

Séance 1 de révisions : Electronique (3/2)

INTERRO DE COURS

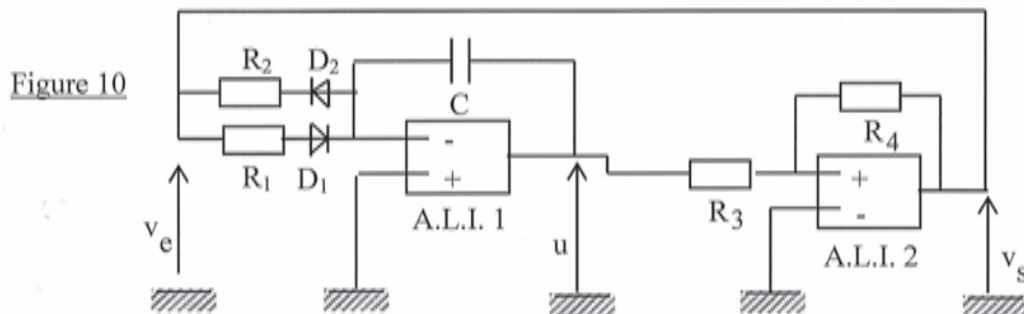
1. Règle de stabilité d'un système linéaire modélisable par une fonction de transfert d'ordre deux
2. Modèle de l'Amplificateur Linéaire Intégré : ordres de grandeur de l'impédance différentielle d'entrée, du gain différentiel statique, de son facteur de mérite et de son temps de réponse.
3. Quel problème pratique induit le montage intégrateur « parfait » à ALI ?
4. Proposer un montage comparateur à hystérésis à base d'ALI. Dessiner sa caractéristique $V_s(V_e)$
5. Condition limite d'oscillations de BARKHAUSEN. Et en pratique ?

6. Quelle est la raison de la limitation dite « critère de Nyquist-Shannon » sur les signaux numériques ?
7. Définir un oscillateur astable.

EXERCICES D'APPLICATION

C.1 Générateur de balayage

Le générateur de balayage délivre un signal en rampes. On propose le montage de la figure 10 suivante pour la réalisation de ce signal.



Les amplificateurs linéaires intégrés (A.L.I.) sont supposés idéaux. Ils sont alimentés par des tensions continues $\pm V_0$ avec $V_0=15\text{ V}$, et on suppose que leur tension de saturation est : $V_{\text{sat}}=V_0$.

Les diodes D_1 et D_2 sont des interrupteurs commandés par la tension v_e :

Si $v_e > 0$ D_1 est fermé et D_2 est ouvert.

Si $v_e < 0$ D_1 est ouvert et D_2 est fermé.

C.1.1 Que peut-on dire des courants d'entrée et du gain d'un A.L.I. idéal ?

C.1.2 Justifier que l'un des deux A.L.I. fonctionne nécessairement en régime de saturation.

C.1.3 On observe expérimentalement, pour la tension $u(t)$, l'oscillogramme de la figure 11 ci-contre.

Echelle horizontale : 1 ms/division
Echelle verticale : 1 V/division

Justifier que l'autre A.L.I. fonctionne en régime linéaire.

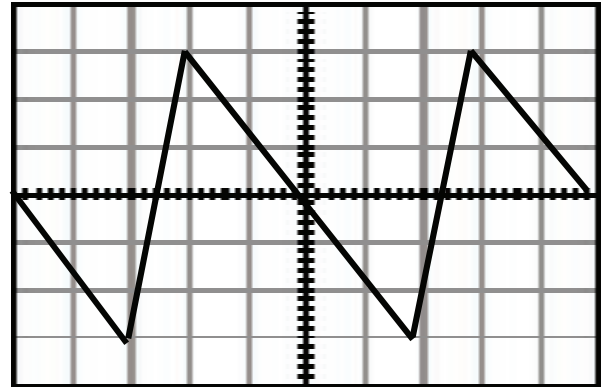


Figure 11

C.1.4 On suppose qu'à l'instant initial $t=0$, le spot de l'oscilloscope est au point central de l'écran ($u(0)=0$), le condensateur étant déchargé, et que $v_e=+V_0$. Exprimer $u(t)$ pour $t \geq 0$.

C.1.5 Pour l'A.L.I. 2, exprimer V_+ en fonction de u et v_e , puis en déduire l'instant t_1 où se produit le basculement vers la tension $v_e=-V_0$.

C.1.6 Pourquoi la tension $u(t)$ ne peut-elle pas subir de discontinuité ?

C.1.7 Pour $t \geq t_1$, exprimer $u(t)$ puis déterminer l'instant t_2 où la tension u s'annule à nouveau.

C.1.8 En s'aidant de l'oscillogramme et en utilisant les résultats précédents, déduire :

C.1.8.1 L'expression de la période T de la tension u en fonction de R_1, R_2, R_3, R_4 et C .

C.1.8.2 Les valeurs de R_1, R_2, R_3 en $k\Omega$, sachant que $C = 1 \mu F$ et $R_4 = 1 k\Omega$.

Exercice 2 : Filtrage analogique et numérique

On considère un filtre numérique passe-bas du premier ordre associé à l'équation aux différences $s_{k+1} = s_k + 2\pi\beta(e_k - s_k)$, qui donne le moyen de calculer la valeur de l'échantillon suivant de la sortie. On rappelle que cette équation peut s'interpréter comme $s_{k+1} = s_k + 2\pi f_c T_e(e_k - s_k)$, où f_c et T_e représentent respectivement la fréquence de coupure du filtre et la période d'échantillonnage.

1. On prend $\beta = 1/10$. Déterminer la fréquence de coupure de ce filtre pour une fréquence d'échantillonnage de 1kHz, puis de 10 kHz. Les filtres analogiques se comportent-ils ainsi ?

2. La fréquence d'échantillonnage est fixée à 10 kHz, ainsi que la fréquence du signal $e(t) = A\sin(2\pi f_e t)$. On suppose de plus que $s_0 = 0$. Calculer les valeurs des s_k . Était-ce prévisible ? Expliquer.

3. Même question pour $e(t) = A\cos 2\pi f_e t$.

4. En pratique, comment doit-on choisir la fréquence d'échantillonnage pour éviter les problèmes de la question précédente ?

On considère maintenant un filtre passe-bande, associé à l'équation différentielle :

$$\frac{d^2 s(t)}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{ds(t)}{dt} + \omega_0^2 s(t) = \frac{\omega_0}{Q} \frac{de(t)}{dt}$$

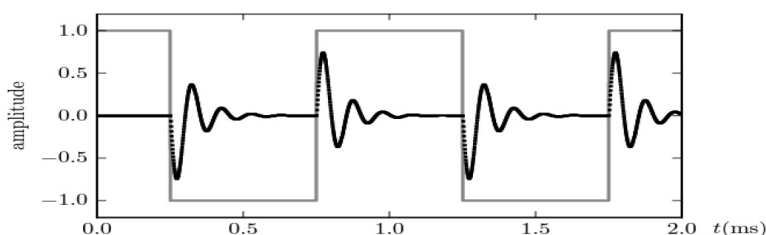
La période d'échantillonnage est notée T_e .

5. Montrer que l'équation aux différences peut se mettre sous la forme :

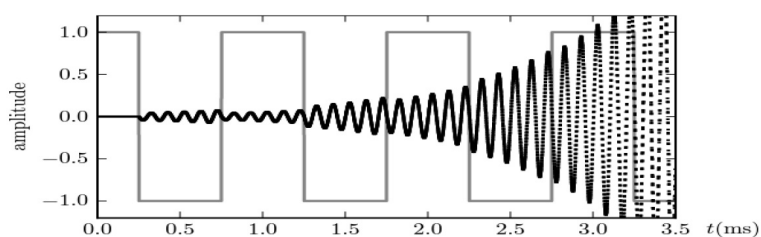
$$s_k = 2s_{k-1} - s_{k-2}(1 + \beta^2) + \frac{\beta}{Q}(e_{k-1} - e_{k-2} - s_{k-1} + s_{k-2})$$

et préciser la valeur de β en fonction des paramètres.

6. La simulation représentée ci-dessous a été obtenue avec $T_e = 1\mu s$, $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 5kHz$, pour un signal d'entrée rectangulaire de fréquence $f = 1kHz$. Déterminer approximativement la valeur de Q .



7. Il est délicat de réaliser des filtres passe-bande de facteur de qualité Q élevé en électronique analogique, à cause entre autre du manque de précision des composants. On pourrait penser que l'électronique numérique ne souffre pas de ce défaut. La simulation ci-dessous a été obtenue avec les mêmes paramètres que précédemment, sauf $Q=50$.



Comment qualifie-t-on le comportement de ce filtre? Conclure quant-à la validité de la méthode proposée.

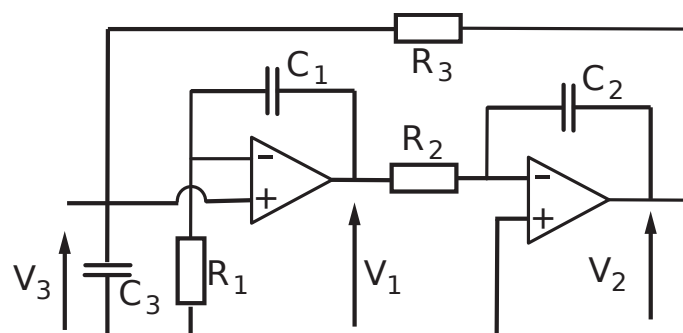
Exercice 3 : Oscillateur sinus-cosinus

Oral banque PT 2017

On considère le circuit ci-contre. On utilise le modèle idéal pour décrire les deux ALI. On posera $\tau_1 = R_1 C_1$, $\tau_2 = R_2 C_2$, $\tau_3 = R_3 C_3$.

1 - Établir l'expression des fonctions de transfert

$$\underline{H}_1 = \frac{v_1}{v_3}, \underline{H}_2 = \frac{v_2}{v_1}, \underline{H}_3 = \frac{v_3}{v_2}.$$

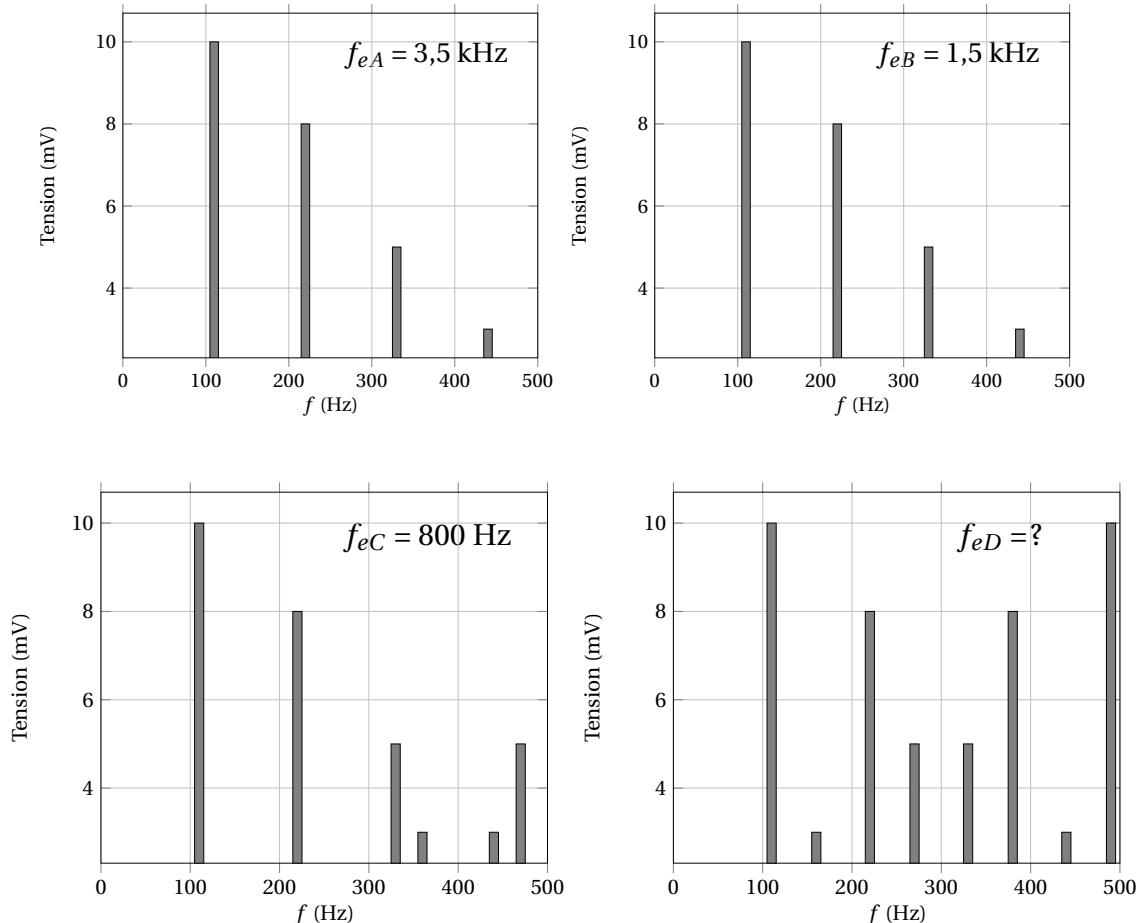


2 - Donner les conditions que doivent vérifier les valeurs des résistances et capacités pour qu'il y ait oscillations sinusoïdales. Donner alors la pulsation des oscillations.

3 - Déterminer le déphasage entre les tensions v_1 et v_2 . Peut-on alors justifier le nom du montage ?

Exercice 4 : Spectres

Un instrument de musique joue un La 1 de fréquence $f_1 = 110$ Hz. On en réalise quatre numérisations (A, B, C et D) en changeant uniquement la fréquence d'échantillonnage f_e . Les spectres en fréquences obtenus sont représentés ci-après. Le dernier graphe montre le résultat de l'échantillonnage lors de la numérisation D. On considère que la numérisation A est très fidèle au son émis par l'instrument.



1. Quelle est la fréquence d'échantillonnage utilisée lors de la numérisation D?
2. Quel est la fréquence f de l'harmonique de rang le plus élevé contenu dans le La 1 joué par cet instrument?
3. Comparer la fréquence d'échantillonnage à f pour chaque numérisation. Le critère de Shannon est-il vérifié?
4. Est-il nécessaire d'augmenter indéfiniment la fréquence d'échantillonnage pour améliorer la numérisation d'un son ?