

Devoir de vacances de printemps n°1

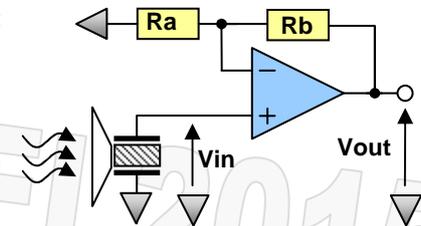
Exercice 1 : Amplification & produit gain bande

On désire mettre en œuvre un amplificateur pour un capteur ultrason dont le schéma est représenté sur la figure ci-contre.

Q1 : Exprimer V_{out} en fonction de V_{in} , R_a & R_b .

Q2 : On désire obtenir un gain de 34dB et on fixe $R_a=3k\Omega$. En déduire la valeur de R_b .

Q3 : Quelle doit-être la valeur du produit gain bande nécessaire pour l'amplificateur opérationnel si l'on utilise un capteur ultrason dont la fréquence de fonctionnement se situe à 40kHz ?



Exercice 2 : Choix d'un amplificateur opérationnel

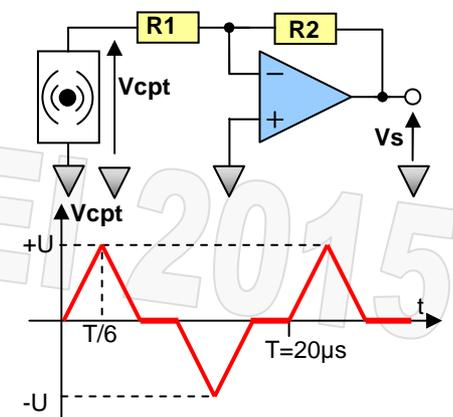
On considère le montage amplificateur suivant pour un capteur de vibration hautes fréquences qui délivre le signal V_{cpt} représenté sur le chronogramme ci-contre. On donne les éléments suivants : $U=10mV$ $R_1=1k\Omega$ et $R_2=100k\Omega$

Q1 : Exprimer V_s en fonction de V_{cpt} , R_2 & R_1 .

Q2 : Représenter le signal V_s au cours du temps.

Q3 : Que représente le Slew rate pour un amplificateur opérationnel ?

Q4 : Compte tenu de la forme caractéristique du signal sur la sortie V_s déterminer la valeur minimale du Slew rate nécessaire au choix de l'amplificateur.



Exercice 3 : Filtre audio en qualité téléphonique

On vous propose d'étudier un filtre passe bas utilisé pour une installation téléphonique visant à supprimer des parasites sur la ligne de communication. Le schéma proposé pour la réalisation est une cellule de Sallen & Key mettant en œuvre un amplificateur dont l'amplification est de 2. La fonction de transfert obtenue est de la forme :

$$T(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = \frac{2}{1 + jR_2C\omega + R_1R_2(jC\omega)^2}$$

Q1 : Montrer que cette fonction peut se mettre sous une forme canonique d'un filtre passe bas du 2nd ordre que vous rappellerez et exprimer les paramètres caractéristiques m et ω_0 en fonction des éléments du montage. Précisez le nom des paramètres m et ω_0 .

Q2 : On impose $m=0,707$ et l'on fixe une fréquence de coupure à 3,4kHz. En déduire la valeur de ω_0 .

Q3 : On fixe $C=2,2nF$ en déduire les valeurs de R_1 et R_2 .

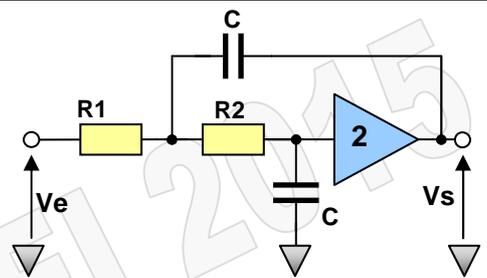
Q4 : Tracer l'allure du diagramme de Bode uniquement en gain en précisant les points caractéristiques et la pente de ce filtre.

On souhaite maintenant juger de l'efficacité du filtre en présence d'une composante fréquentielle qui simule les perturbations dans l'installation téléphonique. On considère donc le signal d'entrée V_e défini par :

$$V_e(t) = E_i \cos(2\pi f_i t) + E_p \cos(2\pi f_p t)$$

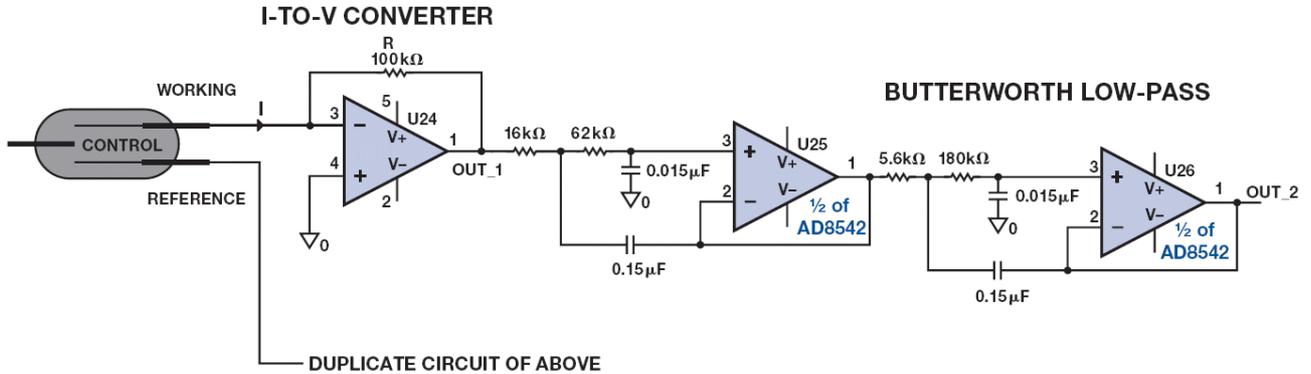
avec $f_i=1kHz$ (Information audio) $E_i=1V$ $f_p=34kHz(=10.f_c)$ (perturbation) et $E_p=1V$

Q5 : Tracer le spectre en amplitude en entrée puis en sortie du filtre en précisant les amplitudes des composantes fréquentielles. Commenter le résultat obtenu.



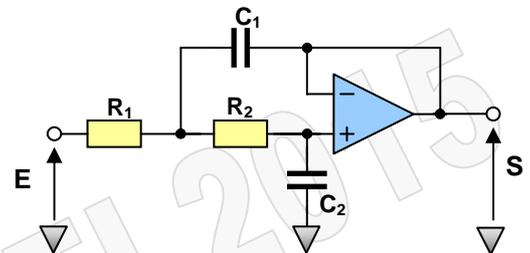
Exercice 4 - Etude d'un filtre pour un lecteur de glycémie

Pour ce problème, on s'intéresse au montage ampérométrique et au filtre mis en œuvre dans un lecteur de glycémie utilisé pour mesurer le taux de glycémie dans le sang. Le principe du dispositif consiste à déposer une petite goutte de sang sur une bandelette test qui est insérée dans le lecteur. On récupère alors un courant I qui est l'image du taux de glycémie. On considère que le courant I évolue selon une loi linéaire tel que $1,5\mu A$ représente un taux de glycémie de 100mg/dL . Afin d'effectuer un traitement et un affichage de la valeur du taux de glycémie, le montage proposé ci-dessous permet d'effectuer une conversion courant/tension et un filtrage passe bas afin de fournir une tension continue.



Le filtre passe bas est constitué de 2 cellules de type Sallen&Key dont on rappelle le schéma et la fonction de transfert associée.

$$T(j\omega) = \frac{S(j\omega)}{E(j\omega)} = \frac{1}{1 + jC_2\omega(R_1 + R_2) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2}$$



Q1 : Montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme d'une fonction de transfert du 2nd ordre dont vous préciserez le type et dont vous exprimerez les paramètres caractéristiques m & ω_0 en fonction des éléments R_1 , R_2 , C_1 et C_2 .

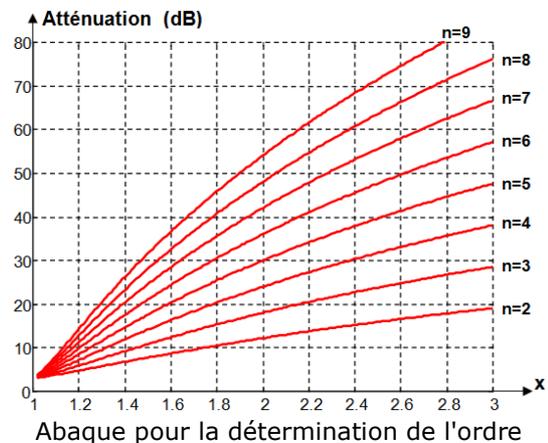
Q2 : Calculer les valeurs de m et f_0 pour les 2 cellules constituant le filtre du lecteur de glycémie.

Q3 : A partir des résultats précédents et ceux donnés ci-dessous, justifier qu'il s'agit bien d'une fonction d'approximation de Butterworth. Quelle est la fréquence de coupure du filtre et quel est son ordre ?

Q4 : Montrer que l'on récupère bien une tension V_{out1} sur la sortie OUT_1 qui est l'image du courant de mesure I . Pour un taux de glycémie moyen de $0,85\text{g/L}$ (à jeun), quelle tension obtient-on sur la sortie OUT_2 du montage ?

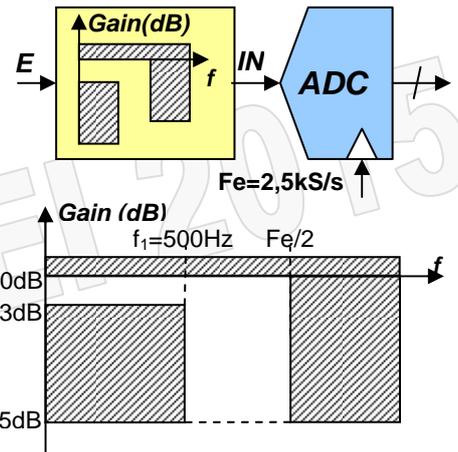
Ordre	Fonction de transfert
2	$\frac{1}{1 + 1,4142 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$
3	$\frac{1}{1 + \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{jf}{f_c}\right)}$
4	$\frac{1}{1 + 1,8477 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + 0,7653 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$
5	$\frac{1}{1 + 1,618 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + 0,616 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{jf}{f_c}\right)}$

Fonction de transfert normalisée



Exercice 5 : Conception d'un filtre anti-repliement

On vous propose de concevoir un filtre passe bas anti-repliement pour un dispositif d'acquisition. La fréquence d'échantillonnage F_e est fixée à 2,5kS/s et l'on souhaite obtenir une atténuation suffisante à la fréquence $F_e/2$ comme le montre le gabarit du filtre suivant.



Q1 : Quelle est la signification de l'unité S/s ?

Q2 : En utilisant les abaques proposées dans l'exercice précédent, déterminer l'ordre nécessaire pour la réalisation de ce filtre si l'on choisit une fonction d'approximation de type Butterworth. Expliquer la méthode.

Q3 : En utilisant la table des polynômes normalisés de Butterworth, synthétiser le filtre sous la forme de cellules élémentaires du 1er et du 2nd ordre dont vous préciserez les paramètres caractéristiques (fréquence de coupure et/ou fréquence propre-coefficient d'amortissement).

Q4 : Quelles sont les propriétés générales des filtres de Butterworth? Quelle autre fonction d'approximation retrouve-t-on dans le cadre du filtrage électrique et quelles sont ses propriétés ?

Exercice 6 : Un préamplificateur pour microphone

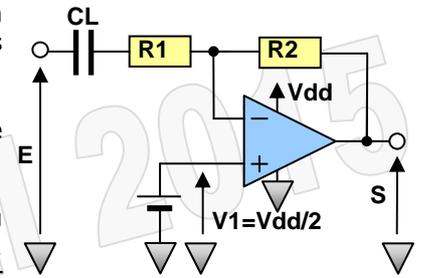
On considère le montage préamplificateur représenté ci-contre dans lequel on utilise un amplificateur alimenté sous une tension simple 0-Vdd. On donne les éléments suivants : $V_{dd}=5V$, $R_1=2k\Omega$, $R_2=100k\Omega$ et $CL=4,7\mu F$

Q1 : D'un point de vue du régime continu comment peut-on considérer le condensateur CL? Déterminer alors la tension de repos sur la sortie S.

Q2 : En régime alternatif, on considère que la tension $V_1=0$ (Application du théorème de superposition). Le condensateur de liaison CL et la résistance R1 fixe alors la fréquence de coupure f_c du filtre passe haut. Exprimer et calculer la valeur de f_c .

Q3 : Si l'on se place à une fréquence de fonctionnement bien plus grande que la fréquence f_c , comment se comporte le condensateur CL ? En déduire l'expression et la valeur de l'amplification apportée par ce montage.

Q4 : Représenter le signal de sortie S si l'on connecte en entrée le signal suivant : $E(t)=U.\sin(2\pi f_1.t)$ avec $f_1=1kHz$ et $U=10mV$



Exercice 7 : Une antenne pour moniteur cardiaque

Le système de transmission utilisé dans les cardio-fréquencesmètres travaille à une fréquence $f_0=5,5kHz$. Le circuit ci-contre représente le schéma équivalent de l'antenne de réception dont on donne les caractéristiques suivantes : $L=2mH$ et $Q=R_p/(L\omega_0)=35$



Q1 : Rappeler l'expression de la fréquence d'accord (ou centrale) de ce circuit en fonction de L et C.

Q2 : Calculer la valeur du condensateur C pour obtenir une antenne accordée.

Q3 : Quelle est la relation fondamentale entre le facteur de qualité et la bande passante à -3dB ? En déduire la bande passante de l'antenne de réception.

Q4 : Comment se comporte ce montage à $f=f_0$? Sachant que le signal de réception est $i_r=I_0.\sin(2\pi.f_0.t)$ avec $I_0=1\mu A$ en déduire l'amplitude du signal V_r .

