

CONCOURS D'ACCES AU DOCTORAT DE LA FILIERE D'ELECTRONIQUE(2022-2023)

Spécialité : Microélectronique

Epreuve de Spécialité : Les Semi-conducteurs

Durée : 2H00

Exercice 01 : Choisir la bonne réponse : (15pts)

1. Qu'est-ce que l'épitaixie ?

- a. Plaque de semi-conducteur polycristallin
b. Dépôt de cristaux sur un substrat, une surface polie,
en couche de quelques nanomètres d'épaisseur
c. Capteur du rayonnement électromagnétique solaire
d. Empilement de plusieurs atomes d'un même matériau.

2. Une nanostructure de semi-conducteurs qui confine les électrons dans les trois dimensions de l'espace est appelée :

- a. Une boîte réduite b. Une boîte antique c. Une boîte quantique d. Une boîte miniaturisée.

3. Le premier transistor a été inventé en :

- a. 1947 b. 1937 c. 1957 d. 1927.

4. L'énergie de liaison est assez importante dans un :

- a. Métal b. Semi-conducteur c. Isolant d. Cristal moléculaire.

5. Les atomes comportant un seul électron sur la couche externe sont :

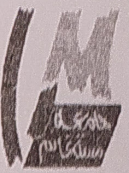
- a. Fortement sensibles à un champ magnétique externe.
b. Ne dépendent pas du champ magnétique externe
c. Strictement sensibles à un champ magnétique externe.
d. Faiblement sensibles à un champ magnétique externe.

6. La substitution d'un atome de silicium par un atome de phosphore conduit à :

- a. La création d'un semi-conducteur dopé de type P.
b. On augmente la densité des porteurs.
c. La création d'un semi-conducteur dopé de type N.
d. La densité des porteurs demeure inchangée.

7. L'interstitiel est un défaut de point qui signifie :

- a. Que l'atome d'un semi-conducteur n'est pas à sa place.
b. L'absence d'un atome du semi-conducteur à l'un des points géométriques du réseau.
c. La présence d'un plan partiel d'atomes supplémentaires.
d. L'alignement d'un grand nombre de lacunes lors de la fabrication du semi-conducteur.



8. Quelle est la configuration électronique de valence du zinc ?

- a. $5s^2 5d^2 5p^6$ b. $5s^2 4d^2 5p^6$ c. $4s^2 4d^2 4p^6$ d. $3d^{10} 4s^2$

9. Quel est l'élément de base des silicates ?

- a. SiO_2 b. Le silicium c. $Si_2O_7^{6-}$ d. SiO_4^{2-}

10. Qu'est-ce qu'un matériau polycristallin ?

- a. Un matériau formé de plusieurs zones cristallines parfaitement orientées parallèlement.
b. Un matériau formé de zones cristallines et de zones amorphes aléatoirement réparties.
c. Un matériau formé de monocristaux aléatoirement orientés
d. Un matériau qui peut se trouver sous forme amorphe, semi-cristalline ou cristalline.

11. Un semi-conducteur intrinsèque :

- a. a généralement 5 électrons sur la couche périphérique de ses atomes.
b. est isolant à haute température.
c. est conducteur à haute température.
d. Aucune des trois réponses.

12. Pour une diode au silicium, la tension de seuil V_d est égale à :

- a. 0.7 V b. 0.3 V c. 1 V d. 1.6V

13. Dans un semi-conducteur pur au zéro absolu :

- a. il n'y a pas de recombinaison des électrons avec les trous.
b. la vitesse de dérive des électrons libres est très petite.
c. les électrons libres ne sont pas disponibles pour la conduction du courant.
d. L'énergie des électrons à cette température est nulle.

14. Un semi-conducteur de type P est obtenu :

- a. en dopant un semi conducteur avec une impureté pentavalente.
b. en dopant un semi conducteur avec une impureté trivalente.
c. dans les deux cas (a) et (b)
d. dans les deux cas (a) et (b)

15. Un dopant pentavalent a un nombre d'électrons de valence égal à :

- a. 3 b. 5 c. 4 d. 6

16. Les trous sont minoritaires dans un semi-conducteur :

- a. Intrinsèque b. Extrinsèque c. de type P d. de type N.





17. On appelle l'énergie qui sépare le niveau de Fermi du niveau de vide :

- a. l'affinité électronique b. l'énergie de gap c. L'énergie cinétique d. la barrière de potentiel

18. A $T=0^{\circ}\text{K}$, un SC intrinsèque :

- a. devient extrinsèque b. se comporte comme un isolant
c. devient partiellement conducteur d. se désintègre

19. Les masses effectives dans le cas du GaAs sont respectivement : $\frac{m_c}{m_0} = 0.068$, $\frac{m_v}{m_0} = 0.47$.

La largeur de la bande interdite est $E_g = 1.43 \text{ eV}$. Le niveau de Fermi, à $T=300^{\circ}\text{K}$, est égal à :

- a. 0.328 eV b. 0.531 eV c. 0.689 eV d. 0.751 eV

20. Laquelle des affirmations suivantes n'est pas correcte ?

- a. La résistivité du semi-conducteur intrinsèque diminue avec l'augmentation de la température.
b. Le dopage du Si pur avec des impuretés trivalentes donne des semi-conducteurs de type p.
c. Les porteurs majoritaires dans les semi-conducteurs de type n sont des électrons.
d. Une jonction p-n ne peut agir comme une diode semi-conductrice.

Exercice 02 : (5 pts)

On considère un semi-conducteur en Germanium de largeur de gap $E_g=0.66\text{eV}$. On donne $N_c=1,04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ et $N_v=6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

- Rappelez les relations permettant le calcul de la densité intrinsèque et la position du niveau de Fermi
- Calculez sa densité intrinsèque à 300°k , 500°k et 600°k (Veuillez remplir le tableau)

$T(^{\circ}\text{K})$	300	500	600
$n_i (\text{cm}^{-3})$			

- Calculez la position du niveau de Fermi à 300°k , 500°k et 600°k . (Veuillez remplir le tableau)

$T(^{\circ}\text{K})$	300	500	600
$E_{Fi} (\text{eV})$			



FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

CONCOURS D'ACCES AU DOCTORAT DE LA FILIERE D'ELECTRONIQUE
(2022-2023)

Spécialité : Electronique des Systèmes Embarqués

Epreuve de Spécialité : Traitement de Signal

Durée : 2H00

QCM : (12 points)

Reporter sur la feuille d'examen la bonne réponse pour chaque question :

Q1- Soit un bruit blanc centré de puissance P , de variance σ^2 et de densité spectrale de puissance dsp

- 1) $P = \sigma^2 \neq dsp$,
- ② $P = dsp \neq \sigma^2$,
- 3) $P \neq dsp = \sigma^2$,
- 4) $P = \sigma^2 = dsp$

Q2- La stabilité d'un système linéaire de réponse impulsionnelle $h(n)$ est définie par

- ① $\sum_{-\infty}^{+\infty} |h(n)| < \infty$,
- 2) $\sum_{-\infty}^{+\infty} |h(n)| = \infty$,
- 3) $\sum_{-\infty}^{+\infty} |h(n)| \geq \infty$,
- 4) $\sum_{-\infty}^{+\infty} |h(n)| > \infty$

Q3- La causalité d'un système linéaire de réponse impulsionnelle $h(n)$ est définie par

- 1) $h(n) = 0$ pour $n > 0$,
- ② $h(n) = 0$ pour $n < 0$,
- 3) $h(n) = 0$ pour $n \geq 0$,
- 4) $h(n) \neq 0$ pour $n < 0$

Q4- La période Δf de la transformée de Fourier d'un signal $x(t)$ échantillonné avec un pas $T_e = 1$ est

- 1) $\Delta f = 0,1$,
- ② $\Delta f = 1$,
- 3) $\Delta f = 2$,
- 4) $\Delta f = 0,2$

Q5- Le signal autorégressif d'ordre 1

- 1) n'est pas stationnaire au sens large
- 2) est la sortie d'un signal instable
- ③ est totalement caractérisé par la connaissance de deux valeurs de sa fonction d'autocorrélation
- 4) est caractérisé uniquement par la connaissance de la valeur du coefficient de régression.

Q6- Deux signaux $x(t)$ et $y(t)$ sont orthogonaux si :

- 1) Leur distance : $d(x, y) = 0$
- 2) Leur produit scalaire : $\langle x, y \rangle = 0$
- 3) Leur produit de convolution : $x(t) * y(t) = 0$

Q7- La convolution $z(k)$ entre deux signaux réels à temps discret $x(k)$ et $y(k)$, est :

- 1) $z(k) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(k) y(k - n)$
- 2) $z(k) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n) y(k - n)$
- 3) $z(k) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n - k) y(k)$
- 4) $z(k) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n - k) y(k - n)$

Q8- On note $b[n]$ un signal aléatoire centré à temps discret, c'est un bruit blanc si :

- 1) sa fonction d'autocorrélation $R_{bb}(k) = E\{b(n) b(n - k)\}$ est nulle sauf en $k = 0$
- 2) sa densité de probabilité est Gaussienne
- 3) sa transformée de Fourier $H(f)$ est constante

Q9- La transformée de Fourier $X(f)$ d'un signal à temps discret $x(n)$ est :

- 1) égale à $\frac{1}{N} \sum_{n=0}^N x(n) e^{-j2\pi \frac{nm}{N}}$
- 2) une fonction périodique à valeurs complexes
- 3) une fonction périodique à valeurs réelles
- 4) une fonction apériodique à valeurs réelles

Q10- Soit $b(n)$ un signal aléatoire à temps discret, réel et centré. On note $H(f)$ sa transformée de Fourier. On définit sa fonction d'autocorrélation par $R_{bb}(k) = E[b(n) b(n - k)]$ et on note $S_b(f)$ sa transformée de Fourier.

- 1) $R_{bb}(k)$ est périodique
- 2) $S_b(f) = |H(f)|^2$
- 3) $H(f)$ est aléatoire

Q11- $h(n) = a^n u(n)$ est la réponse impulsionnelle d'un système linéaire et invariant dans le temps, le système est stable si :

- 1) $a < 0$
- 2) $|a| > 0$
- 3) $a > 1$
- 4) $|a| < 1$

Q12- Considérons l'équation de différence suivante d'un filtre numérique :

$y(n) = \frac{5}{6} y(n - 1) - \frac{1}{6} y(n - 2) + x(n)$. La fonction de transfert correspondante $H(z)$ a deux pôles qui sont :

- 1) $z_1 = \frac{1}{2}$; $z_2 = \frac{1}{3}$
- 2) $z_1 = 1$; $z_2 = 2$
- 3) $z_1 = \frac{5}{6}$; $z_2 = \frac{1}{6}$
- 4) $z_1 = \frac{6}{5}$; $z_2 = 6$

**Exercice 1 : (4 points)**

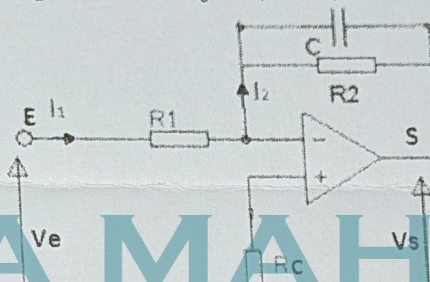
La réponse fréquentielle $H(f)$ d'un filtre numérique passe bas idéal de fréquence de coupure f_c est donnée par

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{si } |f| \leq f_c < 0,5 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

- Montrer que la réponse impulsionnelle (RI) $h(n) = \frac{\sin(0,3 \pi n)}{\pi n}$, où n est un entier est celle d'un filtre numérique passe bas idéal.

Exercice 2 : (4 points)

La figure ci-dessous représente un filtre passe-bas du premier ordre actif à base d'amplificateur opérationnel idéal. On donne $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_c = 5,1 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ nF}$.



SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



- 1) Déterminer la fonction de transfert complexe G du filtre.
- 2) Mettre la fonction de transfert sous la forme suivante $G = \frac{k}{1+j\omega}$.
- 3) Quelle est la fréquence de coupure f_c de ce filtre ?