
6GEI300 - Électronique I

Examen Final

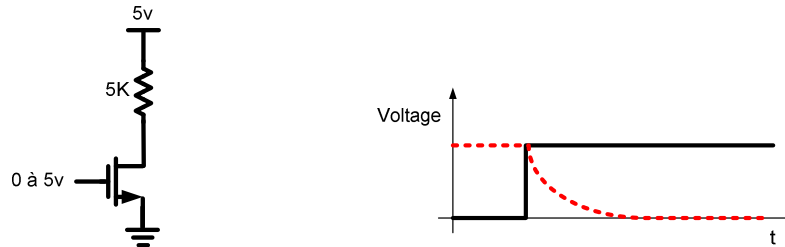
Automne 2011

Modalité:

- Aucune documentation n'est permise.
 - Vous avez droit à une calculatrice non programmable.
 - La durée de l'examen est de 2h45
 - Cet examen compte pour 20% de la note finale.
-

Question 1. Questions théoriques. (14 points)

- a) Considérez l'inverseur ci-dessous. Lorsque l'entrée va de 0v à 5v, la sortie va de 5v à 0v. Énumérez toutes les régions d'opération par lesquelles le transistor passe avant de se stabiliser et identifiez-les sur le diagramme de droite (reproduisez le diagramme dans votre cahier d'examen). (2 points)



Il va commencer en cutoff. Ensuite, il sera en saturation jusqu'à ce que la tension à la sortie tombe à 4.3 et finalement, il va tomber en région linéaire.

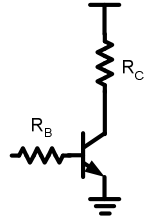
- b) Dans quelle région d'opération est-ce que le transistor bipolaire doit fonctionner pour maximiser son potentiel d'amplification ? Pourquoi ? (2 points)

Il doit opérer dans la région active puisque c'est là où le β est à son maximum

- c) Qu'est-ce qu'une diode Zener ? (2 points)

Diode qui est faite pour fonctionner en région inverse.

- d) Si je mettais une faible résistance à la base et une grosse résistance au collecteur, dans quelle région d'opération est-ce que je risque de me retrouver ? Expliquez. (2 points)

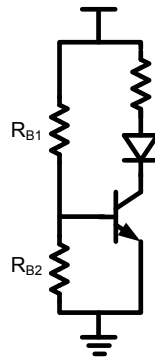


En saturation puisque le courant I_C serait grand et la chute de tension au collecteur sera grande. La tension V_C pourrait très possiblement être assez faible pour tomber en saturation.

- e) Dans un transistor CMOS, en augmentant V_D , ça augmente le courant I_D . Rendu à un certain point, le canal sera coupé. Qu'arrive-t-il au courant? (2 points)

Le courant sature. V augmente et R augmente... le courant tend à rester constant.

Pour les questions 1f et 1g, utilisez le circuit suivant :



- f) On aimerait utiliser le circuit pour faire allumer une LED lorsqu'il fait noir à l'aide d'une photoresistance. La photoresistance baisse de résistance lorsqu'il fait lumière et augmente de résistance lorsqu'il fait noir. Devrait-on mettre la photoresistance à la place de R_{B1} ou R_{B2} ? Expliquez. (2 points)

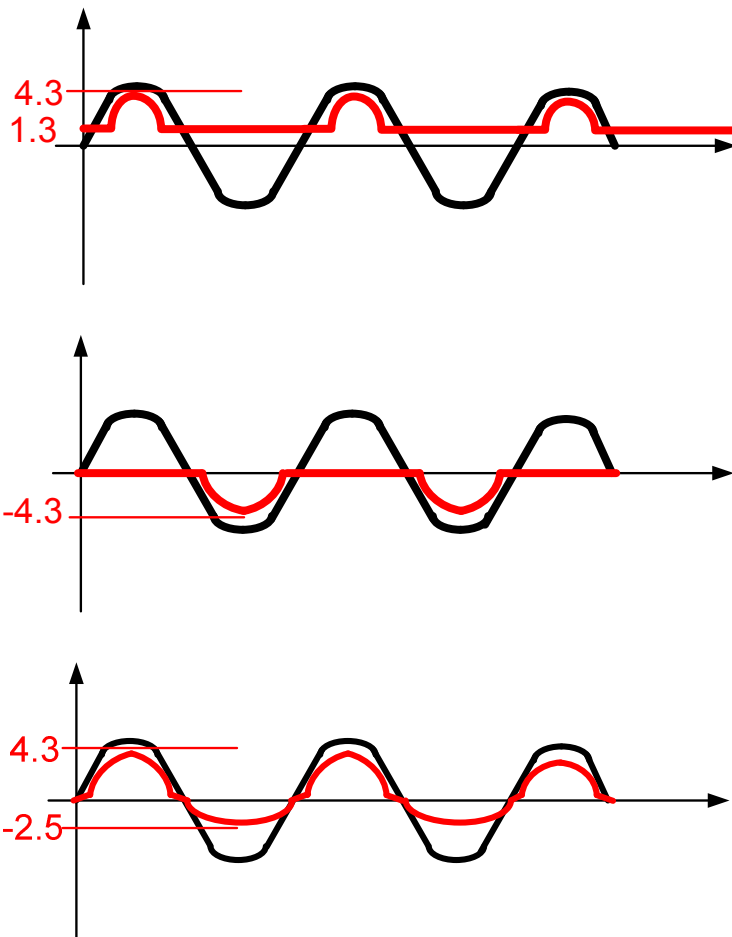
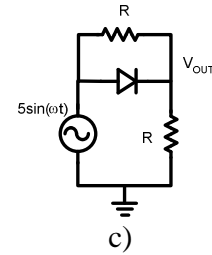
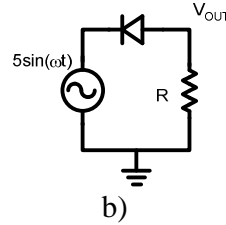
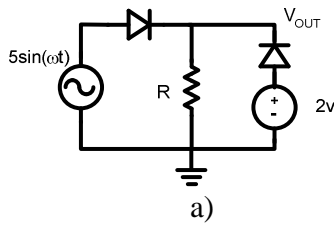
Quand il fait noir, on veut V_B élevée, donc que R_{B2} soit grand par rapport à R_{B1} . On voudrait donc le remplacer par la photoresistance

- g) Comment calcule-t-on la valeur de la résistance sur la branche du collecteur ? Écrivez une équation en termes de V_{CC} , I_{LEDMAX} , V_{CESAT} et V_{D-LED} qui permettrait à quelqu'un de calculer cette valeur de R_C . (2 points)

On veut protéger la LED en limitant le courant maximal qui passe au travers lorsqu'on est en saturation.

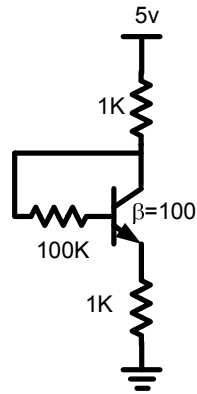
$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CESAT} - V_{D-LED}}{I_{LEDMAX}}$$

Question 2. Dessinez la sortie V_{OUT} des circuits suivants en utilisant le modèle ON-OFF avec chute de tension de 0.7v. (9 points):



Question 3. Transistors bipolaires (14 points)

Pour les questions 3a et 3b, considérez le circuit suivant



- a) Trouvez les tensions V_B , V_C et V_E du transistor. (4 points)
b) Trouvez les courants I_B , I_C et I_E du transistor. (4 points)

$$\frac{5 - V_C}{1K} = \frac{V_B - 0.7}{1K}$$

$$5 - V_C = V_B - 0.7$$

$$5.7 - V_B = V_C$$

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

$$\frac{(101)(5.7 - V_B - V_B)}{100K} = \frac{V_B - 0.7}{1K}$$

$$(101)(5.7 - V_B - V_B) = 100V_B - 70$$

$$(101)(5.7 - 2V_B) = 100V_B - 70$$

$$575.7 - 202V_B = 100V_B - 70$$

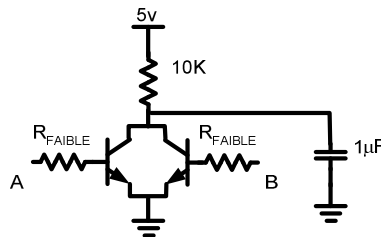
$$645.7 = 302V_B$$

$$V_B = \frac{645.7}{302} = 2.14$$

$$V_E = 2.14 - 0.7 = 1.44$$

$$V_C = 3.56$$

Pour les questions 3c, 3d et 3e, considérez le circuit suivant :



- Quand le transistor conduit, on approxime son comportement avec $R_{ON} = 10\Omega$.

- $V_{CESAT}=0V$
- Pour cet exercice, le temps de transition est le temps requis pour aller de 0 à 2.5v ou de 5v à 2.5v.

- c) Calculez le temps de transition lorsque l'entrée passe de A=1 et B=1 à A=0 et B=0. (2 points)
- d) Calculez le temps de transition lorsque l'entrée passe de A=0 et B=0 à A=1 et B=1. (2 points)
- e) Calculez le temps de transition lorsque l'entrée passe de A=0 et B=0 à A=1 et B=0. (2 points)

$$2.5 = 5(1 - e^{-100t})$$

$$t = -\frac{\ln 0.5}{100} = 6.9ms$$

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

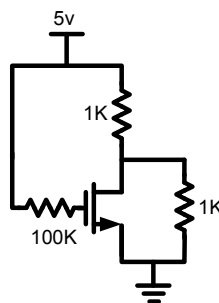
$$t = -\frac{\ln 0.5}{10^5} = 6.93\mu s$$

$$2.5 = 5e^{-2 \times 10^5 \cdot t}$$

$$t = -\frac{\ln 0.5}{2 \times 10^5} = 3.46\mu s$$

Question 4. Transistors CMOS (13 points)

Pour les questions 4a et 4b, considérez le circuit suivant où le transistor a une caractéristique $\mu C_{OX}(W/L)=0.001$.



- a) Trouvez les tensions V_G , V_S et V_D du transistor. (4 points)
- b) Trouvez le courant I_D du transistor. (4 points)
- c) En utilisant des transistors CMOS, implémentez la fonction suivante en utilisant à la fois des NMOS et des PMOS : $F = (A + B) \bullet (C + D)$ (5 points)

Hypothese: region lineaire.

$$I_D = \mu C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right) (V_{GS} - V_{TH}) V_{DS}$$

$$I_D = 0.001(5 - 0.7)V_D$$

$$I_D = 0.0043V_D$$

$$\frac{5 - V_D}{1K} = I_D + \frac{V_D}{1K}$$

$$5 - V_D = 1KI_D + V_D$$

$$V_D = \frac{5 - 1KI_D}{2}$$

$$I_D = 0.0043 \left(\frac{5 - 1KI_D}{2} \right)$$

$$\frac{2I_D}{0.0043} = (5 - 1KI_D)$$

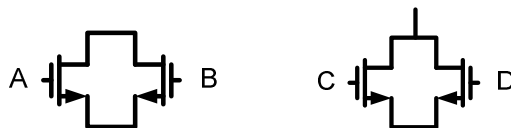
$$\frac{2I_D}{0.0043} + 1000I_D = 5$$

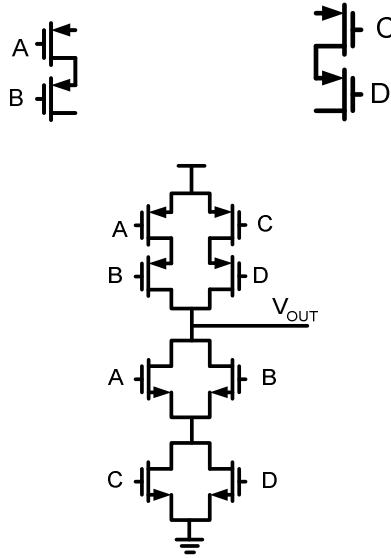
$$I_D \left(\frac{2}{0.0043} + 1000 \right) = 5$$

$$I_D = 3.4mA$$

$$V_D = \frac{3.4mA}{0.0043} = 0.79$$

On est reellement en region lineaire.





Équations

$$V_{BE} = 0.7v$$

$$V_{CESAT} = 0.2v$$

$$I_E = I_C + I_B$$

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

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

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

$$I_D = \mu C_{OX} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH}) V_{DS}$$

$$I_D = \frac{1}{2} \mu C_{OX} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})^2$$