
6GEI300 - Électronique I

Examen Partiel #2

Automne 2009

Modalité:

- Aucune documentation n'est permise.
 - Vous avez droit à une calculatrice non programmable.
 - La durée de l'examen est de 3h
 - Cet examen compte pour 20% de la note finale.
-

Question 1. Questions théoriques. (16 points)

- a) Dessinez le symbole d'un transistor PNP et d'un transistor NPN. Sur ces dessins, indiquez la direction des courants au collecteur, à l'émetteur et à la base. (2 points)



- b) Il existe le β forcé (ou β effectif) et le β indiqué dans la fiche technique. Que représentent chacun et quel est le lien entre ces deux β ? (2 points)

En region active, le β est a son maximum. C'est le β qui est indique sur la fiche technique. En tombant en saturation, le β chute. Le β resultant s'appelle le β force.

Pour les questions 1c et 1d, utilisez le circuit de la Figure 1.

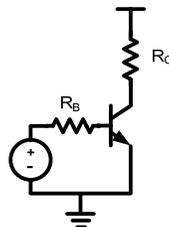


Figure 1. Circuit pour les questions 1c et 1d

- c) En utilisant les termes « faible » ou « élevé », indiquez les valeurs que devraient avoir R_B et R_C pour s'assurer de fonctionner en saturation. (2 points)

R_B faible et R_C élevée.

- d) En utilisant les termes « faible » ou « élevé », indiquez les valeurs que devraient avoir R_B et R_C pour s'assurer de fonctionner en région active. (2 points)

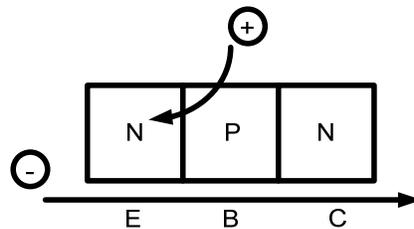
R_B élevée et R_C faible.

- e) Donnez 2 façons d'ajuster les tensions pour mettre un thyristor en conduction. (2 points)

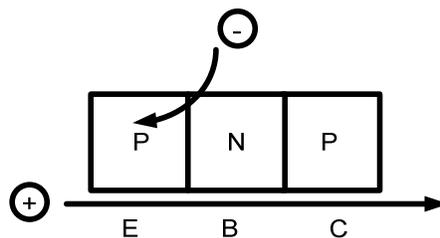
On pourrait augmenter la tension entre l'anode et la cathode pour que la jonction au milieu conduise en inverse.

On pourrait aussi mettre une tension positive à la gâchette par rapport à la cathode.

- f) Dessinez la structure physique d'un transistor NPN et montrez comment les charges circulent à la base, au collecteur et à l'émetteur en région active. (2 points)



- g) Dessinez la structure physique d'un transistor PNP et montrez comment les charges circulent à la base, au collecteur et à l'émetteur en région active. (2 points)



- h) Identifiez les zones d'opération « active » et « saturation » dans le graphique de la Figure 2. (1 point)

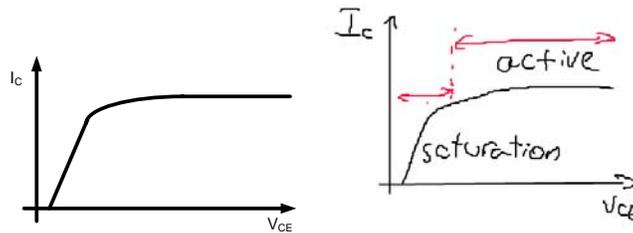


Figure 2. Circuit pour les questions 1h

- i) Pourquoi a-t-on besoin d'une résistance à la base du transistor ? Qu'arriverait-il si on n'en avait pas ? (1 point)

On a besoin d'une résistance a la base pour proteger les diodes qui forment le transistor. Sans la resistance, on pourrait avoir plus que 0.7v entre la base et l'emetteur et ca genererait un trop gros courant. Le transistor pourrait chauffer a cause du gros courant et etre detruit.

Question 2. Utilisez le circuit de la Figure 3 pour trouver : (8 points)

- La région d'opération du transistor (1 point)
- Les tensions V_B , V_C et V_E . (3 points)
- Les courants I_B , I_C et I_E . (3 points)
- S'il est en saturation, trouvez le β forcé. (sinon, le 1 point sera ajouté au pointage maximal de la question 2c) (1 point)

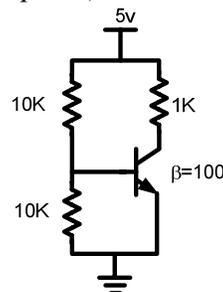
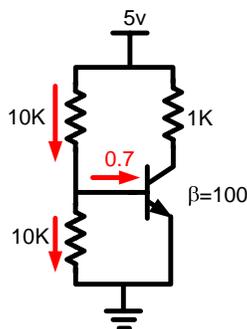


Figure 3. Circuit pour la question 2



$$\frac{5 - 0.7}{10K} = \frac{0.7}{10k} + I_B$$

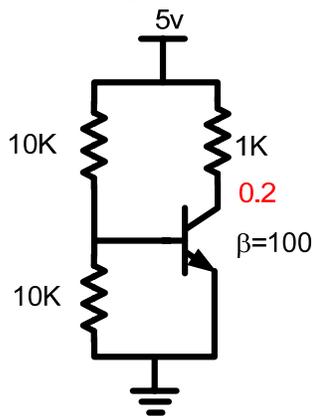
$$\frac{5 - 1.4}{10K} = I_B$$

$$\frac{3.6}{10K} = I_B = 360\mu A$$

$$I_C = 360\mu A$$

$$I_C = 36mA$$

On aurait une chute de tension de 36v sur R_C . Ca ferait que la jonction BC conduise, ce qui indique qu'on n'est plus en active. L'hypothèse est infirmée... reprenons le tout



$$I_C = \frac{5 - 0.2}{1K} = \frac{4.8}{1K} = 4.8mA$$

$$\beta_F = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4.8mA}{360\mu A} = 13.33$$

Question 3. À l'aide du circuit de la Figure 4, trouvez : (8 points)

- La région d'opération du transistor (1 point)
- Les tensions V_B , V_C et V_E . (3 points)
- Les courants I_B , I_C et I_E . (3 points)
- S'il est en saturation, trouvez le β forcé. (sinon, le 1 point sera ajouté au pointage maximal de la question 3c) (1 point)

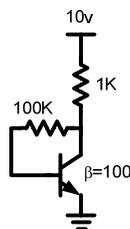
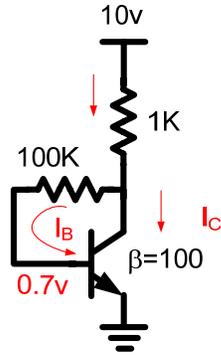


Figure 4. Circuit pour la question 3



$$\frac{10 - V_C}{1K} = \frac{V_C - 0.7}{100k} + I_C$$

$$\frac{10 - V_C}{1K} = I_E$$

$$\frac{10 - V_C}{1K} = \frac{101}{100} I_C$$

$$\frac{1000 - 100V_C}{101K} = I_C$$

$$\frac{10 - V_C}{1K} = \frac{V_C - 0.7}{100k} + \frac{1000 - 100V_C}{101K}$$

$$\frac{10}{1K} - \frac{V_C}{1K} = \frac{V_C}{100k} - \frac{0.7}{100k} + \frac{1000}{101K} - \frac{100V_C}{101K}$$

$$\frac{10}{1K} + \frac{0.7}{100k} - \frac{1000}{101K} = \frac{V_C}{1K} + \frac{V_C}{100k} - \frac{100V_C}{101K}$$

$$\left(\frac{10}{1K} + \frac{0.7}{100k} - \frac{1000}{101K} \right) = V_C \left(\frac{1}{1K} + \frac{1}{100k} - \frac{100}{101K} \right)$$

$$\left(\frac{10}{1K} + \frac{0.7}{100k} - \frac{1000}{101K} \right) = V_C$$

$$\left(\frac{1}{1K} + \frac{1}{100k} - \frac{100}{101K} \right)$$

$$V_C = 5.33$$

Question 4. À l'aide du circuit de la Figure 5, trouvez : (8 points)

- La région d'opération du transistor (1 point)
- Les tensions V_B , V_C et V_E . (3 points)
- Les courants I_B , I_C et I_E . (3 points)
- S'ils sont en saturation, trouvez le β forcé. (sinon, le 1 point sera ajouté au pointage maximal de la question 4c) (1 point)

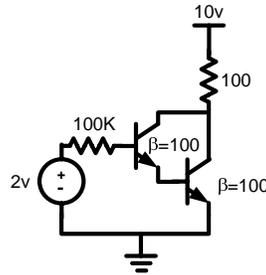
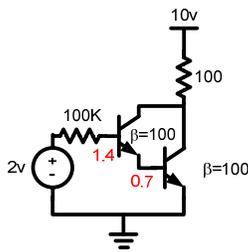


Figure 5. Circuit pour la question 4



$$I_{B1} = \frac{2 - 1.4}{100K} = 6\mu A$$

$$I_{C1} = 600\mu A$$

$$I_{E1} = I_{B2} = 606\mu A$$

$$I_{C2} = 60.6mA$$

Question 5. On aimerait utiliser les circuits de Figure 6 comme des fonctions logiques.
(10 points)

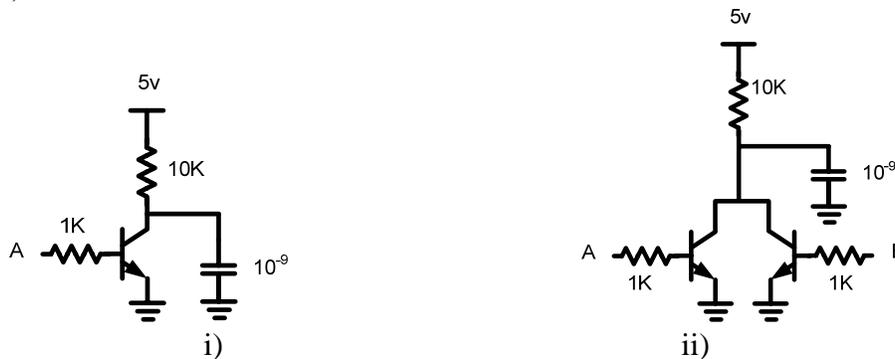


Figure 6. Circuit pour la question 5

- a) Si les tensions de moins de 2.5v étaient considérées comme étant '0' et les tensions plus élevées que 2.5v sont considérées comme étant '1', remplissez les tableaux suivants : (2 points)

A	OUT
---	-----

'0'	
'1'	

A	B	OUT
'0'	'0'	
'0'	'1'	
'1'	'0'	
'1'	'1'	

A	OUT
'0'	'1'
'1'	'0'

A	B	OUT
'0'	'0'	'1'
'0'	'1'	'0'
'1'	'0'	'0'
'1'	'1'	'0'

On aimerait calculer le temps requis pour commuter. Quand un transistor conduit, on peut modéliser son comportement avec une résistance $R_{ON}=5\Omega$. Quand le transistor conduit, négligez l'effet de la résistance au collecteur.

- b) Pour le circuit 6i, si le condensateur avait une tension initiale de 0v et que l'entrée A changeait de 5v à 0v, quel serait le temps requis pour aller de 0v à 2.5v ? (4 points)

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

$$-10K \cdot 10^{-9} \ln 0.5 = t$$

$$t = 6.93 \mu s$$

- c) Pour le circuit 6ii, si le condensateur avait une tension initiale de 5v et que l'entrée A ET B changeaient de 0v à 5v, quel serait le temps requis pour aller de 5v à 2.5v ? (4 points)

Quand les 2 transistors conduisent en meme temps, il existe 2 resistances de 5Ω qui sont connectes en parallele. En manipulant, on se retrouve avec une resistance equivalente de 2.5Ω .

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

$$0.5 = 1 - e^{-t/2.5 \cdot 10^{-9}}$$

$$0.5 = e^{-t/2.5 \cdot 10^{-9}}$$

$$\ln 0.5 = -t / 2.5 \cdot 10^{-9}$$

$$-2.5 \cdot 10^{-9} \ln 0.5 = t$$

$$t = 1.73 \text{ ns}$$

Équations

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

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

$$I_E = I_C + I_B$$

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

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

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