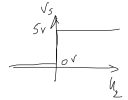


Grandes lignes

Questions III. G. 3 et III. H retirées (trop hors prog)

- 1) La précision maximale correspond à la période, soit 1 ns (pour une fréquence de 1 GHz.)
- 2) a) La masse est l'ensemble des points de même potentiel, (une carcasse d'appareil électrique par exemple) points **généralement** reliés à la Terre, son potentiel est pris nul.
- b) Ce dispositif réalise un comparateur dont le graphe est :



3) On a une charge exponentielle d'un circuit r-c, soit $u_2 = u(1 - \exp(-\frac{t}{\tau}))$
 Démonstration (cours de sup) à remettre. La constante de temps demandée est égale à rc .

I.B.1.a) Avec les hypothèses, après $d/$ de la tension précédente, on obtient :

$$u_2 = u(1 - \exp(-\frac{t}{\tau})) \approx u(1 - 1 + (t/\tau)) \approx u t/\tau$$

$$\frac{du_2}{dt} \approx \frac{u}{\tau}$$

I.B.1.b) Le bloc B se comporte comme un intégrateur.

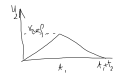
I.B.1.c) u est positif, on a donc 5 V en sortie.

I.B.2.a) Du fait de la constante de temps et des hypothèses de 1.a, on a un circuit rc qui se charge ou se décharge de manière linéaire. Ici, on a :

$$u_2(t) = u \frac{t_1}{\tau} - V_{ref} \frac{t - t_1}{\tau}$$

$t=t_1+t_2$ est l'instant où u_2 change de signe. On résout $u_2(t)=0$

On obtient : $t_2 = \frac{u t_1}{V_{ref}}$



I.B.2.b) cf graphe. On résume, entre t_1 et t_2 le compteur compte avec une fréquence f_{ck} pour ramener u_2 à zéro. Arrivé à zéro, on obtient un nombre codé en binaire.

I.B.2.c) Un compteur, par définition, augmente de un à chaque coup d'horloge.

Ici, il augmente de 1 tous les $1/f_{ck}$ durant le temps t_2 . sn étant un entier, on garde :

$sn = E(t_2 f_{ck})$, E désignant la partie entière.

I.B.3) La durée maximale de conversion s'obtient quand $t_1=t_2$, le temps de numérisation t_1+t_2 correspond donc à

$$2(2^N - 1)/f_{ck}$$

Ou $0,51 \mu s$

La période associée est à multiplier par 2 d'après Shannon, soit une fréquence max de 1 MHz.

I.C.1) C'est un fonctionnement basé sur l'utilisation du diviseur de tension. La tension sur la borne de gauche du comparateur 3 (par exemple) vaut $9r/(9r+7r) V_{ref}$, soit encore $9V_{ref}/16$. Si u est inférieure ou supérieure à cette valeur, alors le comparateur permute en sortie et affiche soit 0, soit 1.

Il faut reprendre et rédiger ce raisonnement pour chaque comparateur bien sûr. La valeur pour le diviseur de tension est à chaque fois différente.

I.C.2) On constate que sur la figure 3 de l'énoncé pour 3 bits, il faut $(2^{\text{puissance } 3} - 1)$ comparateurs, ceci est lié au fait que les 3 bits peuvent prendre 8 valeurs. Un convertisseur sur n bits nécessite donc :

$$2^n - 1$$

I.D.1) N est égal à 3

I.D.2) Pour $u=1,28$ V, on a 5 (base 10), soit $sn=101$ (base 2). $Un=1,25$ V

Spe MP

I.D.3) On a une erreur de quantification, car on passe d'un intervalle réel sur un ensemble de 8 valeurs possibles. L'erreur maximale vaut : $(V_{ref}/8)/2$, soit 0,125 V

I.E.1) Il faut utiliser un passe-bas pour supprimer les harmoniques de haute fréquence. On limite à 20 kHz pour un son humain.

I.E.2) On doit prendre au moins 40 kHz, on prend souvent 44 kHz (standard en audio).

I.F) Question qui peut sembler simpliste mais longue ! et "dans l'air du temps" (à faire par vous-même)

Calculons les gains, soit :

1,4 sur l'essai 1 à 100 Hz

2 sur l'essai 2 à 5 kHz

7,2 sur l'essai 3 à 10 kHz, on constate **un déphasage (en valeur absolue) de 90°**

0,042 sur l'essai 4 à 100 kHz

Passe-bas, on garde donc le filtre donné en annexe du problème et noté H_{LP} , (comme LP ou low pass filter)

Pour des pulsations faibles, on a mesuré un gain de 1,4, ceci correspond donc à H_{LPO}

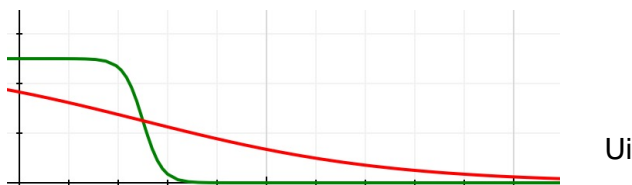
Pour le troisième essai, on constate que l'on a ω_0 car on a un déphasage de 90°. On a alors $H_{LP} = Q H_{LPO}$ en utilisant l'expression annexe de l'énoncé, on déduit $Q=5,1$

En utilisant les expressions annexes de l'énoncé, on déduit alors les fréquences f_c : 15 kHz puis f_p .

II.A.1) Le cuivre a 29 électrons. Sa configuration électronique en $[Ar]3d^104s^1$ (pour les dernières couches) nous indique une valence de un.

2) La règle de remplissage de Klechkowski nous indique le remplissage de la 1s, puis 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d mais on a exception pour le cuivre car on a remplissage total de la 3d pour des raisons de stabilité accrue puis 4s.

B.1) L'allure des courbes demandées est la suivante : la plus déformée pour une température faible.



2) On a donc toujours présence d'électrons dans la bande de conduction (Heureusement pour un conducteur recherché et coûteux comme le cuivre).

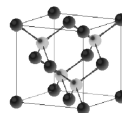
C.1)a) On trace la maille (classique).

En annexe on nous rappelle la maille cfc et on nous donne le rayon R d'un atome de silicium. Les atomes sont tangents au mieux sur la grande diagonale du cube en tenant compte des sites tétraédriques. Comme vu en sup, on a :

$$a\sqrt{3}=8R$$

On déduit a.

$$AN : a=543 \text{ pm}$$



b) La plus petite distance entre deux atomes est $2R$! La structure cfc de base est compacte. Mais du fait de la présence des atomes (identiques) sur des sites tétraédriques, **la maille n'est plus compacte**.

On pourrait le vérifier en calculant $8 \cdot \text{volume atome} / \text{volume maille}$, mais ce calcul n'est pas demandé.

II.C.2 Le silicium est isolant à basse température.

III.A.1 L'énergie cinétique est en $3/2kT$

On déduit
$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \Rightarrow v \sim 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

III.A.2 a) La vitesse est identique. Entre deux chocs, la vitesse ne varie pas, en fait on néglige la pesanteur comme toujours (ou presque) dans les mouvements de particule chargée. $V'_i=V_i$

III.A.2 b) Du fait de l'isotropie du champ de vitesse, la vitesse moyenne (au sens de valeur moyenne du vecteur vitesse) est nulle (Attention, la moyenne de la norme de la vitesse n'est pas nulle du tout. Cf A.1.).

III.B En présence d'un champ, on doit avoir un mouvement d'ensemble.

III.C.1 Le terme mésoscopique caractérise une échelle qui se trouve à mi-chemin entre microscopique et macroscopique. Terme très utilisé en mécanique des fluides. En l'occurrence, ici, c'est une forme de vitesse moyenne calculée sur une distance de l'ordre du micromètre.

III.C.2 On applique un pfd :

On a

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -e\vec{E} - \frac{m}{\tau} \vec{v} \Rightarrow \vec{v} = \frac{-e\tau \vec{E}}{m}$$

Donc, $\mu = \frac{e\tau}{m}$

III.C.3 $\vec{j} = \gamma \vec{E}$ et $\vec{j} = -ne\vec{v} = -ne(-\mu \vec{E}) = \frac{ne^2\tau}{m} \vec{E}$

$$\gamma = \frac{ne^2\tau}{m}$$

III.D.1 La période T du signal doit être plus grande que la constante τ .

III.D.2 On est bien sur une échelle mésoscopique comme suggéré en C.1

III.E.1 La conductivité est identique. L'expression de l'énoncé le prouve.

III.E.2 On peut mesurer un champ B.

III.F On utilise l'expression de l'énoncé.

$$MC = - \frac{|q_1| n_1 \mu_1 |q_2| n_2 \mu_2 (\mu_1 \pm \mu_2)^2 B^2}{(|q_1| n_1 \mu_1 + |q_2| n_2 \mu_2)^2}$$

III.G.1 Le cours sur le dipôle indique : $E_p = - \vec{m} \cdot \vec{B}$

III.G.2 On a deux énergies possibles pour les deux cas : m et B parallèles, m et B antiparallèles.

Une statistique de Boltzmann donne :

$$E_p = - \vec{m} \cdot \vec{B} \Rightarrow \begin{aligned} N_1 &= \lambda e^{-mB/(kT)} \\ N_2 &= \lambda e^{+mB/(kT)} \end{aligned}$$

La somme de N1 et N2 donne N. D'où le coefficient de proportionnalité.

IV.A.1 La plaque est très fine selon Ox, les transferts de chaleur sont donc prépondérants selon cette direction.

IV.A.2 Cours avec bilan enthalpique :

$$S dt (J_q(x) - J_q(x+dx)) = dm c dT = \rho S dx c dT$$

$$- S dt \frac{\partial J_q}{\partial x} dx = \rho S dx c \frac{\partial T}{\partial t} dt$$

$$\lambda \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \rho c \frac{\partial \theta}{\partial t}$$

IV.A.3 $T = ax + b$. $T = (T_0 - T_1)x/l + T_1$

Le flux vaut donc : $-\lambda(T_0 - T_1)S/l$ avec $S = ab$

IV.A.4 Une analogie nous donne : $\Delta T = R_{th} \Phi$

Avec $R = \frac{l}{\lambda S}$

IV.B.1 Par une étude de dimension, on a : h en $J.s^{-1}.m^{-2}.K^{-1}$ ou $W.K^{-1}.m^{-2}$

IV.B.2 On applique la formule de Rth vue en A.4 avec $S = ab$

Puis $R_h = 1/(hS) = 1/(hab)$

On trouve 0,01 pour Rth Si et 35 pour Rh

Comme les deux résistances sont en série, on somme les deux pour obtenir la résistance thermique équivalente.

IV.C

Utilisons le schéma équivalent où P vaut 15 W :

On a alors l'équation différentielle suivante :

avec $C = mc$ et R pour $1/(2hab)$

$$P = C \frac{dT}{dt} + \frac{T - T_a}{R}$$



Le 2 correspond à la présence des deux faces.

température atteint les 100°C (Tjunction dans la doc du

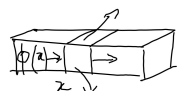
On cherche le temps pour lequel la microprocesseur).

On a une équation classique du premier ordre dont la résolution s'écrit :

$$T = T_a + RP + Ae^{-t/\tau}$$

On trouve 15 s pour passer de Ta à Tlim de 373 K.

IV.D.1 On fait un bilan enthalpique sur une tranche d'épaisseur dx de l'aillette, soit :



$$Sj(x) dt - Sj(x+dx) dt - h(T - T_a) dx dt (2e + 2l) = 0$$

avec $j = -\lambda \frac{dT}{dx}$

$$T = T_a + (T_r - T_a) e^{-x/\delta} \quad \text{et} \quad \delta = \sqrt{\frac{\lambda e l}{h(2e + 2l)}}$$

Après simplification, on a

IV.D.2 On calcule la puissance des six ailettes à partir de la puissance (pour une ailette) dissipée en x1 à multiplier par 6. Pour une ailette, on a j(x1) el , à multiplier par 6.

$$P_{rad} = 6 (T_r - T_a) \sqrt{\lambda h (2e + 2l_z)} el_z$$

On trouve une puissance de 44 W.

E.1) On peut penser à un oléoduc ou à aqueduc, ie à une canalisation conduisant du pétrole ou de l'eau. Dans notre cas, caloduc renvoie à un dispositif de transfert de chaleur. Le caloduc conduit à des applications plus nombreuses qu'on ne le croit.

E.2) Dans la mesure où un travail élémentaire est : $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{OM}$

et où on nous indique qu'il y a montée du liquide donc présence de forces autres que les forces de pesanteur et d'un déplacement, au niveau des parois il y a un travail.

Les forces de capillarité travaillent.

E.3) En A, on est au niveau du microprocesseur. Ensuite, jusqu'à B, on a vaporisation.

En C, on est au niveau du radiateur. On a donc liquéfaction. En D jusqu'à A, le liquide se déplace dans les microrainures.

F) On a : $R = (T_r - T_m) / P$

On trouve une valeur de 5.10^{-2} K/W, valeur bien inférieure à celle d'un conducteur de cuivre.