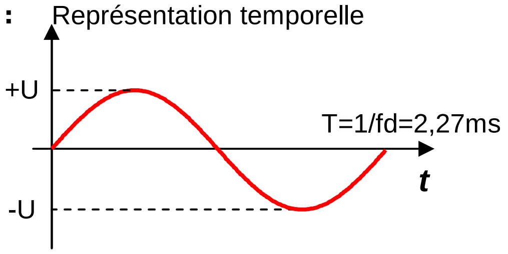
TD N°1 : Eléments de base pour l'analyse et le traitement des signaux

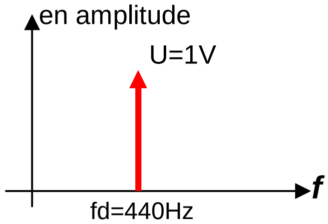
Eléments de correction

Exercice 1 : Une histoire de tonalité

Q1 : pulsation $\boxed{\omega d = 2\pi.fd = 2764{,}6 rad/s}$

Q2 :



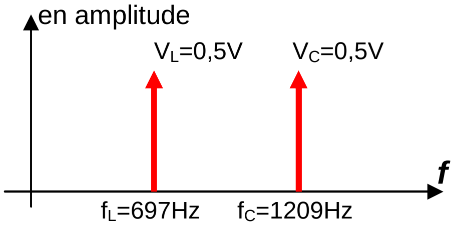


Q3 : $Seff = \frac{U}{\sqrt{2}}$ soit $\boxed{Seff = 0{,}707V}$

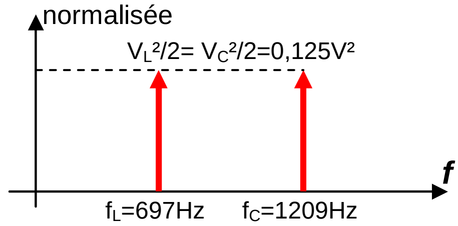
Q4 : $P = \frac{Seff^2}{R} = \frac{U^2}{2.R}$ soit $\boxed{P = 15{,}625mW}$

Exercice 2 : Un signal DTMF

Q1 :



Q2 :



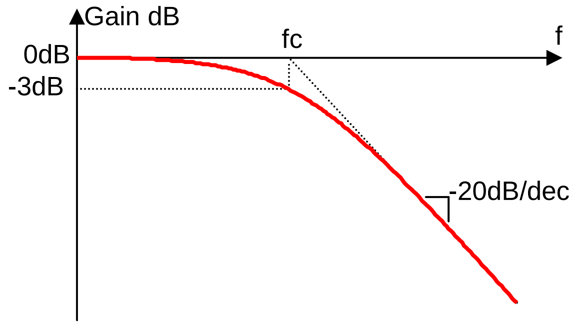
$DTMFeff^2 = (V_L^2/2 + V_C^2/2)$
donc $\boxed{DTMFeff = 0{,}5V}$

Exercice 3 : Un filtre RC passe bas

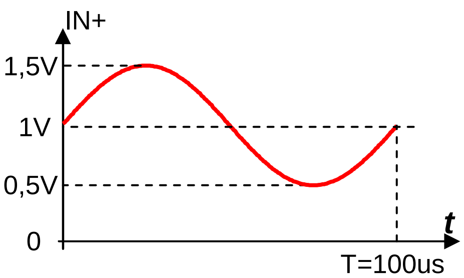
Q1 : $T(j\omega) = \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega c}}$ avec $\omega c = \frac{1}{RC}$

Q2 : $fc = \frac{\omega c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$ $\boxed{fc = 95kHz}$

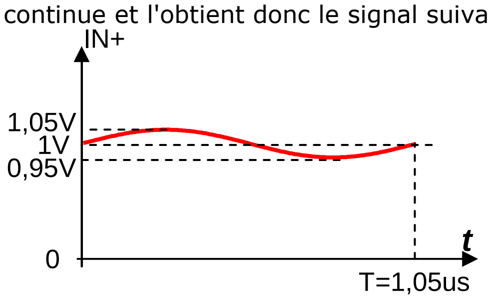
Q3 :



Q4 : Comme la fréquence du signal d'entrée est très inférieure à la fréquence de coupure, le filtre laisse passer intégralement le signal



Q5 : Dans le cas ou f=950kHz la composante sinusoïdale est atténuée d'un rapport 10 car cette fréquence se situe à une décade de la fréquence de coupure. Comme le filtre possède une pente de -20dB/dec on obtient une atténuation de 20dB soit un rapport 1/10 en linéaire. Le filtre passe bas laisse passer bien évidemment la composante continue et l'obtient donc le signal suivant :



Exercice 4 : Etude d'un filtre en sortie d'un récepteur

Q1 : Il s'agit d'un filtre passe bas. $fc=\dfrac{1}{2\pi R1C1}=20kHz$

Q2 : Lorsque l'on connecte 2 condensateurs C1 & C2 en // la capacité équivalente est égale à C1+C2

donc $fc2=\dfrac{1}{2\pi R1(C1+C2)}=4kHz$ soit $C2+C1=\dfrac{1}{2\pi R1.4kHz}$ donc $C2=\dfrac{1}{2\pi R1.4kHz}-C1$

donc C2=8,85nF

Q3 : Il s'agit d'un amplificateur non inverseur donc $20.\log\left(1+\dfrac{Rb}{Ra}\right)=20dB$ soit $1+\dfrac{Rb}{Ra}=10$ donc

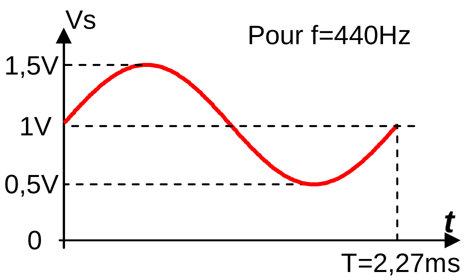
$Rb=9.Ra=27k\Omega$

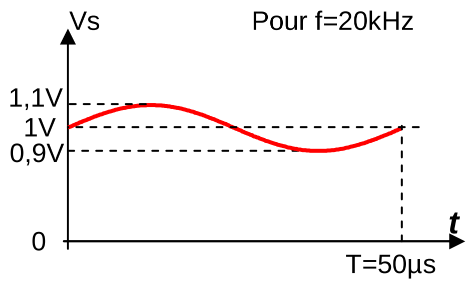
Q4 : Allure du signal de sortie

Pour f1=440Hz<<fc=4kHz le filtre laisse passer la composante sinusoïdale

Pour f1=20kHz le filtre atténue la composante sinusoïdale d'un facteur $\dfrac{1}{\sqrt{1+\left(\dfrac{20kHz}{4kHz}\right)^2}}\approx 0{,}2$

Dans les 2 cas la composante continue reste inchangé.
L'amplificateur en sortie amplifie d'un facteur 10.





Exercice 6 : Un filtre en sortie d'un amplificateur audio

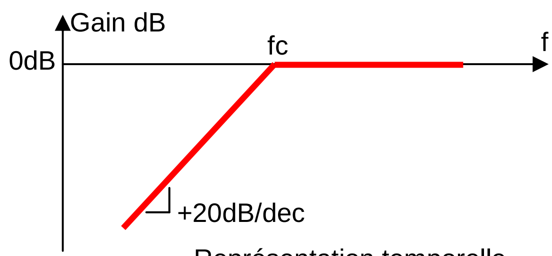
Q1 : Lorsque la fréquence tend vers 0 le condensateur se comporte comme un circuit ouvert, lorsque la fréquence est très grande le condensateur se comporte comme un circuit fermé.
Le filtre formé par le couple CR est donc un filtre de nature passe haut.

Q2 : On reconnait une structure de type pont diviseur donc la fonction de transfert peut s'écrire :

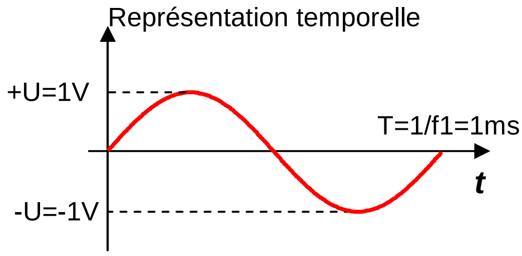
$T(j\omega)=\dfrac{R}{R+Z_C}=\dfrac{R}{R+\dfrac{1}{jC\omega}}$ que l'on peut écrire $T(j\omega)=\dfrac{jRC\omega}{1+jRC\omega}$ de la forme $T(j\omega)=\dfrac{\dfrac{j\omega}{\omega c}}{1+\dfrac{j\omega}{\omega c}}$ avec $\omega c=\dfrac{1}{RC}$

Q3 : $fc=\dfrac{\omega c}{2\pi}=\dfrac{1}{2\pi RC}$ donc $\boxed{fc=42{,}3Hz}$

Ce filtre supprime toute composante continue



Q4 : Comme f1>>fc on retrouve la composante sinusoïdale sans la composante continue qui est supprimée par le filtre passe haut.

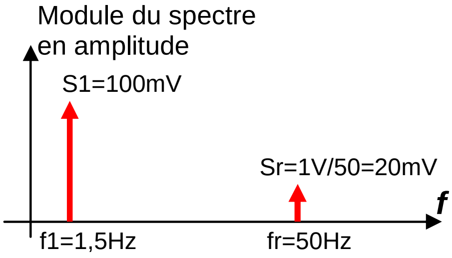


Exercice 8 : Un filtre réjecteur 50Hz

Q1 : Il s'agit de la fréquence du réseau secteur (EDF) présente dans tous les équipements électriques.

Q2 : 90 battements par minute correspond à 90/60=1,5 battements par seconde ce qui correspond à la fréquence $\boxed{f1=1{,}5Hz}$.

Q3 : La composante à la fréquence f1 passe intégralement à travers le filtre, la composante à 50Hz est atténué d'un facteur $10^{\frac{-34}{20}} \approx \frac{1}{50}$



Exercice 9 : Mise en œuvre du circuit HT9200

Q1 : Analyse FFT : Fast Fourier Transform **Q2 :** touche 1

Q3 : A partir de la relation $V_{dbV} = 20.\log\left(\frac{V_{eff}}{1}\right)$ on peut écrire $V_{eff} = 10^{\frac{VdBV}{20}}$

Pour un niveau de -14,7dBV on obtient une valeur efficace de $\boxed{0{,}18V}$
Pour un niveau de -15,4dBV on obtient une valeur efficace de $\boxed{0{,}17V}$
Ces résultats sont conformes aux indications fournies dans le tableau n°2 puisque les valeurs efficaces des composantes DTMF sont comprises entre 0,12Vrms & 0,18Vrms

Exercice n°10 - Un filtre Bass Boost

Q1 : Lorsque la fréquence tend vers 0, l'impédance du condensateur tend vers l'infini et l'on se retrouve en présence d'un montage amplificateur non inverseur ce qui se traduit par $\boxed{Vs = Ve \cdot \left(1+\frac{R2}{R1}\right) = 10.Ve}$.

Q2 : Lorsque la fréquence est très grande, l'impédance du condensateur tend vers 0. Dans ces conditions on peut écrire que $\boxed{Vs = Ve}$.

Q3 : Comme il s'agit d'une structure connue sous le nom d'amplificateur non inverseur, il est possible d'écrire directement $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = 1+\frac{Zeq}{R1}$ avec $Zeq = \frac{R2\cdot\frac{1}{jC\omega}}{R2+\frac{1}{jC\omega}} = \frac{R2}{1+jR2C\omega}$

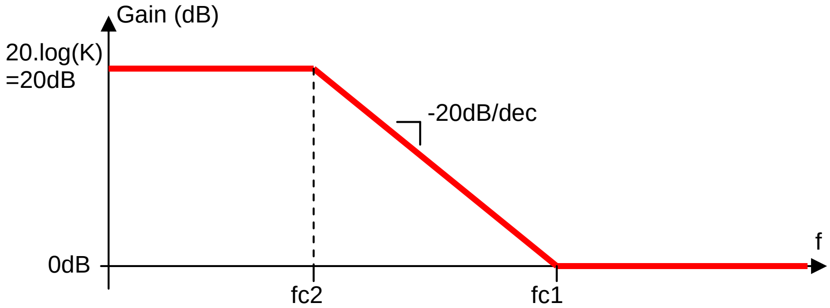
En remplaçant donc par l'expression de Zeq on peut établir : $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = 1+\frac{R2}{R1\cdot(1+jR2C\omega)}$

Soit $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R1\cdot(1+jR2C\omega)+R2}{R1\cdot(1+jR2C\omega)}$ et donc $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R1+R2}{R1}\cdot\frac{1+j\left(\frac{R1.R2}{R1+R2}\right)C\omega}{1+jR2C\omega}$

de la forme $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = K\cdot\frac{1+\frac{j\omega}{\omega c_1}}{1+\frac{j\omega}{\omega c_2}}$ avec $\omega c_2 = \frac{1}{R2C}$ et $\omega c_1 = \frac{R1+R2}{R1\cdot R2\cdot C}$

Q4 : $C = \frac{1}{2\pi fc_2 R2}$ donc C = 29,5nF et fc1=2kHz

Q5 :



Exercice n°12 : Un filtre passe bas contrôlé

Q1 : $W = K.Vc.(E-S)+S$

Q2 : On reconnait un simple filtre passe bas donc $S = W.\frac{1}{1+jRC\omega}$ car les courants sur les entrées Y2 et Z sont nuls.

Q3/Q4 : De la 2nd équation il vient $W = S.(1+jRC\omega)$ que l'on peut remplacer dans la première soit :

$S\cdot(1+jRC\omega) = K\cdot Vc\cdot(E-S)+S$ qui peut se simplifier par $S\cdot(jRC\omega) = K\cdot Vc\cdot(E-S)$ donc

$S\cdot(KVc+jRC\omega) = K\cdot Vc\cdot E$ que l'on peut aussi écrire $S\cdot\left(1+\frac{jRC\omega}{K.Vc}\right) = E$ pour aboutir à une fonction de transfert

$\boxed{T = \frac{S}{E} = \frac{1}{1+\frac{jRC\omega}{K.Vc}}}$ de la forme indiquée avec $\boxed{\omega c = \frac{K.Vc}{RC}}$

Cela justifie bien le nom de filtre passe bas contrôlé puisque la tension de commande Vc contrôle directement la pulsation de coupure de ce montage.