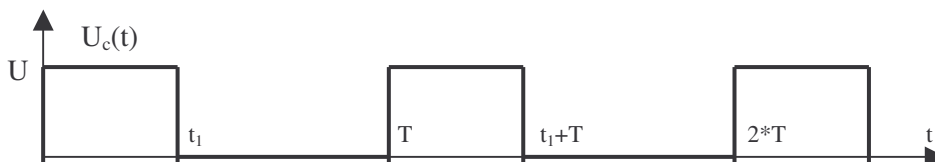
Hacheur : c'est un convertisseur statique permettant, à partir d'une source de tension U continue fixe, d'obtenir une tension U_c de valeur moyenne réglable. On utilise un interrupteur statique pour "hacher" la tension continue et alimenter une charge.

Le courant circulant dans la charge dépend de la nature de celle-ci.



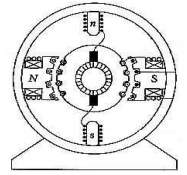
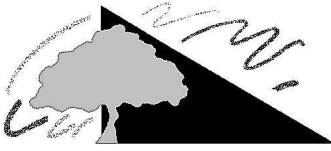
Déterminer U_c si H est fermé et I_c si H est ouvert en fonction de I et de U .

Si H se ferme périodiquement avec un rapport cyclique $\alpha = t_1/T$, où t_1 est le temps de fermeture, la tension $U_c(t)$ a pour chronogramme :



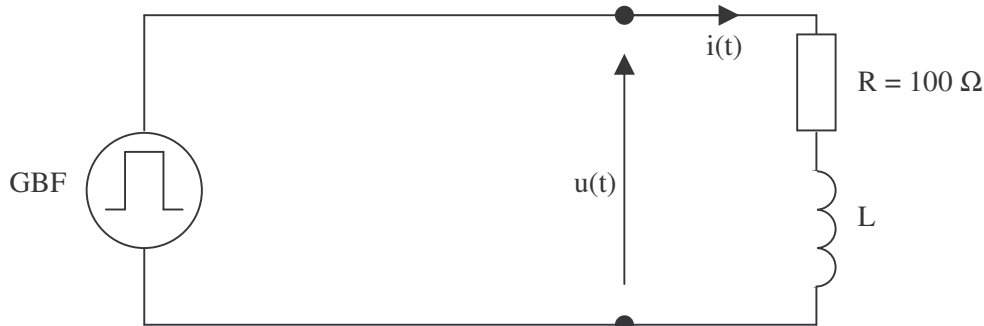
La grandeur α est le rapport cyclique et est une grandeur fondamentale : elle varie de 0 à 1.

Calculer la valeur moyenne de $U_c(t)$: montrer qu'elle peut varier entre 0 et U suivant la valeur de α .



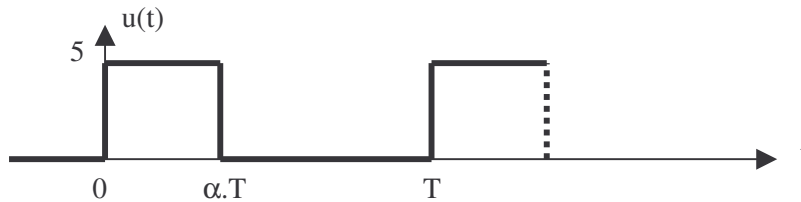
II - Charge RL alimentée par un échelon de tension de largeur variable.

On considère le montage suivant :



1) écrire l'équation différentielle reliant $u(t)$, $i(t)$, R et L .

2) $u(t)$ est le signal du GBF et est de la forme :



tracer l'allure de $i(t)$, à l'aide de ce que vous savez sur l'allure de la tension lors de la charge d'un condensateur.
comment agit la valeur de l'inductance L sur l'allure de $i(t)$?
comment agit la valeur de la fréquence $f = 1/T$ sur l'allure de $i(t)$?

Manipulations :

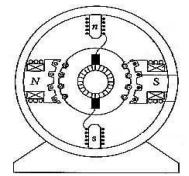
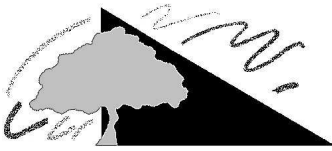
a) pour $R = 100 \Omega$, $L = 0.2 \text{ H}$, $\alpha = 0.3$ et $f = 1 \text{ kHz}$, relever l'allure de $u(t)$ et de $i(t)$. ($i(t)$ sera pris aux bornes de R)
Si le signal d'entrée $u(t)$ est trop perturbé par la présence de la charge RL , on insère entre le générateur et la charge RL un montage suiveur.

b) pour les valeurs de composants inchangés, sauf L , relever l'allure de $u(t)$ et de $i(t)$ pour les valeurs successives de $L = 0.5 \text{ H}$, et $L = 1.1 \text{ H}$. Conclure.

On appelle ondulation du courant la différence $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$.

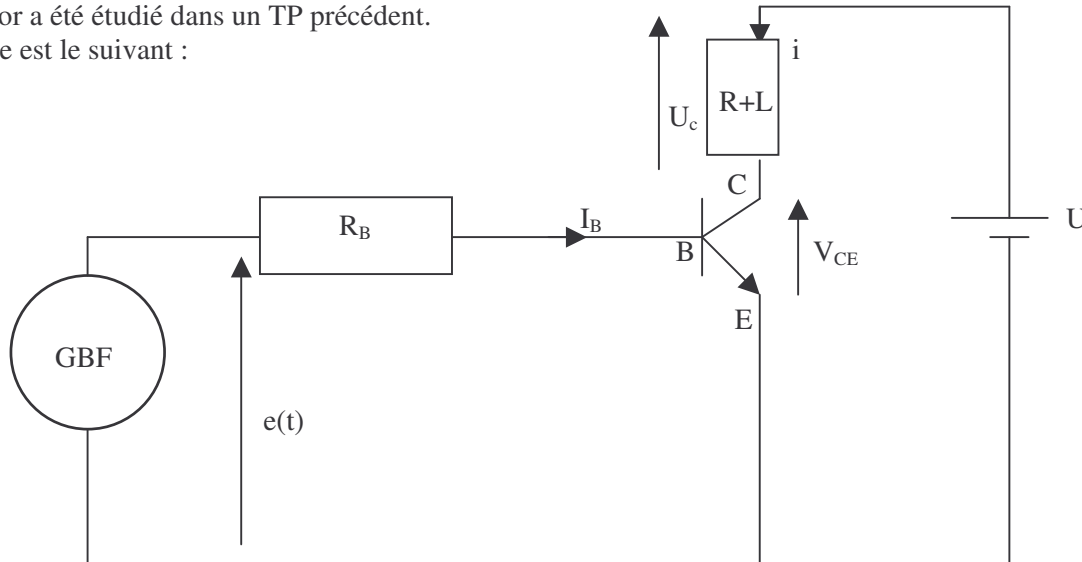
c) relever les valeurs de ΔI pour $L = 0.5 \text{ H}$ et $f = 1 \text{ kHz}$ et pour α variant entre 0 et 1 (5 ou 6 valeurs) . Pour quelle valeur de α l'ondulation est-elle maximale ?

d) pour $\alpha = 0,8$, $L = 0,5 \text{ H}$, relever les valeurs de ΔI pour $f = 100 \text{ Hz}$, $f = 1 \text{ kHz}$ et $f = 10 \text{ kHz}$. Conclure.



III – Hacheur à transistor avec une charge RL.

a) l'interrupteur H utilisé est un transistor bipolaire 2N1711 fonctionnant en commutation. Ce transistor a été étudié dans un TP précédent. Le montage est le suivant :

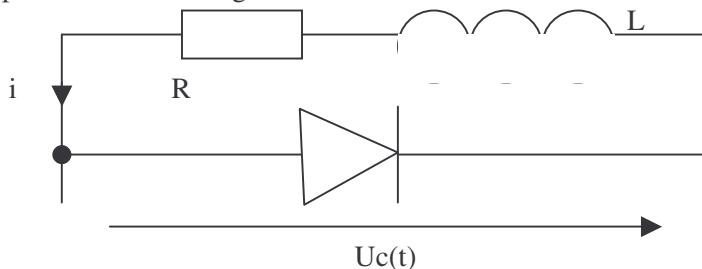


La source de tension continue U correspond à la tension continue fixe $U = 15V$, $R = 100 \Omega$. On alimente la base du transistor par des signaux GBF carré de $[0 \ 5V]$ de largeur réglable (rapport cyclique = duty \star lorsque ce bouton est tiré, la fréquence du signal est divisée par 10 !!) Le courant dans la charge est noté $i(t)$ et la tension aux bornes de RL est notée $U_c(t)$

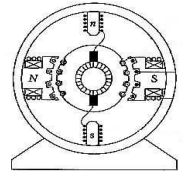
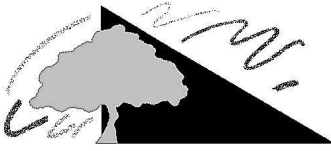
On suppose que, à $t = 0$, on impose $e(t) = +5V$: le transistor est alors saturé et $V_{ce} \approx 0V$. Montrer alors qu'on a $+U$ aux bornes de la charge. Quelle est la forme du courant $i(t)$ dans la charge d'après le TP précédent ?

A $t = t_1$, $e(t)$ devient $e(t) = 0V$ et le transistor se bloque. Le courant $i(t)$ tend à devenir brusquement nul, alors que sa valeur était non-nulle : est-ce possible, en tenant compte de la présence de L ?

On ajoute alors en parallèle sur la charge RL une diode D :



Quelle est alors la fonction de la diode D ? Montrer que, en présence de la diode, la tension aux bornes de RL est nulle lorsque $e(t) = 0$ (on supposera que la tension de seuil de la diode est nulle). Quelle est la forme du courant $i(t)$ dans la charge ?

**b) Manipulations :**

Effectuer le montage en gardant pour R_B et R les valeurs précédentes.

L est une bobine variable ($L = 0,6$ H par exemple) et D une diode 1N4007.

Pour une fréquence de hachage de $f = 1$ kHz, de rapport cyclique $\alpha = 0,75$, observer simultanément les signaux $e(t)$ et $U_c(t)$ avec la sonde différentielle.

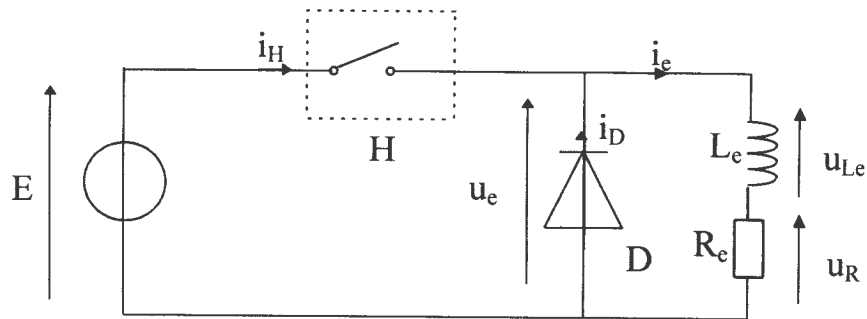
Observer simultanément les tensions $e(t)$ $V_{CE}(t)$ et $U_R(t)$, tension aux bornes de R , image de $i(t)$.(utiliser la mémoire de l'oscillo)

Diminuer la valeur de L : que se passe-t-il ?

Diminuer la valeur de f : que se passe-t-il ?

EXO 1 : ÉTUDE DU HACHEUR

Le hacheur alimente une charge équivalente inductive.



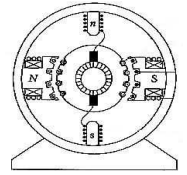
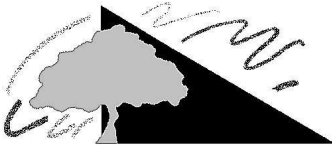
$$E = 140 \text{ V}$$

$$R_e = 50 \Omega$$

H est un interrupteur électronique commandé à l'ouverture et à la fermeture dont la structure n'est pas étudiée. Tous les composants seront supposés parfaits.

H est fermé entre $t = 0$ et $t = \alpha.T$; H est ouvert entre $t = \alpha.T$ et $t = T$. On appelle T période de hachage.

- 1 Quel est le rôle de la diode D ? Est-elle utile ici ?
 - 2 Le courant $i_e(t)$ prend l'allure représentée sur la figure 1 du document réponse n° 1. En déduire la fréquence f de fonctionnement du hacheur ainsi que le rapport cyclique α .
 - 3 Représenter sur le document réponse N° 1, l'allure de $u_e(t)$ et de $i_D(t)$ sur les figures 2 et 3.
 - 4 Calculer la valeur moyenne, $\langle u_e \rangle$, de $u_e(t)$
 - 5 Exprimer $u_e(t)$ en fonction de R_e , L_e et $i_e(t)$ En déduire l'expression de $\langle u_e \rangle$ en fonction de R_e et de i_e (on rappelle que $U_L = 0$)
Calculer alors $\langle i_e \rangle$
- 6.1. Calculer l'ondulation du courant dans la charge définie par $\Delta i_e = i_{e \text{ maximum}} - i_{e \text{ minimum}}$.
- 6.2. On admet que $\Delta i_e = \frac{\alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot E}{L_e \cdot f}$. En déduire la valeur de L_e .
- 6.3. E étant fixée, pour une valeur donnée de $\langle u_e \rangle$, sur quel paramètre ou élément du hacheur peut-on agir, et dans quel sens, pour diminuer cette ondulation ?



DOCUMENT-RÉPONSE N° 1

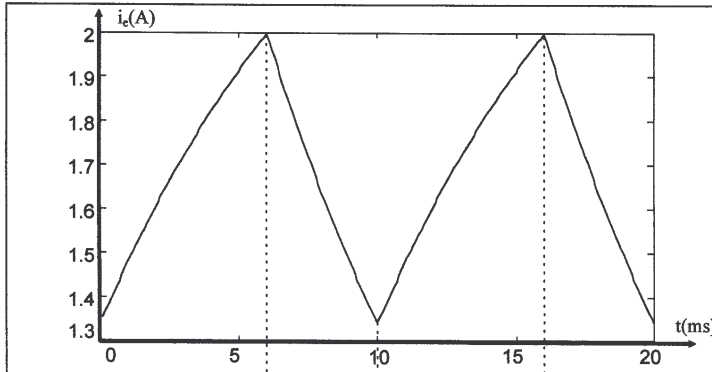


Figure 1

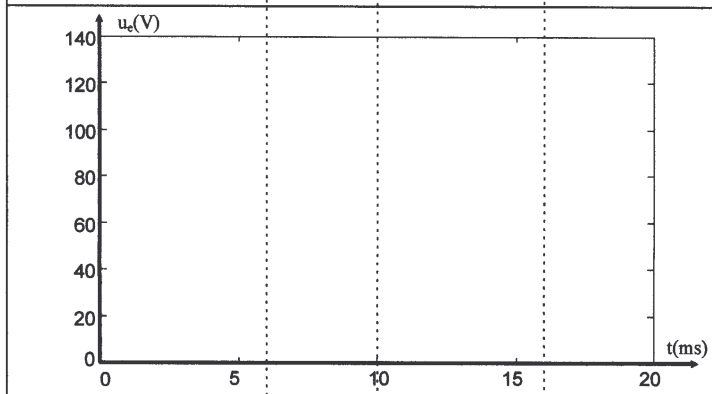


Figure 2

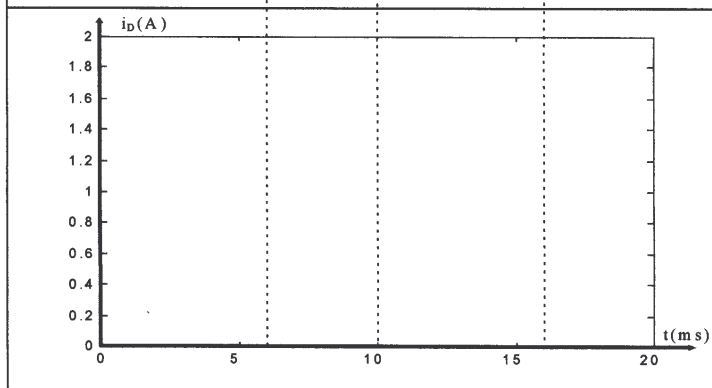


Figure 3