

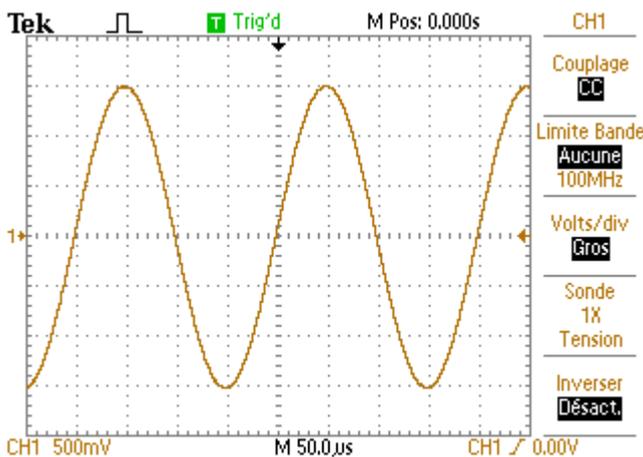
DV2 - Hiver 2018 : Les bases de l'analyse et du traitement du signal

A l'occasion des vacances d'hiver je vous propose ce 2nd devoir portant sur les thèmes abordés au cours des 3 premières semaines du semestre 2 dans le cadre du module SEI.

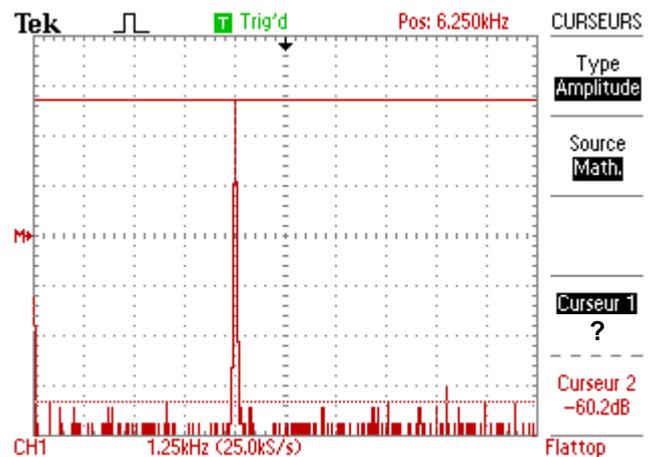


Exercice n°1 : Analyse temporelle & fréquentielle

- Q1 :** On connecte un générateur sur un oscilloscope et l'on obtient le chronogramme ci-dessous. Indiquer les valeurs de la période T_1 , de la fréquence f_1 et de l'amplitude crête A de ce signal. Proposer une expression de ce signal $S(t)$ au cours du temps en fonction de A , f_1 & t .
- Q2 :** On connecte ce même signal sur un voltmètre numérique sur la position ACV. Quelle est la valeur affichée sur le voltmètre. Comment appelle-t-on cette quantité en anglais. Rappeler le sigle correspondant.
- Q3 :** En reprenant le même signal sur l'oscilloscope on effectue cette fois-ci une analyse FFT et l'on observe le résultat ci-dessous. A qui correspond les indications 1,25kHz et 25.0kS/s. Justifier alors la position de la composante fréquentielle.
- Q4 :** L'analyse FFT renvoie un niveau d'amplitude en dBV. Rappeler la définition de cette unité pour un signal sinusoïdal et indiquer la valeur normalement affichée par le curseur 1.
- Q5 :** Si l'on prend comme référence le niveau renvoyé par le curseur 2 au niveau du plancher de bruit, à quelle amplitude crête d'un signal sinusoïdal cela correspond-t-elle ?



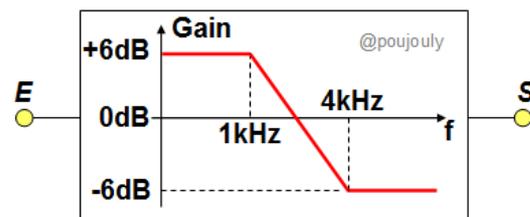
Chronogramme



Analyse FFT

Exercice n°2 : Un filtre "bass-boost"

On s'intéresse à un filtre permettant de rehausser certaines composantes fréquentielles d'un signal audio et dont le gain de la fonction de transfert est représenté sur la figure ci-contre. On considère le signal d'entrée E tel que :
 $E(t) = U_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + U_2 \cdot \cos(2\pi \cdot f_2 \cdot t)$
 avec $U_1 = 500\text{mV}$, $U_2 = 400\text{mV}$, $f_1 = 500\text{Hz}$ & $f_2 = 5\text{kHz}$



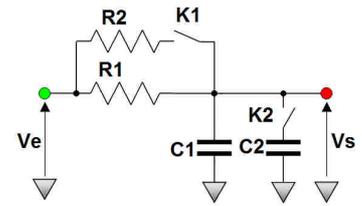
- Q1 :** Représenter le spectre en amplitude du signal E .
- Q2 :** Quelle est la relation entre le module d'un filtre et le gain en dB ? En déduire la valeur du module pour un gain de +6dB puis de -6dB.
- Q2 :** Représenter le spectre en amplitude du signal S .

Exercice n°3 : Un filtre à fréquence coupure configurable

On propose le montage suivant dans lequel on utilise 2 interrupteurs K1 & K2 afin de régler la fréquence de coupure de ce filtre. On donne les valeurs suivantes : $R_1=16k\Omega$ $R_2=27k\Omega$ $C_1=1nF$ et $C_2=2,2nF$

Q1 : Quelle est la nature du filtre ?

Q2 : Calculer les différentes fréquences de coupures en fonction des combinaisons sur les interrupteurs K1 & K2.



Exercice n°4 : Un filtre en entrée d'un convertisseur

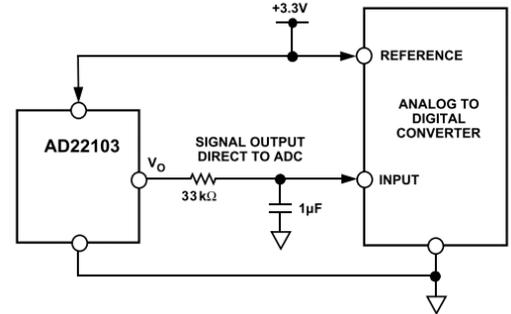
On interface le capteur de température AD22103 sur l'entrée d'un convertisseur analogique numérique.

Q1 : Quelle est la nature du filtre présent sur l'entrée du convertisseur. Donner sa fréquence de coupure.

Q2 : Tracer le diagramme de Bode asymptotique et l'allure du tracé réel (uniquement en gain) de ce filtre en précisant les points et pentes caractéristiques.

Q3 : On suppose que le signal V_o à la sortie du capteur est perturbé par une composante sinusoïdale à 50Hz tel que $V_o = E_o + E_1 \cdot \sin(2\pi f_1 t)$ avec $E_1 = 100mV$ et $f_1 = 50Hz$. Par ailleurs $E_o = 0,25V + (28mV/^\circ C) \times T_A$ ou T_A désigne la température en $^\circ C$.

Représenter le signal à la sortie du capteur de température et sur l'entrée du convertisseur pour une température de $25^\circ C$. Indiquer avec précision les différentes amplitudes.

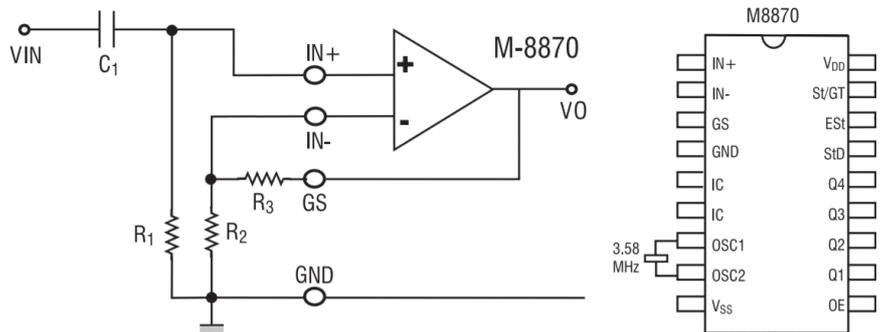


Exercice n°5 : Un filtre en entrée d'un décodeur DTMF

Le montage proposé ci-contre est l'interface d'entrée d'un circuit décodeur DTMF (Dual Tone Multi Frequency) utilisé dans le codage des numéros de téléphone. On donne les valeurs suivantes :

$R_1=15k\Omega$ et $C_1=150nF$
 $R_2=13k\Omega$ et $R_3=91k\Omega$

On considère bien évidemment que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.



Q1 : Montrer simplement que la fonction de transfert de ce montage peut se mettre sous la forme donnée ci-contre en exprimant les grandeurs K & ωc_1 en fonction de R_1, R_2, R_3 et C_1 .

$$T(j\omega) = \frac{V_O(j\omega)}{V_{IN}(j\omega)} = K \cdot \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega c_1}}$$

Q2 : Effectuer les applications numériques de K et f_{c1} .

Q3 : Tracer le diagramme de Bode asymptotique de ce filtre uniquement en gain et préciser la nature de ce filtre.

On connecte sur le signal d'entrée le signal suivant $V_{IN} = E_o + E_1 \cdot [\sin(2\pi f_L t) + \sin(2\pi f_C t)]$. Les fréquences f_L et f_C correspondent aux fréquences ligne & colonne utilisées sur le clavier permettant d'effectuer le codage des numéros téléphoniques. On fixe $f_L=770Hz$ et $f_C=1209Hz$ (touche 4 appuyée) pour la suite du problème. Par ailleurs on donne $E_o=2V$ et $E_1=0,15V$.

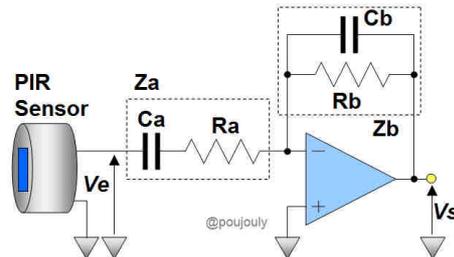
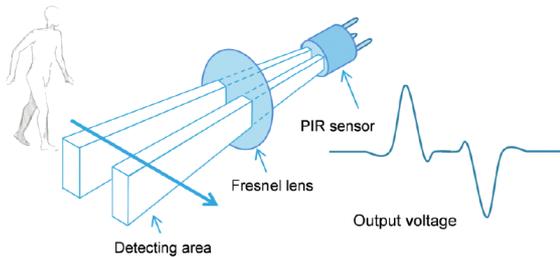
Q4 : Tracer le module du spectre en amplitude du signal V_{IN} en précisant analytiquement et numériquement les amplitudes et les fréquences de chaque composante fréquentielle.

Q5 : Quelle est l'action du filtre sur les différentes composantes fréquentielles du signal V_{IN} ? Tracer alors le module du spectre en amplitude du signal V_O .

Q6 : Tracer le spectre en puissance normalisée du signal V_O et en déduire la valeur efficace de V_O .

Exercice n°6 : Un amplificateur pour capteur pyro-électrique

On vous propose d'étudier un montage amplificateur pour un capteur pyro-électrique utilisé dans les détecteurs de mouvement pour les dispositifs d'anti-intrusion. Le capteur délivre un signal électrique alternatif de quelques mV et il est donc indispensable de l'amplifier pour permettre la détection de ce signal. Le montage proposé à l'étude est donné ci-dessous et l'on considère l'ampli-op est parfait et fonctionne en régime linéaire.



On donne les valeurs suivantes :
 $R_a = 12\text{k}\Omega$
 $C_a = 22\mu\text{F}$
 $R_b = 680\text{k}\Omega$
 $C_b = 39\text{nF}$

Principe d'un capteur pyro-électrique

Comme le capteur délivre une composante alternative superposée à une composante continue dont la valeur est variable d'un capteur à l'autre il est indispensable de concevoir un amplificateur qui coupe la composante continue. Par ailleurs comme le signal délivré par le capteur est bruité il est indispensable de filtrer le signal de mesure tout en préservant un temps de réponse compatible avec la détection du mouvement.

Q1 : Exprimer l'impédance Z_a en fonction de C_a , R_a et $j\omega$.

Q2 : Exprimer l'impédance Z_b en fonction de C_b , R_b et $j\omega$ et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme ci-contre. Préciser l'expression de ω_b .

$$Z_b = \frac{R_b}{1 + \frac{j\omega}{\omega_b}}$$

Q3 : Compte tenu de la structure du montage à ampli-op, donner une relation simple entre $V_s(j\omega)$, $V_e(j\omega)$, Z_a et Z_b

$$T(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = K \cdot \frac{j\omega}{\omega_a} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_b}}$$

Q4 : Montrer que la fonction de transfert de ce montage peut se mettre sous la forme ci-contre. Exprimer K et ω_b en fonction des éléments du montage

Q5 : Effectuer les applications numériques pour les fréquences f_a et f_b ainsi que pour l'amplification K et son gain en dB correspondant.

Q6 : Tracer l'allure du diagramme de Bode asymptotique uniquement en gain de ce montage en précisant les points et pentes caractéristiques.

Q7 : Montrer que ce montage répond bien à l'application envisagée.