

TP n°28 : le transistor bipolaire : fonctionnement en commutation

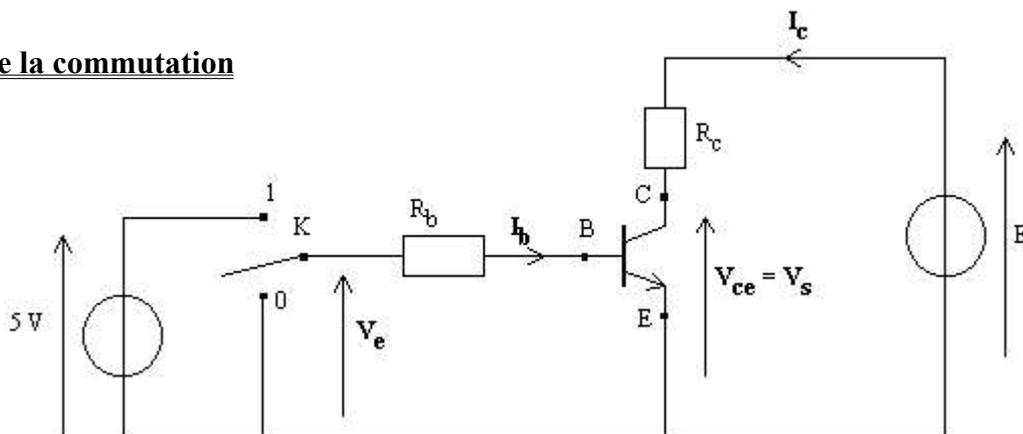
- Objectifs du TP :
- calculer les éléments du circuit de commande nécessaire à la saturation du transistor
 - connaître la condition de blocage et la condition de saturation d'un transistor bipolaire ;
 - déterminer les modèles équivalents d'un transistor saturé et d'un transistor bloqué.

La commutation d'un circuit est le passage d'un état à un autre. Par extension, on dit qu'un composant fonctionne en commutation quand il n'est utilisé que dans deux états et que le basculement d'un état à un autre est rapide.

Il en est ainsi du transistor bipolaire quand l'intensité du courant de base I_b ne prend que deux valeurs différentes :

- l'une qui correspond à l'état saturé (ou passant) ;
- l'autre, nulle, qui correspond à l'état bloqué.

I Observation de la commutation



R_c est une résistance de 1 k Ω et $E = 10$ V.

1.1 Préparation

1- D'après le schéma du montage, **quel est** le type de ce transistor bipolaire ? **En déduire** le signe des différentes grandeurs électriques I_b , I_c , V_{be} et V_{ce} .

2- **Rappelez** la relation entre I_b et I_c lorsque le transistor fonctionne en régime linéaire.

3- On veut que le transistor soit saturé quand K est en position 1 :

- **déterminez** l'expression de I_c en fonction de E , V_{ce} et R_c ;
- **calculez** la valeur du courant collecteur à la saturation I_{csat} , si $V_{cesat} = 0.2$ V ;
- **en déduire** la valeur I_{bsat} , valeur minimale de I_b nécessaire pour saturer **votre** transistor (prenez la valeur de β déterminée au tp n°26)
(on a donc : pour $I_b \leq I_{bsat}$, fonctionnement linéaire du transistor, et pour $I_b \geq I_{bsat}$, fonctionnement saturé).
- Pour être sûr d'avoir la saturation, on prend $I_b \approx 4 I_{bsat}$. **Calculez** la résistance R_b nécessaire, si $V_{be} \approx 0.6$ V.

4- **Quel est** l'état du transistor quand K est en position 0 ? (**Justifiez**).

5- Sur la droite de charge tracée au tp n°27 (voir le réseau de caractéristique de votre transistor), **placez** les points de fonctionnement correspondant aux états précédents).

1.2 Expérimentation et analyse

1- **Réalisez** le montage.

2- **Établissez** la table de vérité (entrée: V_e ; sortie: V_s) du montage (aux tensions +5V et +10V sera associé le niveau logique 1, et à 0 V le niveau logique 0).

3- Quel est l'opérateur logique correspondant à la table de vérité établie ?

II Etude plus approfondie de la commutation

On reprend le montage précédent, en prenant pour V_e cette fois une tension carrée (-2 V; +5V), de fréquence 500 Hz.

2.1 Expérimentation

- 1- **Dessinez** (sur la feuille annexe) les connexions à réaliser pour visualiser simultanément deux par deux: $V_e(t)$, $V_{CE}(t)$, $V_{BE}(t)$, $R_C I_C(t)$ et $R_B I_B(t)$. Quelles sont les **précautions à prendre** ?
- 2- **Réglez** la tension du GBF hors montage, et **appelez** le professeur pour vérification.
- 3- **Relevez** les cinq oscillogrammes en concordance de temps.

2.2 Analyses

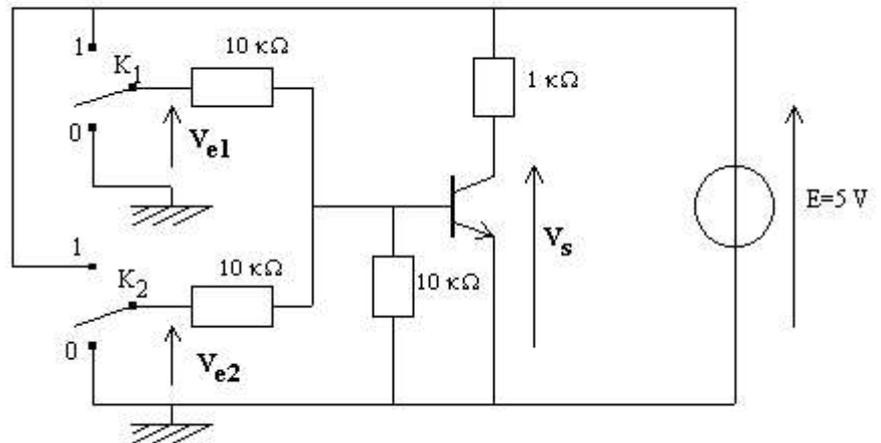
- 1- Lorsque $V_e = 5 V$, **combien valent** $R_B I_B$, $R_C I_C$, V_{be} et V_{ce} ?
En déduire les valeurs de I_B et I_C , ainsi quel l'état du transistor.
Comment peut-on (simplement) **modéliser** le transistor, vu entre les points C et E ?
- 2- **Même question** lorsque $V_e = -2 V$.

La puissance consommée par le transistor a pour expression: $P = V_{BE} \cdot I_B + V_{CE} \cdot I_C$

- 3- **Calculez**, pour chaque état du transistor, la puissance consommée par celui-ci et **comparez-la** à la puissance maximale dissipable par le transistor.
Que peut-on dire de la consommation d'énergie du transistor bipolaire en commutation ?

III Application : simulation d'une porte logique à l'aide de PSpice

1- **Dessinez** le circuit suivant, en prenant, à la place des interrupteurs, des sources de tensions continues. Vous prendrez comme transistor Q2N2222 de la bibliothèque EVAL (et pour V_{e1} , V_{e2} et E des sources de tensions VDC).



2- **Lancez** la simulation, en commençant par $V_{e1}=0$ et $V_{e2}=0$.

3- **Mesurez** la valeur de V_s .

4- En modifiant les valeurs de V_{e1} et V_{e2} , **remplissez** la table de vérité ci-dessous:

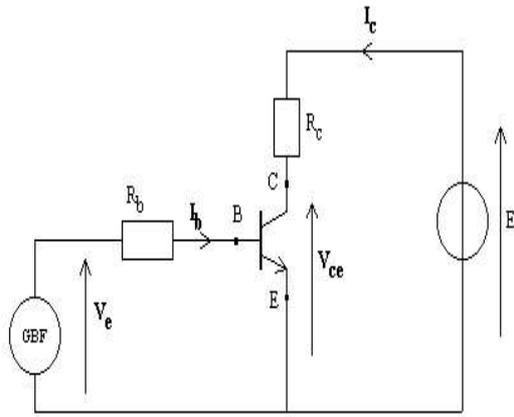
e_1	e_2	s
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

e_1 , e_2 et s sont les grandeurs logiques associées aux tensions V_{e1} , V_{e2} et V_s

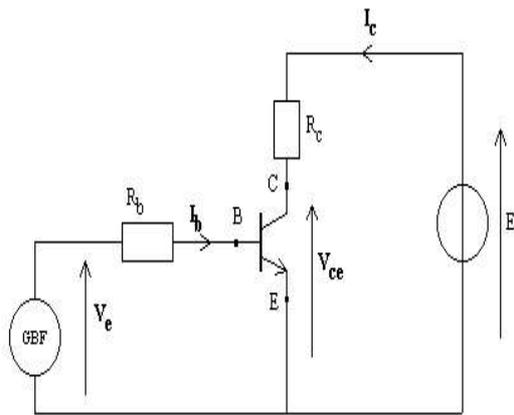
5- **Quel est** l'opérateur logique ainsi réalisé ?

ANNEXE

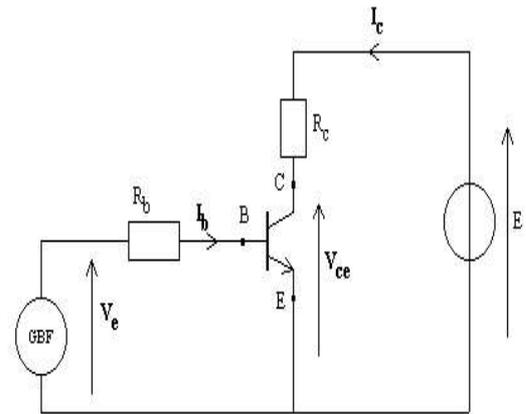
Visualisation de $V_e(t)$ et $V_{CE}(t)$:



Visualisation de $V_c(t)$ et $V_{BE}(t)$:



Visualisation de $V_c(t)$ et $I_b(t)$:



Visualisation de $V_c(t)$ et $I_c(t)$: