



A l'occasion des vacances d'hiver je propose ce second devoir sur l'étude de systèmes électroniques et sur les éléments de base pour l'analyse et le traitement des signaux dans le cadre du module SEI.

Un corrigé de ce devoir sera publié d'ici dix jours. Afin de vérifier le bon dimensionnement des montages je propose quelques fichiers de simulation LTSpice. Ce devoir est particulièrement indiqué pour préparer le prochain devoir surveillé du module SEI.



Exercice 1 : Générateur de test pour lignes de téléphone

Afin de tester les lignes téléphoniques, on dispose d'un testeur portable permettant d'injecter un signal de tonalité simple ou multiple. Dans un premier temps on délivre sur la sortie de test un signal sinusoïdal tel que $S_{1T}(t) = U \cdot \sin(2\pi \cdot f_a \cdot t)$ avec $U = 1,5V$ et $f_a = 1kHz$

Q1 : Quelle est l'expression et la valeur de la pulsation de ce signal ?

Q2 : Représenter le signal S_{1T} en fonction du temps en précisant sa période et représenter son spectre en amplitude.

Q3 : Exprimer et calculer la valeur efficace de ce signal. En déduire son niveau en dBV.

Afin de compléter le test de la ligne, il est possible d'obtenir une sortie avec 2 tonalités. Dans ce cas on dispose sur la sortie du signal : $S_{2T}(t) = U_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + U_2 \cdot \sin(2\pi \cdot f_2 \cdot t)$ avec $U_1 = 2V$ $U_2 = 1V$ $f_1 = 300Hz$ & $f_2 = 3400Hz$.

Q4 : Représenter le spectre en amplitude et en puissance normalisée du signal S_{2T}

Q5 : A partir du tracé précédent en déduire l'expression de la valeur efficace du signal S_{2T} en fonction de U_1 et U_2 et effectuer l'application numérique correspondante.



Exercice 2 : Interface pour un convertisseur analogique / numérique

On s'intéresse au montage ci-contre qui représente une interface d'entrée pour le convertisseur analogique numérique LTC2361.

Q1 : Quel montage reconnait-on entre l'entrée V_{IN} et de l'amplificateur opérationnel V_{OUT} ? Quelle est la relation entre V_{OUT} et V_{IN} ?

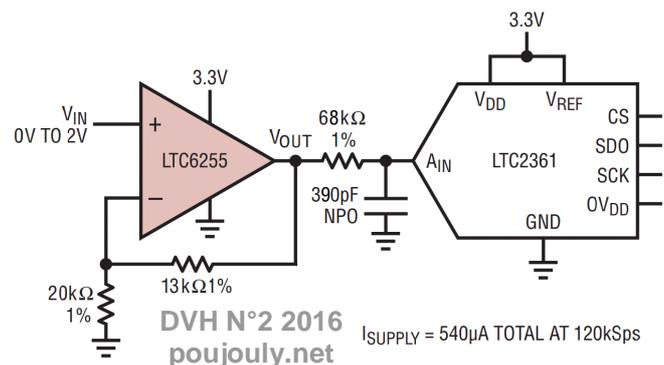
Q2 : Pour quelle raison l'entrée V_{IN} est limitée entre 0V et 2V ?

Q3 : Quelle est la nature du filtre qui se trouve entre la sortie de l'ampli-op et l'entrée du convertisseur analogique numérique ? Quelle est sa fréquence de coupure ?

Q4 : Donner l'expression canonique de la fonction de transfert $T(jf)$ de ce filtre en fonction de f et f_c . En déduire l'expression du module $|T(jf)|$.

Q5 : La fréquence d'échantillonnage F_e du convertisseur est fixée à 120kHz et le filtre proposé permet de supprimer les composantes fréquentielles supérieures à $F_e/2$. Quelle est l'atténuation de ce filtre pour $f = F_e/2$?

Q6 : Que signifie l'indication 120kSps portée sur le schéma ci-dessus ? Donnez la signification de cette unité en anglais et en français.

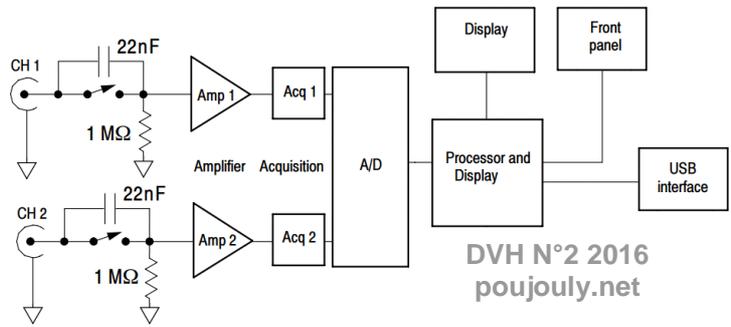


Exercice 3 : Etage d'entrée d'un oscilloscope : Mode AC / DC

Le schéma proposé sur la figure suivante représente le schéma synoptique simplifié des oscilloscopes TDS20xx que nous utilisons dans nos salles de travaux pratiques. L'interrupteur que l'on retrouve sur les voies CH1 & CH2 permet de passer du mode DC (Direct Coupling) au mode AC (Alternative Coupling).



Oscilloscope de la gamme Tektronix TDS20xx



DVH N°2 2016
poujouly.net

Q1 : Lorsque l'interrupteur est fermé, quelle est l'impédance d'entrée vue des voies CH1 & CH2. Dans quel mode de couplage se trouve-t-on ?

Q2 : Lorsque l'interrupteur est ouvert, quelle est la nature du filtre formé par le condensateur de 22nF et la résistance de 1MΩ ? Quelle est la fréquence de coupure de ce filtre ? Tracer l'allure du diagramme de Bode de ce filtre en précisant les pentes et points caractéristiques.

Q3 : Lorsque l'interrupteur est ouvert, quelle est l'effet du filtre sur une composante continue ? Justifier alors le nom du mode de couplage de l'oscilloscope dans cette position.

Q4 : On connecte un signal sur l'oscilloscope et l'on obtient le chronogramme représenté sur la figure suivante. Donnez l'expression de ce signal $V_1(t)$ en fonction du temps en utilisant les variables suivantes :

f_1 : fréquence du signal

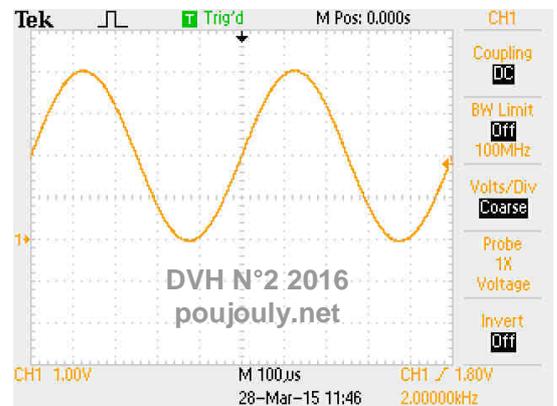
V_0 : composante continue

U : amplitude crête de la composante sinusoïdale

Précisez les valeurs de f_1 , V_0 et U .

Q5 : Tracer le spectre en amplitude du signal V_1 puis indiquez le niveau en dBV de chaque composante fréquentielle.

Q6 : Que se passe-t-il sur l'écran de l'oscilloscope si l'on choisit le couplage en mode AC ? Représenter le résultat obtenu.



Exercice 4 : Une histoire de condensateur

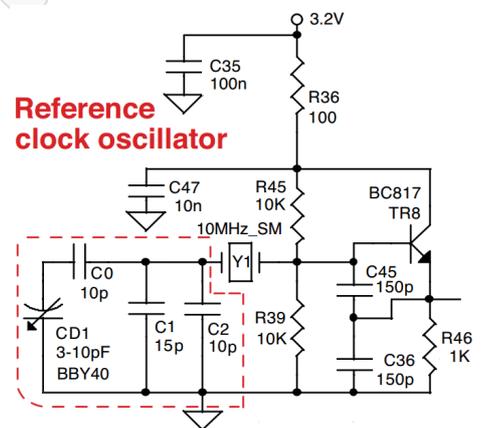
Le montage représenté ci-contre est un oscillateur à quartz contrôlé en tension (VCXO) utilisé dans un microphone sans fil.

Q1 : Rappeler l'expression de l'impédance complexe Z_C d'un condensateur C ?

Q2 : Lorsque l'on associe 2 condensateurs C_a & C_b en parallèle quelle est la valeur de la capacité équivalente. Même question si les condensateurs C_a & C_b sont en série.

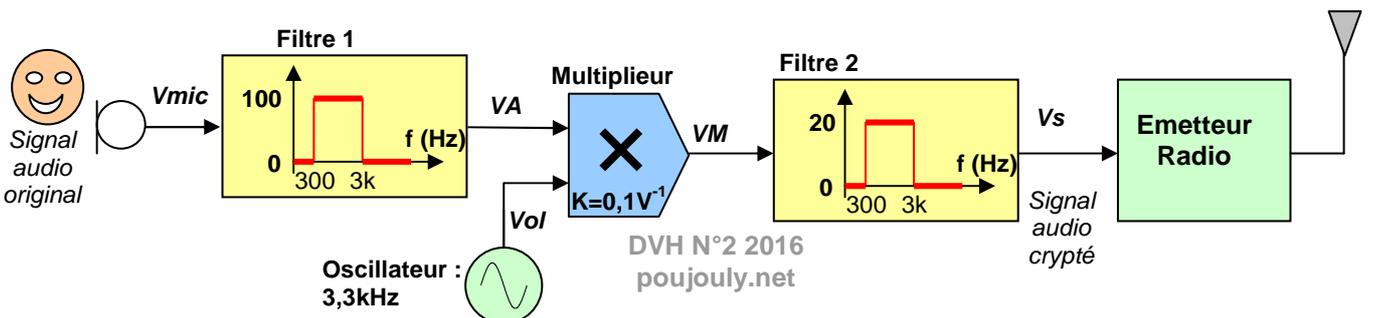
Q3 : Exprimer la capacité équivalente C_{eq} de la partie en pointillé qui est associée au quartz Y_1 en fonction de CD_1 , C_0 , C_1 et C_2 .

Q4 : Calculer les variations de cette capacité équivalente C_{eq} lorsque la capacité CD_1 varie entre 3 et 10pF.



Exercice 5: Un crypteur de voix audio pour une liaison radio

On vous propose d'étudier un système de cryptage pour le signal audio d'un émetteur radio. Le cryptage repose sur l'inversion du spectre autour d'une fréquence de 3,3kHz. Le schéma de la figure ci dessous représente le schéma synoptique d'un tel dispositif. Nous considérons que les éléments utilisés sont parfaits.



DVH N°2 2016
poujouly.net

On donne les caractéristiques suivantes :

Filtre 1 : amplification nulle en dehors de la bande [300Hz 3kHz] Amplification en bande passante : 100

Filtre 2 : amplification nulle en dehors de la bande [300Hz 3kHz] Amplification en bande passante : 20

Multiplieur : opération réalisée $V_M = K \cdot V_o \cdot V_A$ Coefficient de multiplication $K = 0,1V^{-1}$

Oscillateur : Signal sinusoïdal $V_o = V_o \cdot \cos(2\pi \cdot f_o \cdot t)$ avec $V_o = 2V$ et $f_o = 3,3kHz$

Pour effectivement analyser le fonctionnement du dispositif on considère que le signal en sortie du micro contient 2 composantes fréquentielles : $V_{mic} = V_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + V_2 \cdot \cos(2\pi \cdot f_2 \cdot t)$

On donne $V_1 = 10mV$, $V_2 = 5mV$ $f_1 = 1kHz$, $f_2 = 2kHz$

Q1 : En tenant compte des propriétés du filtre 1, exprimer le signal V_A et tracer son spectre en amplitude.

Q2 : Exprimer le signal V_M et montrer que celui ci peut s'écrire sous la forme d'une somme de 4 signaux sinusoïdaux. Tracer son spectre en amplitude. Indiquer clairement les fréquences et niveaux de chaque composante fréquentielle.

Q3 : En déduire le contenu fréquentiel sur la sortie V_s du filtre 2. Justifier alors l'opération de cryptage audio.

Q4 : Proposer un schéma synoptique pour le décrypteur.

Exercice 6 : Préamplificateur/Filtre pour microphone

Contexte

On s'intéresse dans le cadre de cet exercice au préamplificateur pour microphone utilisé dans une radio de type CB. Afin de répondre aux spécifications concernant les bandes passantes des signaux modulés, il est indispensable de limiter la bande passante du signal audio en sortie du microphone électrodynamique. Le standard retenu est celui de la bande passante en « qualité téléphonique » soit [300Hz - 3400Hz]. Comme le signal à la sortie du microphone est relativement faible, le montage proposé sur la figure 1 ci-dessous doit apporter une amplification de 40dB dans la bande passante.

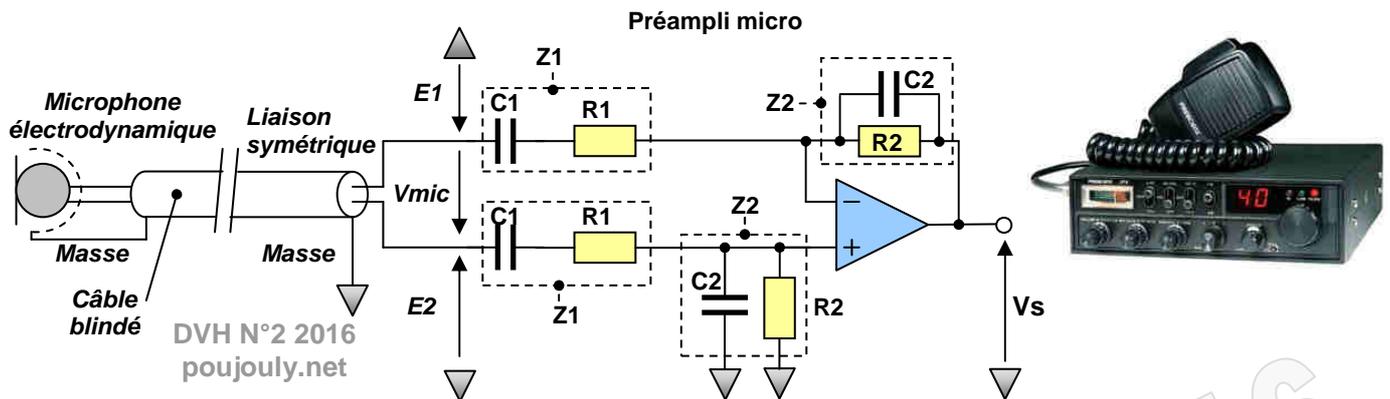


Figure 1 : Préampli micro avec filtrage audio

Pour l'étude du montage proposé on considère que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

Q1 : Exprimer les impédances Z_1 en fonction de R_1 , C_1 et $j\omega$ et Z_2 en fonction de R_2 , C_2 et $j\omega$.

Q2 : Montrer que ce montage réalise l'opération : $T(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{E_2(j\omega) - E_1(j\omega)} = \frac{V_s(j\omega)}{V_{mic}(j\omega)} = \frac{Z_2}{Z_1}$

Q3 : Exprimer alors la fonction de transfert du montage sous la forme : $T(j\omega) = K \cdot \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega c_1}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega c_2}}$

Q4 : A partir du cahier des charges et de la forme de la fonction de transfert, donner les valeurs de f_{c1} , f_{c2} & K . Tracer le diagramme de Bode asymptotique de cette fonction de transfert uniquement en gain.

Q5 : On fixe $R_1 = 2,4k\Omega$. En déduire les valeurs des composants C_1 , R_2 et C_2 en proposant des valeurs normalisées ($E24$ pour les résistances et $E12$ pour les condensateurs).

Q6 : Vérifier votre dimensionnement en effectuant une simulation avec LTSpice.