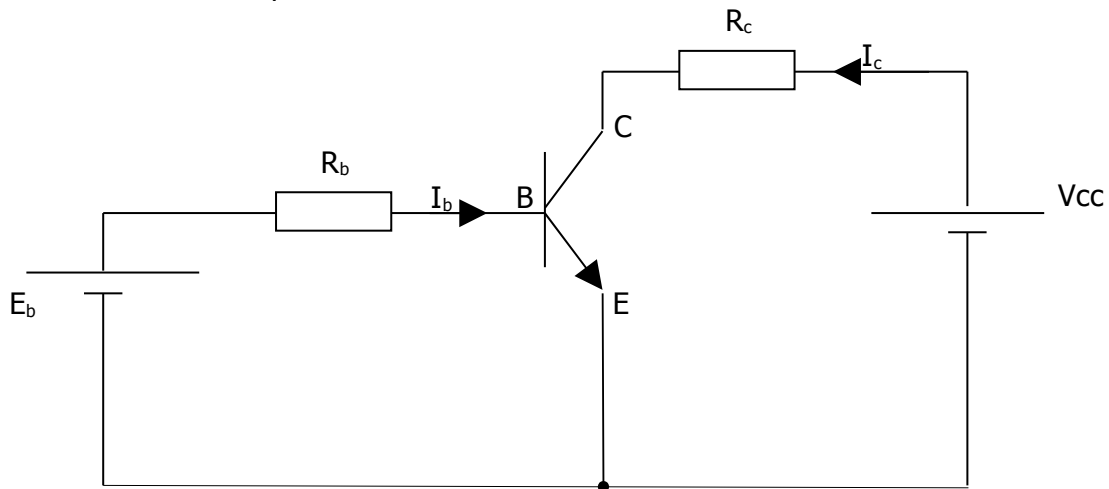


TP n°18 : quelques utilisations du transistor en commutation.

→ But du TP : ce dix-huitième TP de BTS SE a pour but l'étude de quelques montages utilisant des transistors en commutation. On débute par un premier montage où on étudie les conditions de saturation. Ensuite, on rappelle la forme du courant dans une charge RL alimentée par un signal créneau et on utilise ce paragraphe pour étudier les différents signaux d'un montage hacheur alimentant un moteur à courant continu. Enfin, on étudie un composant à collecteur ouvert.

1) conditions de saturation.

On considère le transistor bipolaire NPN 2N1711 :



Tracé de la courbe $I_c = f(I_b)$:

On fixe V_{cc} à 10 V et on prendra les valeurs de composants suivantes : $R_b = 22 \text{ k}\Omega$ et $R_c = 1 \text{ k}\Omega$

En faisant varier E_b , on veut tracer la caractéristique de transfert $I_c = f(I_b)$.

On se sert du VI de LabView déjà utilisé : « caractéristiques NPN-V8.vi ».

On prendra l'option $V_2 = V_{bb}$ variant de 0 à 10 V par pas de 50 mV et $V_1 = V_{cc} = 10 \text{ V}$.

Imprimer l'onglet correspondant à $I_c = f(I_b)$.

Sur cette courbe, placer les domaines où l'état du transistor est bloqué, linéaire et saturé.

En déduire la valeur du β pratique de votre transistor.(préciser comment vous mesurez cette grandeur)

Comparer aux valeurs données dans la documentation constructeur.

A l'aide de deux alimentations continues de $E_b = 5 \text{ V}$ et $V_{cc} = 10 \text{ V}$, placez-vous dans le domaine de saturation et mesurez V_{CE} et V_{BE} . Que vous rappelle la valeur de V_{BE} ?

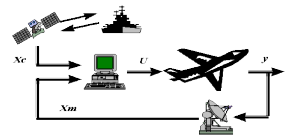
Déterminer graphiquement la valeur minimale de I_b qui permet la saturation du transistor.

Calculez la résistance $R_{b_{max}}$ pour obtenir la saturation du transistor avec $E_b = 5 \text{ V}$.

Vérifiez que la résistance de $22 \text{ k}\Omega$ est satisfaisante. Que se passe-t-il si on prend une résistance R_b plus grande ?

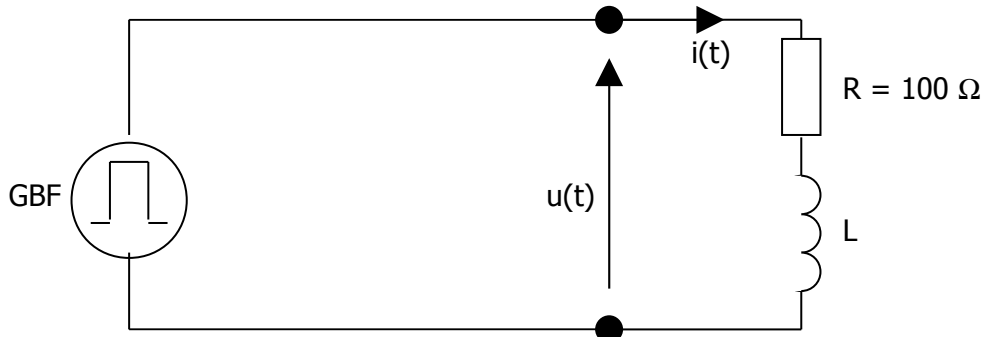
Conclusion :

- paramètres essentiels pour un transistor à l'état bloqué : I_b ... et $I_c =$...
- paramètres essentiels pour un transistor à l'état linéaire: I_c $\beta \cdot I_b$ et $V_{be} =$
- paramètres essentiels pour un transistor à l'état saturé : I_c $\beta \cdot I_b$, $V_{CE} =$ et $V_{BE} =$



2) courant dans une charge RL alimentée par un échelon de tension de largeur variable.

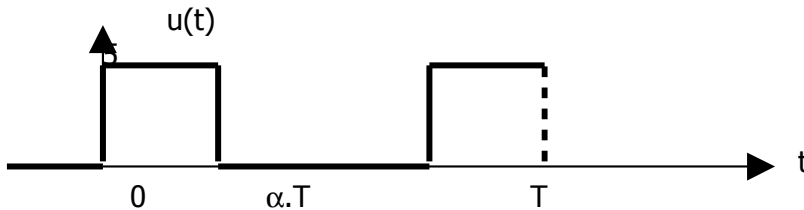
On considère le montage suivant :



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

Si $u(t)$ est un signal carré, quelle est la forme du courant $i(t)$? Pour répondre à cette question, on pourra lire l'annexe où on rappelle quelques résultats du circuit RC alimenté par un échelon.

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



- tracer l'allure de $i(t)$, à l'aide de ce qui précède.
- 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 $i(t)$?

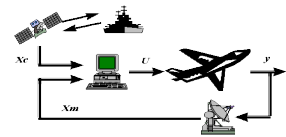
Manipulations :

- 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)
- 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 $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$.

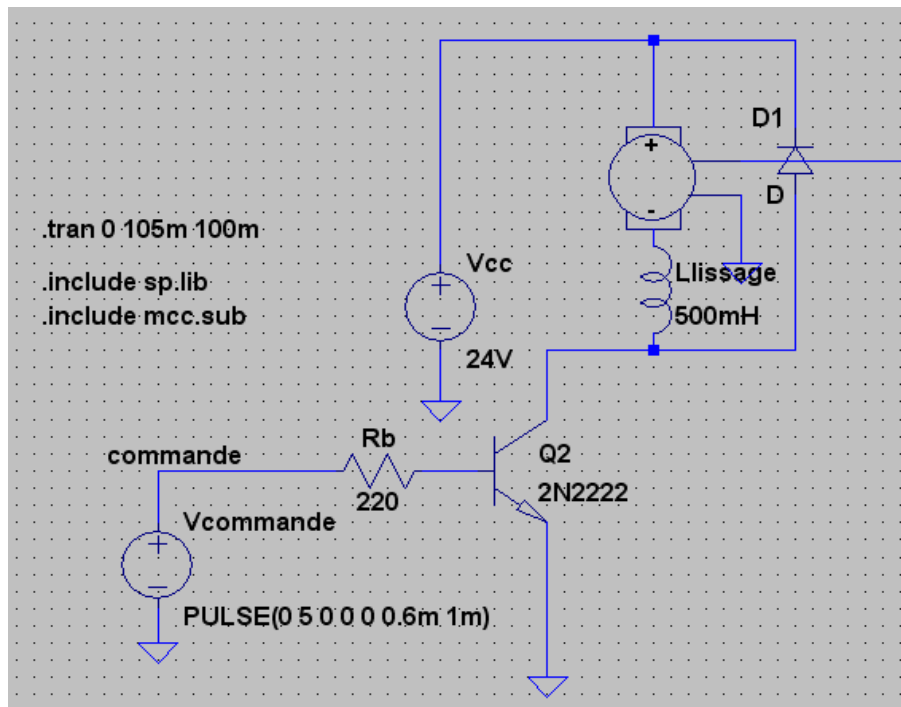
- c) relever les valeurs de ΔI pour $L = 0,5 \text{ H}$ et $f = 1 \text{ kHz}$ et pour α variant entre 0 et 1 (5 ou 6 valeurs) . Pour quelle valeur de α l'ondulation est-elle maximale ?
- d) pour $\alpha = 0,8$, $L = 0,5 \text{ H}$, relever les valeurs de ΔI pour $f = 100 \text{ Hz}$, 1 kHz et 5 kHz . Conclure.

3) application au montage hacheur série alimentant un moteur à courant



continu à vide.

On considère un montage hacheur alimentant un moteur à courant continu simulé et fonctionnant à vide :



D'après la doc constructeur, quelle est la valeur du β de ce transistor ?

Vérifier alors que la valeur de la résistance R_b assure la saturation du transistor lorsque la tension de commande est à 5 V (on précise que la résistance du moteur est de 50 Ω .)

Expliquer le fonctionnement du montage (en particulier par où passe le courant si le transistor est saturé ou bloqué).

Faire fonctionner le programme de simulation LTSPICE « moteur-hacheur.asc » en imposant en entrée une tension de commande V_{cons} carré [0-5V] de fréquence $f = 1$ kHz et de rapport cyclique $\alpha = 0,6$.

On gardera les valeurs des résistances et bobine et on fera la simulation sur 5 périodes avec un retard de 100 ms pour être sûr d'avoir des courbes en régime permanent et non en régime transitoire (au démarrage du moteur).

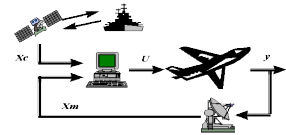
Afficher trois courbes avec les signaux suivants :

- courbe 1 : $V_{commande}$ et I_b .
- courbe 2 : V_{ce}
- courbe 3 : courbe des trois courants I_{moteur} , I_c et I_D .

Sur la courbe 2, indiquer à quels moments le transistor est saturé ou bloqué.

Sur la courbe 3, valider la forme du courant I_{moteur} . Valider également le parcours du courant I_{moteur} dans le transistor ou dans la diode.

Comparer les courants I_b et I_c : le transistor est-il dans un état linéaire à un moment ? Justifier.



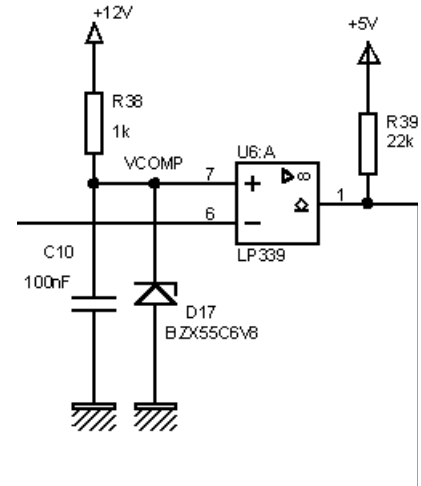
4) Un exemple de montage à collecteur ouvert.

On reprend la maquette du thème bac STI génie électronique 2009 sur l'aspirateur ROOMBA et on étudie un composant de la chaîne de détection du mur (voir annexe 2). Le composant est le LP339 et fait partie de la fonction FS68 : « formalisation ».

Une copie du schéma électrique de la fonction donne :

- Comment peut-on repérer sur le schéma que ce composant est à collecteur ouvert ?
- D'après la doc constructeur, quelle est la nature de ce composant et repérer sur le schéma électrique du composant (doc constructeur) le collecteur ouvert.
- Enlever les cavaliers J8 et J11.

Placer le cavalier J8 à gauche (entre les bornes 1 et 2) et le cavalier J11 à droite (entre les bornes 3 et 4).
Alimenter ensuite la maquette avec le 12 V continu.



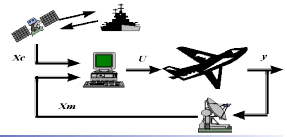
A l'aide d'un multimètre, mesurer la tension entre l'entrée 7 du composant LP339 et la masse (appelée V7).

Alimenter la borne 4 de J8 (entrée 6 du composant LP 339) avec une tension continue variant entre 0 et 12V et mesurer la tension de sortie V1 du composant LP339.

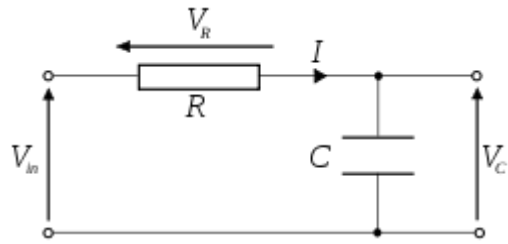
Repérer la valeur de la tension d'entrée V6 qui fait basculer le comparateur.

Expliquer les valeurs prises par V1 suivant les valeurs de V6. On expliquera en particulier pourquoi on obtient des tensions de 5 V alors que le composant est alimenté en [0-12V].

Annexe 1 : rappels sur le circuit RC alimenté par un échelon.



On considère le circuit RC ci-dessous :



L'équation différentielle obtenue en écrivant que : $V_R = R \cdot i$ et $i = C \cdot \frac{dV_C}{dt}$ est :

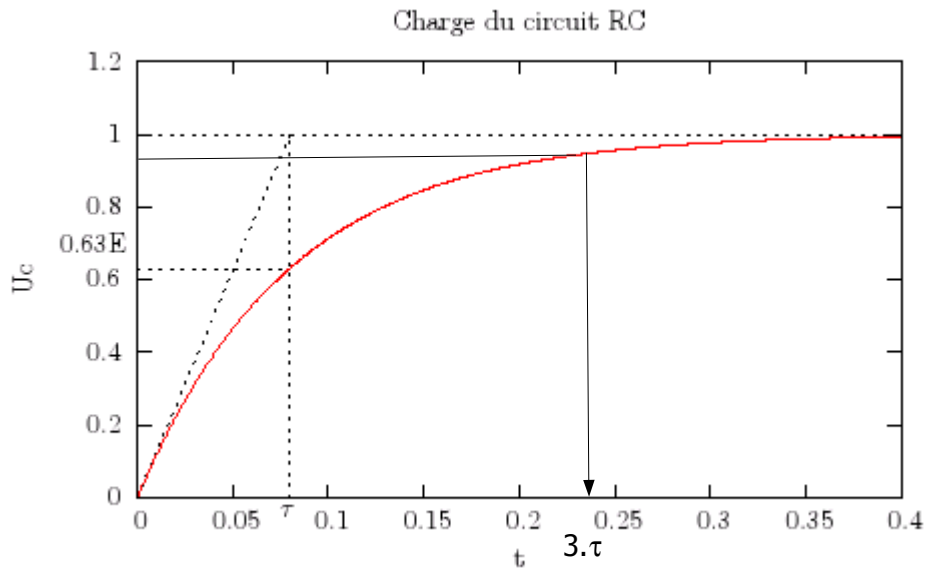
$$RC \cdot \frac{dV_C}{dt} + V_C(t) = V_{in}$$

Si V_{in} est un échelon de hauteur E , la

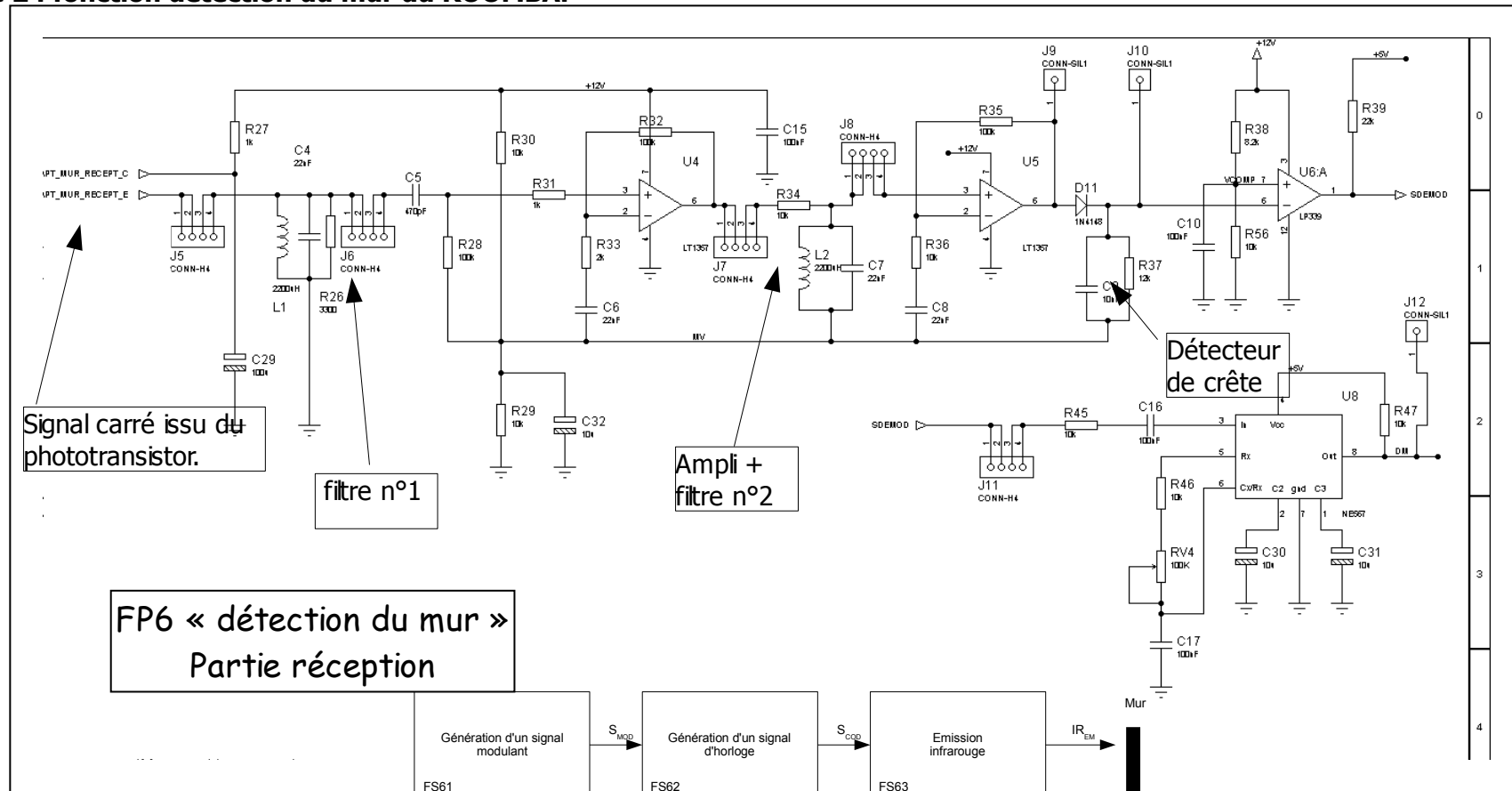
solution de cette équation

différentielle est une fonction exponentielle : $V_C(t) = E \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{RC}\right) \right) = E \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) \right)$

avec : $\tau = R \cdot C$ la constante de temps du circuit.



Annexe 2 : fonction détection du mur du ROOMBA.



Signal carré issu du phototransistor.

filtre n°1

Ampli + filtre n°2

FP6 « détection du mur »
Partie réception

Génération d'un signal modulant
FS61

Génération d'un signal d'horloge
FS62

Emission infrarouge
FS63

Mur

