

Exercices de Révision

Question 1.

- a) Pour utiliser notre transistor comme amplificateur, dans quelle région d'opération doit-on être? Pourquoi?

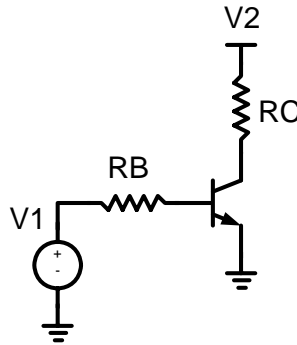
Region active pour avoir un β eleve.

- b) Pour utiliser notre transistor comme commutateur, dans quelles régions (2) d'opération doit-on être? Pourquoi?

Cutoff pour avoir 0 courant I_C et grosse tension de sortie V_C .

Saturation pour avoir un gros courant I_C et faible tension de sortie V_C .

- c) Si le circuit suivant était en région active, proposez le changement de DEUX des paramètres énumérés pour le mettre en saturation. (exemple: augmenter A)



Pour etre en saturation, on veut avoir V_C faible. Pour faire ca, on augmente la chute de tension aux bornes de R_C . Comment faire?

1. On peut augmenter R_C
2. On peut augmenter I_C . Pour ca, il faut augmenter I_B et pour ca, il faut reduire R_B .

- d) Quand on conçoit un transistor bipolaire, pourquoi veut-on que la base soit mince?

On veut que les electrons qui diffusent de l'emetteur vers la base passent « directement » au collecteur. En ayant une base mince, on amplifie ce phenomene.

- e) Quand on conçoit un transistor bipolaire, pourquoi veut-on que l'émetteur soit beaucoup dopé?

Si une diode a un dopage P beaucoup plus grand qu'un dopage N, le courant sera majoritairement fait par les trous.

Si une diode a un dopage N beaucoup plus grand qu'un dopage P, le courant sera majoritairement fait par les electrons.

Notre travail est de faire passer un gros courant entre emetteur et collecteur avec un petit courant a la base.

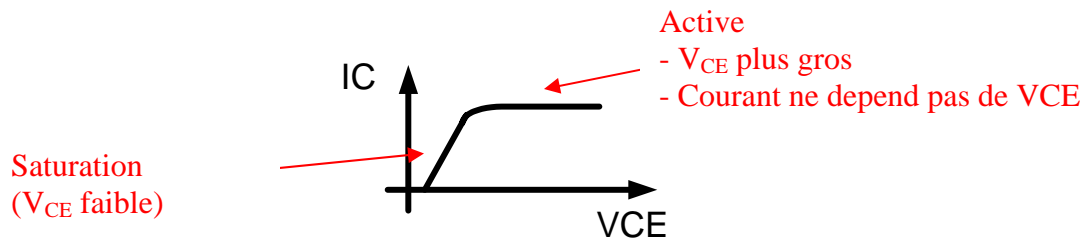
On va vouloir que le courant entre base-emetteur soit majoritairement des electrons. Comme ca, tres peu de trous viendront de la base et beaucoup d'electrons viendront de l'emetteur. Sachant que ces electrons passeront directement au collecteur, on aura un gros courant entre emetteur collecteur.

- f) Comparez le ratio I_C/I_B quand le transistor est en saturation versus ce même ratio quand le transistor est en région active.

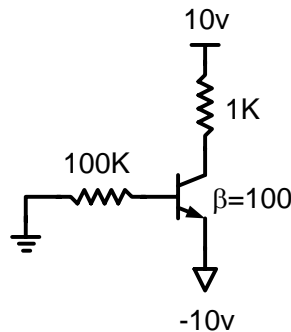
En region active I_C/I_B est donne par le b du transistor. En saturation, ca baisse.

La raison est que, en saturation, V_{CE} sature a $\sim 0.2v$ et donc, le courant au collecteur saturera aussi. En augmentant I_B , le courant I_C ne peut plus monter. Ca fait en sorte que I_C/I_B diminuera en saturation.

- g) Observez bien cette courbe. Identifiez clairement la région d'opération en saturation et la région d'opération active.



Question 2. Considérez le circuit suivant.



- a) Trouvez les tensions (V_C , V_E et V_B), les courants (I_B , I_C et I_E) et la région d'opération du transistor.
- b) Changez la valeur de la résistance au collecteur pour avoir un circuit qui sera « sur le bord » de la saturation.

$$V_{BE} = 0.7v$$

$$V_E = -10v$$

$$V_B = -9.3v$$

$$I_B = \frac{0 - -9.3}{100K} = 93\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = 9.3mA$$

$$I_E = I_C + I_B = 9.393mA$$

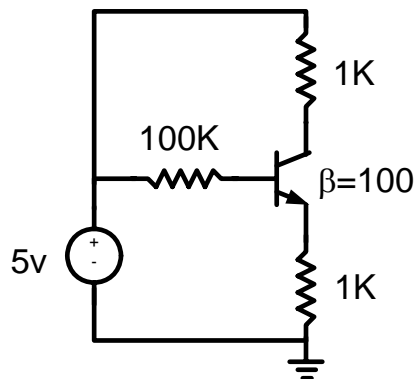
$$V_C = VDC - I_C R_C = 0.7V$$

Pour le bord de la saturation, $V_C = -9.8$

$$-9.8 = 10 - (9.3mA)R_C$$

$$\frac{19.8}{9.3mA} = R_C = 2129\Omega$$

Question 3. Considérez le circuit suivant.



Trouvez les tensions (V_C , V_E et V_B), les courants (I_B , I_C et I_E) et la région d'opération du transistor.

On est un peu perdu... on va commencer par écrire ce qu'on connaît :

$$I_E = \frac{V_E}{1K}$$

$$I_B = \frac{5 - V_B}{100K}$$

En regardant la liste d'équations, on peut voir une autre équation :

$$V_{BE} = 0.7$$

En combinant des équations, on peut se retrouver avec une autre équation :

$$I_E = (\beta + 1)I_B$$

On a 4 variables et comme par hasard, on a 4 équations... commençons à faire des substitutions. Commençons avec la première équation :

$$I_E = \frac{V_E}{1K} = \frac{V_B - 0.7}{1K} = I_B(\beta + 1)$$

On prend la deuxième équation et on substitue :

$$\frac{V_B - 0.7}{1K} = \frac{5 - V_B}{100K}(\beta + 1)$$

$$100V_B - 70 = 5(\beta + 1) - V_B(\beta + 1)$$

$$100V_B + V_B(\beta + 1) = 70 + 5(\beta + 1)$$

$$V_B(\beta + 101) = 70 + 5(\beta + 1)$$

$$V_B = \frac{70 + 5(\beta + 1)}{(\beta + 101)} = 2.86$$

$$V_E = 2.86 - 0.7 = 2.16$$

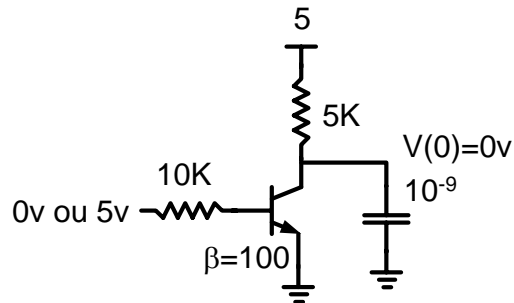
$$I_B = \frac{VDC - V_B}{100K} = \frac{5 - 2.86}{100K} = 21.4\mu A$$

$$I_C = \beta \cdot 21.4\mu A = 2.14mA$$

$$V_C = VDC - I_C R_C = 2.86V$$

$$I_E = (\beta + 1) \cdot 21.4\mu A = 2.16mA$$

Question 4. Considérez le circuit suivant. Quand le transistor conduit en saturation, on modélise le transistor avec une résistance $R_{ON}=5\Omega$.



- Si la tension a la base changeait de 5v a 0v, trouvez le temps requis pour aller de 0v a 2.5v a la sortie.
- Changez la résistance au collecteur pour réduire le temps de commutation. Quelle serait la « meilleure » valeur qu'on puisse choisir? Justifiez avec des calculs.

C'est une montée.

Le transistor est en cutoff et on charge le condensateur avec 5v au travers de la resistance de 5K.

On utilise donc cette equation :

$$v(t) = VDC(1 - e^{-t/RC})$$

$$2.5 = 5(1 - e^{-t/5K \cdot 10^{-9}})$$

$$\frac{1}{2} = 1 - e^{-t/5K \cdot 10^{-9}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-t/5K \cdot 10^{-9}}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -t/5K \cdot 10^{-9}$$

$$t = -5K \cdot 10^{-9} \ln \frac{1}{2} = 3.46 \mu s$$

En regardant l'équation, on voit qu'un GROS R fait que le temps de commutation soit GROS. On va vouloir le réduire.

La valeur minimale serait quand le transistor est sur le bord de la saturation.

Donc,

$$I_B = 0.43 \text{ mA}$$

$$I_C = 43 \text{ mA}$$

$$V_C = VDC - I_C R_C$$

$$0.2 = 5 - (43 \text{ mA}) R_C$$

$$4.8 = (43 \text{ mA}) R_C$$

$$\frac{4.8}{43 \text{ mA}} = R_C = 111 \Omega$$

Equations

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{CESAT} = 0.2 \text{ V}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$v(t) = VDC e^{-t/RC}$$

$$v(t) = VDC (1 - e^{-t/RC})$$