
6GEI300 - Électronique I

Examen Partiel #1

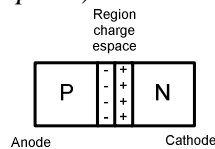
Automne 2010

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. (13 points)

- a) Dessinez la structure physique d'une diode PN en identifiant l'anode, la cathode et la région charge-espace. (1 point)



- b) Un morceau de silicium a une bandgap de $8 \times 10^{-19} \text{J}$. Qu'arrive-t-il à un électron de la bande de valence si on lui fournissait $7 \times 10^{-19} \text{J}$? (1 point)

Rien. L'électron reste dans la bande de valence. Il ne passe pas à la bande de conduction parce qu'il n'y a pas assez d'énergie.

- c) Quels sont les nombres quantiques différents et à quoi correspondent-ils « physiquement » ? (1 point)

n : distance du noyau

l : forme de l'orbite

m_l : orientation de l'orbite

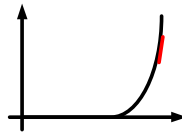
m_s : spin

- d) En appliquant une tension V_D positive, on favorise le courant de diffusion et ça génère un courant. En appliquant V_D négatif, ça devrait favoriser le courant de drift. Pourquoi est-ce qu'on dit qu'il n'y a presque pas de courant qui circule dans l'autre direction ? (2 points)

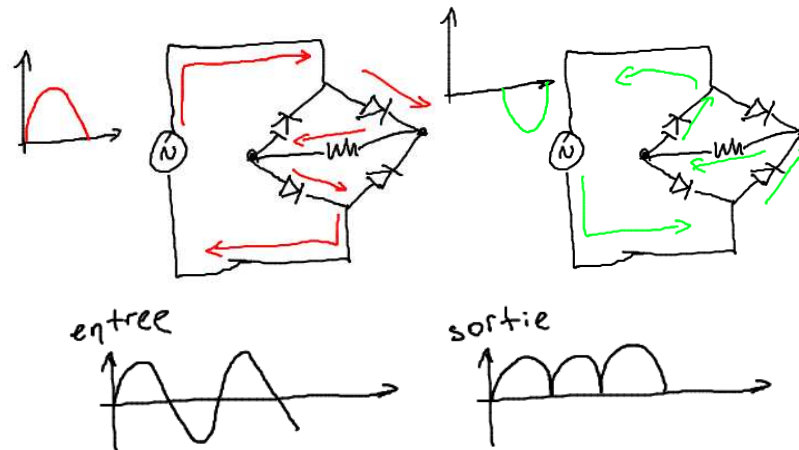
Le courant de drift est cause par 2 phenomenes : une tension formee par la region charge espace et les electrons/trous qui se forment avec la temperature. Meme en augmentant la tension, s'il n'y avait pas de charges de libres il n'y aurait pas plus de courant.

- e) Expliquez l'idée derrière le modèle petit-signal de la diode. Qu'est-ce que ça apporte de plus que le modèle ON-OFF avec chute de 0.7v ? Comment est-ce que ça modélise le comportement d'une diode ? (2 points)

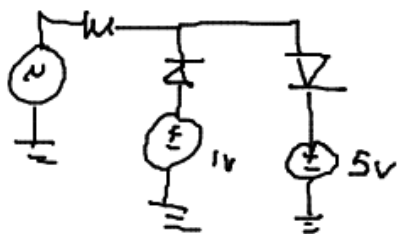
En plus de modeliser la chute de tension de 0.7v, on modelise aussi le fait que la tension ne reste pas stable de facon independante du courant. C'est-a-dire qu'il y a une certaine dependance sur le courant. Le modele petit signal vien approximer cette dependance avec une resistance.



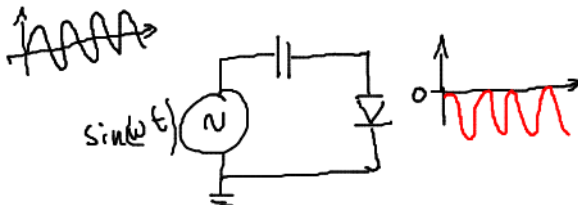
- f) Expliquez le fonctionnement d'un redresseur à cycle complet en dessinant un pont de diodes et en montrant le courant durant la phase positive et la phase négative. Dessinez aussi le signal en entrée et à la sortie. (2 points)



- g) Dessinez un circuit avec diodes qui laisse passer les signaux entre 1v et 5v mais pas les signaux qui se trouvent hors de cette plage. Pour les signaux plus faibles que 1v, le circuit va sortir 1v et pour les signaux plus élevés que 5v, il va sortie 5v. Utilisez 2 sources de tension (autre que l'entrée), 1 résistance et 2 diodes pour faire le circuit. (2 points)



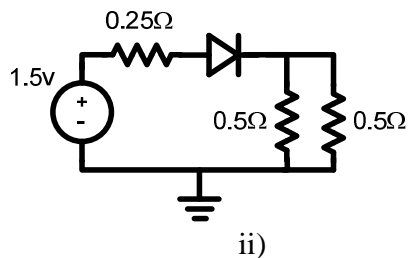
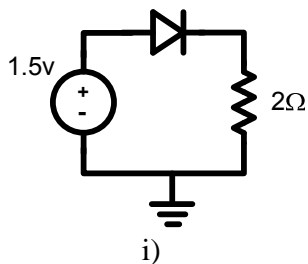
h) Qu'est-ce que le « clamping » ? Expliquez à l'aide d'un circuit « clamping » de votre choix. (2 points)



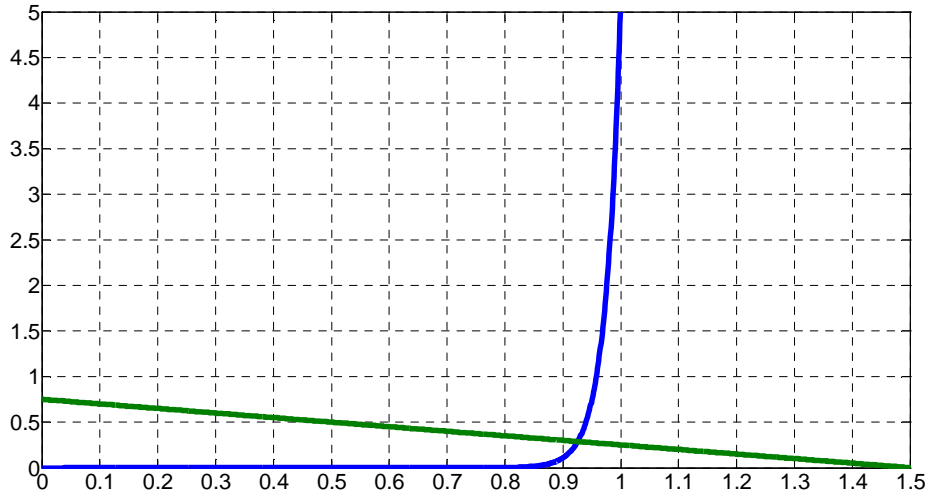
Question 2. Pour les circuits suivants, trouvez la tension aux bornes de la diode (V_D) ainsi que le courant qui circule au travers (I_D) si le paramètre I_S de la diode est de 10^{-16} . (12 points)

- Trouvez V_D et I_D pour le circuit i) en utilisant la méthode graphique. (3 points)
- Trouvez V_D et I_D pour le circuit i) en utilisant la méthode itérative. (3 points)
- Trouvez V_D et I_D pour le circuit ii) en utilisant la méthode graphique. (3 points)
- Trouvez V_D et I_D pour le circuit ii) en utilisant la méthode itérative. (3 points)

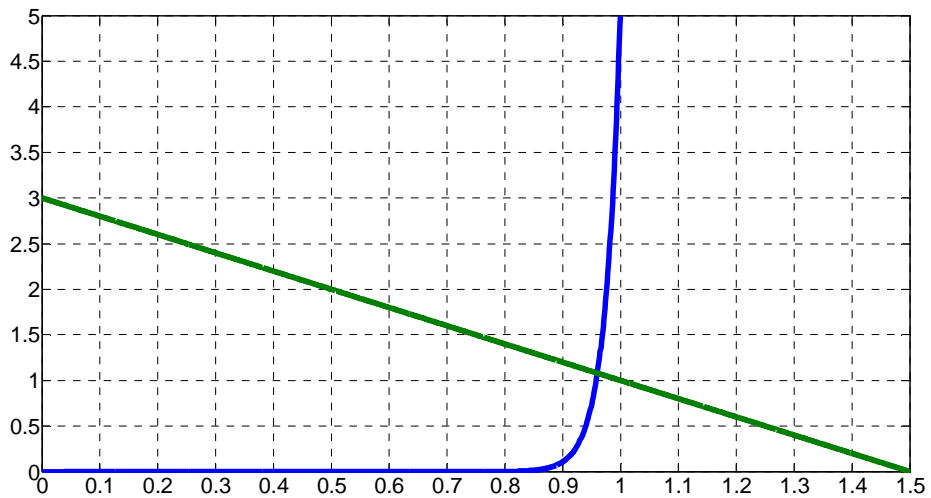
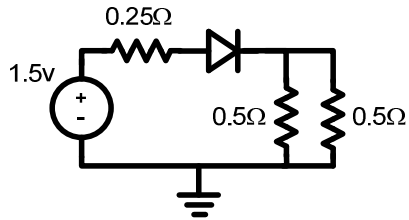
Pour la méthode itérative, faites 2 itérations pour faire sortir 2 valeurs de V_D et de I_D . (le V_D et le I_D de départ ne comptent pas)



$i_s = 10^{-16}$



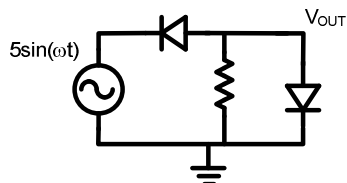
cour =
0.4000 0.2830 0.2875 0.2873 0.2873
vd =
0.7000 0.9341 0.9251 0.9255 0.9254 0.9254



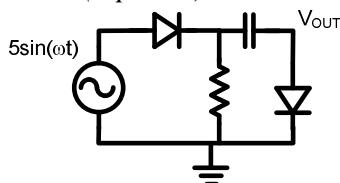
cour =
1.6000 1.0598 1.0812 1.0802 1.0802
vd =

0.7000 0.9701 0.9594 0.9599 0.9599 0.9599

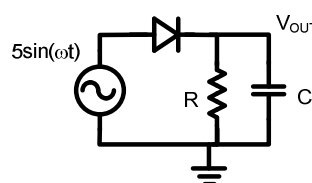
Question 3. Considérez les 3 circuits suivants. Répondez aux questions en utilisant le modèle ON-OFF avec chute de 0.7v. (9 points)



i)

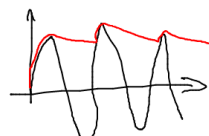
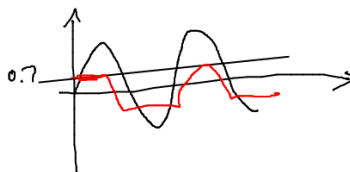
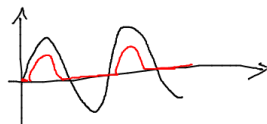
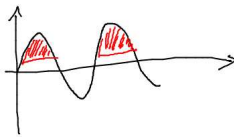
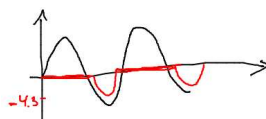
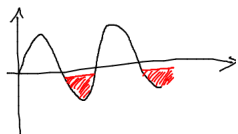


ii)



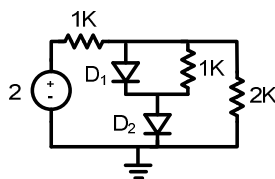
iii)

- Tracez V_{OUT} pour le circuit à gauche. (3 points)
- Tracez V_{OUT} pour le circuit au centre. (3 points)
- Tracez V_{OUT} pour le circuit à droite avec une valeur de RC élevée. (3 points)

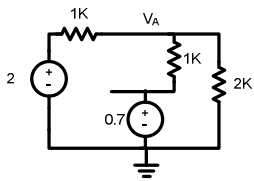


Question 4. Pour le circuit suivant, répondez aux questions avec le modèle ON-OFF avec chute de 0.7v. (8 points)

- Dites si chacune des diodes conduit ou pas. (3 points)
- Quelle est la tension à l'anode de la diode $D1$? (5 points)



D1 ne conduit pas
D2 conduit



$$\frac{2 - V_A}{1K} = \frac{V_A}{2K} + \frac{V_A - 0.7}{1K}$$

$$4 - 2V_A = V_A + 2V_A - 1.4$$

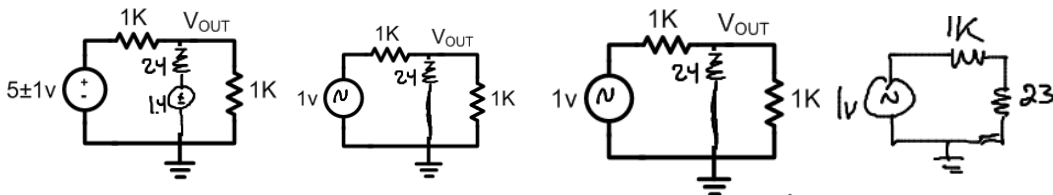
$$5.4 = 5V_A$$

$$V_A = \frac{5.4}{5} = 1.08$$

Question 5. Vous voulez faire un circuit qui fournit une tension d'alimentation V_{OUT} de 1.4v. Sachant que votre source de 5v fluctue de $\pm 1v$, calculez les variations à V_{OUT} en utilisant le modèle petit-signal. (8 points)

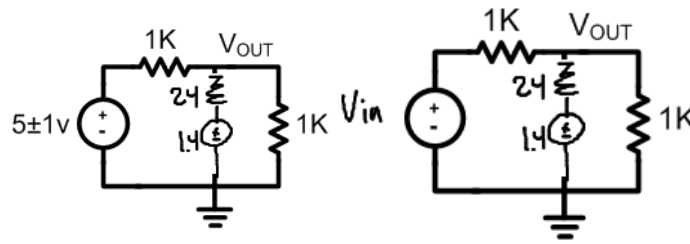


$$r_d = \frac{26mV}{2.2mA} = 11.8 \Omega$$



$$\frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{1}{1000}} = \frac{1}{\frac{1000 + 24}{24000}} = \frac{24000}{1024} = 23$$

$$V_{out} = \frac{23}{1K + 23} \cdot 1 = 23mV$$



$$\frac{V_{in} - V_{out}}{1k} = \frac{V_{out} - 1.4}{24} + \frac{V_{out}}{1k}$$

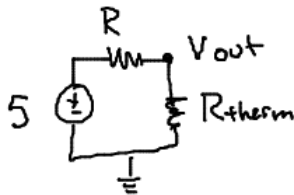
$$24V_{in} - 24V_{out} = 1000V_{out} - 1400 + 24V_{out}$$

$$24V_{in} + 1400 = 1048V_{out}$$

$$\Rightarrow V_{out} = \frac{24V_{in}}{1048} + \frac{1400}{1048}$$

Question 6. (10 points)

- a) On veut faire un thermomètre avec une thermistance qui donne $1K\Omega$ quand la température est de $10^{\circ}C$ et de $30K\Omega$ quand la température est de $30^{\circ}C$. Concevez un circuit avec la thermistance, une résistance et une source de tension de 5v. Quelle valeur de R devrait-on choisir pour avoir au moins 4v quand la température est à $30^{\circ}C$ et au plus 1V quand la température est à $10^{\circ}C$? (6 points)



$$V_{out} = 5 \cdot \frac{R_{therm}}{R + R_{therm}}$$

$$4 = 5 \cdot \frac{30k}{R + 30k}$$

$$0.8R + 24k = 30k$$

$$R = 7500 \text{ (maximum)}$$

$$I = 5 \frac{1k}{R + 1k}$$

$$0.2R + 200 = 1k$$

$$0.2R = 800$$

$$R = 4000 \text{ (minimum)}$$

On va dire que 6000Ω est un bon compromis.

b) Énumérez les 6 électrons présents dans le carbone. (4 points)

n	l	m_l	m_s
0	0	0	↑ ↓
1	0	0	↑ ↓
	1	-1	↑
		0	↑

Équations

Constantes

kT à la température de la pièce: 26mV

$$I = I_s \left(e^{\frac{V}{kT}} - 1 \right) \quad V = kT \ln \left(\frac{I}{I_s} + 1 \right)$$

$$r_d = \frac{kT}{I_D}$$