
6GEI300 - Électronique I

Examen Partiel

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. (11 points)

- a) Qu'est-ce que le nombre quantique magnétique et qu'est-ce que ça représente intuitivement? (1 point)

L'orientation des orbites.

- b) Que dit le principe d'exclusion de Pauli ? (1 point)

Ça dit que pour chaque valeur de n , l , m_l , il ne peut y avoir que 2 électrons (spin up et spin down).

- c) Pourrait-on utiliser une diode PN en conduction inverse si on la protégeait avec une résistance? (1 point)

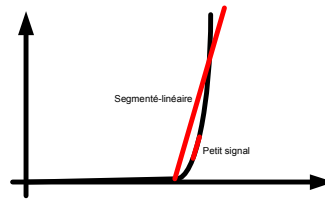
Oui. Il n'y a pas de raison qui nous empêcherait de le faire.

- d) Qu'est-ce que le modèle petit signal d'une diode et comment est-il différent du modèle segmenté linéaire? Expliquez aussi POURQUOI ce modèle ne s'applique qu'aux petits signaux. (2 points)

Le modèle segmenté linéaire approxime la région de conduction complète avec une seule pente.

Le modèle petit signal, lui, approxime la courbe exponentielle avec une pente autour d'un point choisi. Cette pente reflète bien le comportement de la diode si la tension en entrée

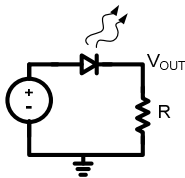
ne varie pas beaucoup... autre facon de le dire : cette pente reflète bien le comportement de la diode si la tension en entrée était un petit signal.



e) Qu'est-ce qu'une diode électroluminescente ? Dessinez un circuit simple qui peut la faire fonctionner et expliquez son fonctionnement. (2 points)

C'est une diode qui émet de la lumière quand un courant circule au travers. Lorsqu'il y a conduction dans une diode, il y a recombinaison électron-trou. Quand il y a recombinaison, il y a libération d'énergie. Dans certains matériaux, cette énergie est libérée sous forme de lumière.

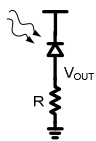
Dans ce circuit, on applique une tension aux bornes de la diode pour que ça conduise. La résistance protège la diode.



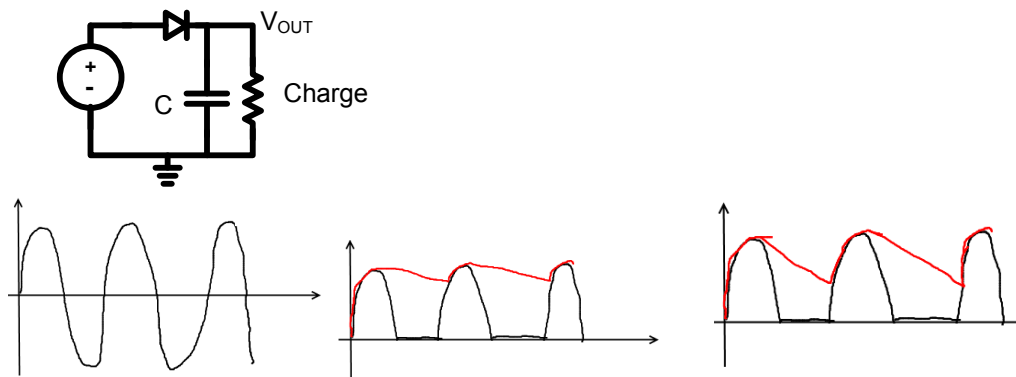
f) Qu'est-ce qu'une photodiode ? Dessinez un circuit simple qui peut la faire fonctionner et expliquez son fonctionnement (2 points)

Toute diode réagit à de la lumière. Une photodiode est conçue spécifiquement pour maximiser la génération de courant en réponse à la présence de la lumière. Lorsqu'on fournit assez d'énergie à un électron de la bande de valence, il passe à la bande de conduction et donc, ça a assez d'énergie pour conduire. En présence d'un champ électrique, ça conduira.

Dans ce circuit, on met la photodiode en mode « bloquée ». En envoyant de la lumière, les paires électrons-trous se forment et se dirigent vers la résistance (à cause du champ électrique dans la région charge-espace). Ce courant est multiplié par la résistance pour donne une tension.

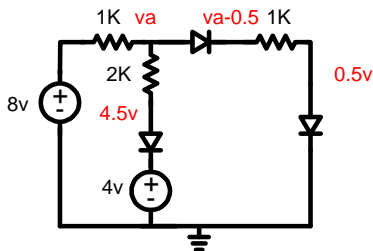
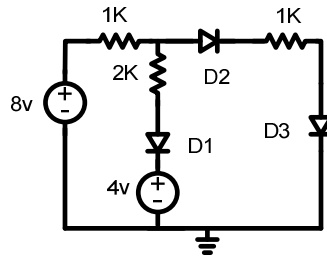


g) Dessinez un circuit pour le redressement à demi-cycle (avec une charge résistive) et expliquez son comportement lorsqu'on injecte $5\sin(\omega t)$ en entrée. Dessinez aussi le signal en sortie lorsqu'on diminue de beaucoup la valeur du condensateur. (2 points)



Question 2. Analysez le circuit suivant en utilisant le modèle ON-OFF avec chute de 0.5v. (8 points)

- Indiquez si chaque diode conduit ou pas. (4 points)
- calculez le courant qui passe dans chacune des diodes. (4 points)



Hypothèse : Toutes les diodes conduisent.

$$(8-v_a)/1K=(v_a-4.5)/2K+((v_a-0.5)-0.7)/1K$$

$$16-2v_a=v_a-4.5+2v_a-1-1$$

$$16-5v_a=-4.5-2$$

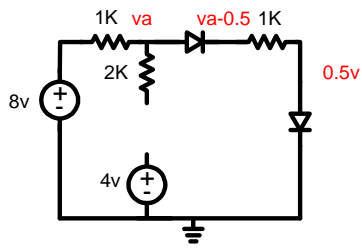
$$16-5v_a=-6.5$$

$$5v_a=22.5$$

$$v_a=4.5$$

C'est incohérent : V_A est 4.5v et donc, le courant dans la diode est 0 (conduit pas!).

Hypothèse : La diode de la source 4v est bloquée.. Les autres conduisent.



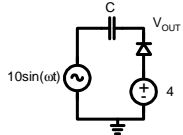
$$(8-v_a)/1K = ((v_a-0.5)-0.5)/1K$$

$$8-v_a = (v_a-0.5)-0.5$$

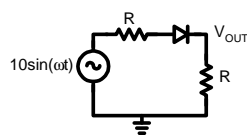
$$9-v_a = v_a$$

$$9 = 2v_a$$

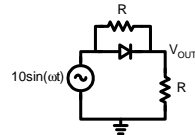
Question 3. Considérant que les diodes sont idéales, dessinez le signal de sortie V_{OUT} . Pour chaque circuit, dessinez le signal en entrée et le signal de sortie en identifiant les tensions maximales et minimales. (12 points)



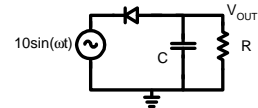
a)



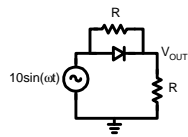
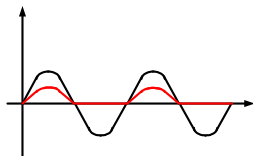
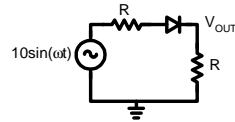
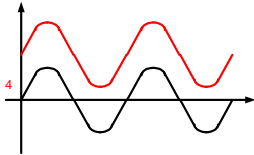
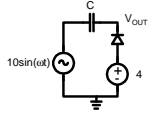
b)

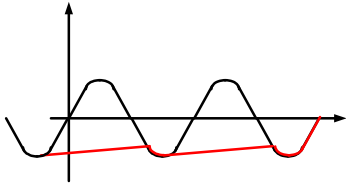
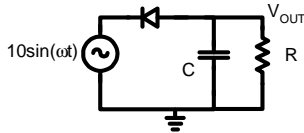
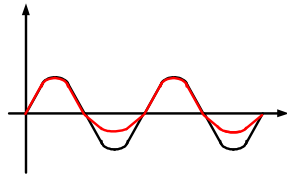


c)

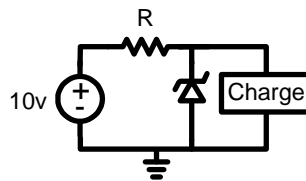


d)





Question 4. Considérez le régulateur de tension de la figure suivante. La diode Zener de $V_Z=6\text{v}$ avec $R_Z=50\Omega$ est utilisée pour garder la tension le plus stable possible à la sortie. (9 points)



Nous voulons que le courant qui passe par la diode zener soit d'à peu près 10mA lorsqu'il n'y a pas de charge.

a) Quelle devrait alors être la résistance R ? (3 points)

La charge peut être approximée avec une résistance de 2K.

b) Quelle variation aurait la tension à la charge si la source avait une tension qui variait de $\pm 1\text{v}$? (3 points)

c) Quelle est la valeur minimale de la résistance de charge pour qu'un courant d'au moins 1mA circule dans la diode? (3 points)

$$(10-6)/R = 10\text{mA}$$

$$R=400$$

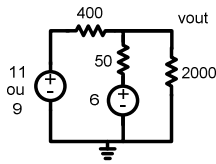
$$(10-v_{out})/400=(v_{out}-6)/50+v_{out}/2000$$

$$(50-5v_{out})=(40v_{out}-240) +v_{out}$$

$$(50-5v_{out})=(40v_{out}-240) +v_{out}$$

$$290 = 46v_{out}$$

$$V_{out} = 6.3$$



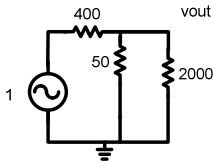
$$(11 - v_{out})/400 = (v_{out} - 6)/50 + v_{out}/2000$$

$$6.413$$

$$(9 - v_{out})/400 = (v_{out} - 6)/50 + v_{out}/2000$$

$$6.196$$

L'autre façon de faire...



$$\gg 1 / ((1/50) + (1/2000))$$

$$48.7805$$

$$\gg \text{ans} / (\text{ans} + 400)$$

$$0.1087$$

Si l'entrée était un sinus allant de -1 à +1, la sortie serait un sinus allant de -0.1087 à +0.1087. Amplitude totale (crête à crête) de 0.217.

$$(v_{out} - 6)/50 = 0.001$$

$$V_{out} = 6.05$$

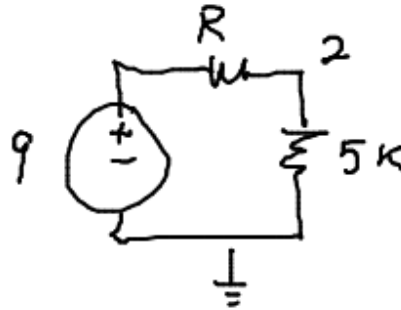
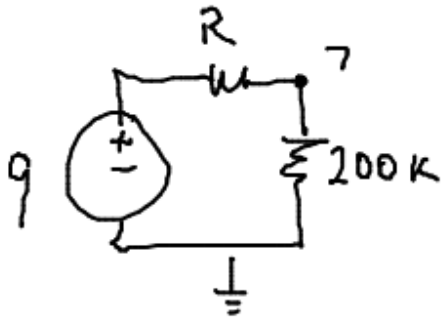
$$(9 - 6.05)/400 = (6.05 - 6)/50 + 6.05/r$$

$$R = 949$$

Question 5. Questions diverses (10 points)

On veut faire un détecteur de noirceur à l'aide d'une photorésistance qui donne $5K\Omega$ quand il y a de la lumière et qui donne $200K\Omega$ quand il fait complètement noir.

- a) Dessinez un circuit avec la photorésistance, une résistance et une source de tension de 9V. Quelle valeur de R devrait-on choisir pour avoir au moins 7V quand il fait noir et au plus 2V quand il y a de la lumière? (4 points)



$$\frac{200k}{200k + R} \cdot 9 = 7$$

$$200k = \left(\frac{7}{9}\right)R + \left(\frac{7}{9}\right) \cdot 200k$$

$$\frac{2}{9} \cdot 200k = \frac{7}{9} R \Rightarrow R = \frac{2}{7} \cdot 200k = 57k$$

$$\frac{5k}{5k + R} \cdot 9 = 2$$

$$5k = \left(\frac{2}{9}\right)R + \left(\frac{2}{9}\right)5k$$

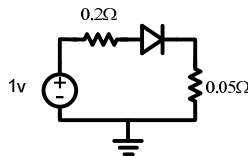
$$\frac{7}{9}5k = \frac{2}{9}R$$

$$\frac{7}{2} \cdot 5k = R$$

$$R = 17.5k$$

Une résistance autour de 30k pourrait être convenable.

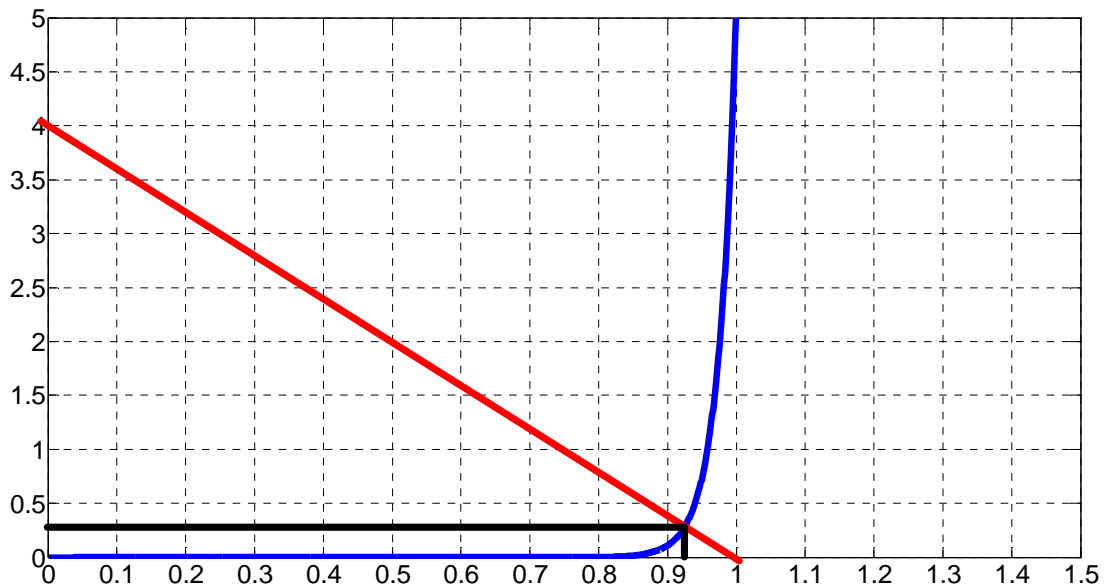
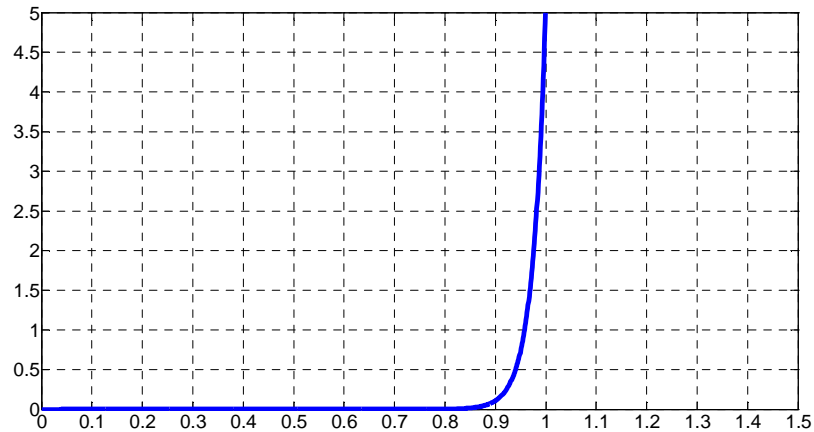
Pour les questions b), c) et d), considérez le circuit suivant :



b) Trouvez V_D et I_D pour le circuit en utilisant la méthode graphique. (2 points)

- c) En prenant des mesures avec la diode nous avons trouvé qu'avec 0.9v, la diode fournissait 0.1A. Quelle est sa valeur de I_S ? (1 point)
 d) Avec ce I_S , trouvez V_D et I_D pour le circuit 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). Pour la méthode graphique, recopiez les graphiques dans votre cahier d'examen.



$I_S = 0.93e^{-16}$

*On devine $v_d = 0.7$ pour calculer i_d (lui ne compte pas)
 $(1 - 0.7) / 0.25 = 1.2000$*

On calcule le premier v_d qui compte

$$26e^{-3} * (\log(ans/0.93e^{-16} + 1)) = 0.9645$$

On calcule le premier id qui compte

$$>> (1-ans)/0.25$$

$$0.1420$$

On calcule de 2^e vd qui compte

$$>> 26e^{-3} * (\log(ans/0.93e^{-16} + 1))$$

$$0.9090$$

On calcule de 2^e id qui compte

$$>> (1-ans)/0.25$$

$$0.3640$$

Équations

Constantes

kT à la température de la pièce: 26mV

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

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