poujouly.net
@poujouly

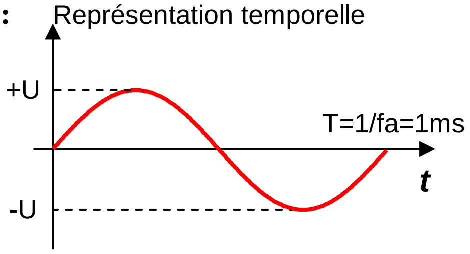
DV2 : Analyse des signaux et systèmes du 1er ordre.

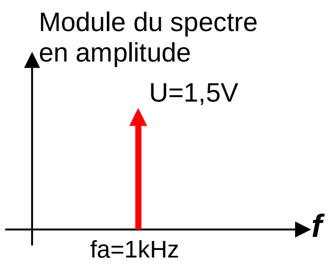
Eléments de correction

Exercice n°1 : Générateur de test pour lignes de téléphone

Q1 : pulsation $\boxed{\omega a=2\pi.fa=6283{,}2rad/s}$

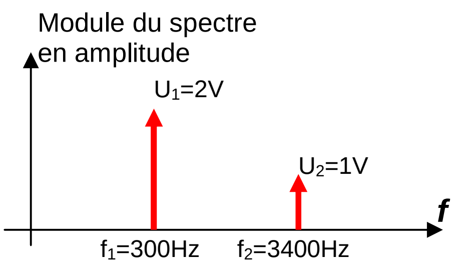
Q2 :

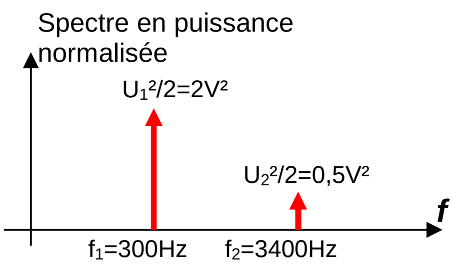




Q3 : $S_{1T}eff=\frac{U}{\sqrt{2}}$ soit $\boxed{Seff=1{,}06V}$ $\quad S_{1TdBV}=20\cdot\log\left(\frac{S_{1T}eff}{1V}\right)$ donc $\boxed{S_{1TdBV}=0{,}51dBV}$

Q4 :





Q5 : $(S_{2T}eff)^2=\frac{U_1^{\,2}}{2}+\frac{U_1^{\,2}}{2}$ donc $S_{2T}eff=\sqrt{\frac{U_1^{\,2}}{2}+\frac{U_1^{\,2}}{2}}=1{,}58V$

Exercice n°2 : Analyse fréquentielle d'un signal sur une ligne audio

Q1 : Analyse FFT. Fe>2.Fmax $\qquad$ **Q2 :** $UdBV=20\cdot\log\left(\frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}\right)$ donc $\boxed{\hat{U}=\sqrt{2}\cdot10^{\frac{UdBV}{20}}}$

Q3 : Vaudio(t)=Va.cos(2π.fa.t)+ Vr.cos(2π.fr.t)

Q4 : 1.00kS/s indique la fréquence d'échantillonnage et 50Hz indique l'échelle de fréquence par division.

Q5 : $\boxed{fr=50Hz\ fa=400Hz}$ $Vr=\sqrt{2}\cdot10^{\frac{-24{,}9dBV}{20}}$ donc $\boxed{Vr=80{,}4mV}$ $\qquad Va=\sqrt{2}\cdot10^{\frac{-8{,}95dBV}{20}}$ donc $\boxed{Va=0{,}5V}$

Exercice n°3 : Un filtre passe bas pour une sortie audio

Q1 : $\boxed{fc1=\frac{1}{2\pi R1.C1}}$ et $\boxed{fc2=\frac{R1+R2}{2\pi R1.R2.C1}}$

donc $\boxed{R1=\frac{1}{2\pi fc1.C1}=18k\Omega}$ $2\pi R1.R2.C1.fc2=R1+R2$ donc $\boxed{R2=\frac{R1}{2\pi R1.C1.fc2-1}=12{,}1k\Omega}$

Q2 : Il s'agit d'un montage suiveur qui permet de recopier la tension en sortie du filtre sans prélever de courant.

Q3 : Lorsque l'interrupteur K est ouvert la fréquence de coupure est de 4kHz. Pour un signal sinusoïdal de fréquence 40kHz l'atténuation est de 20dB donc on obtient une amplitude de 0,1V crête.

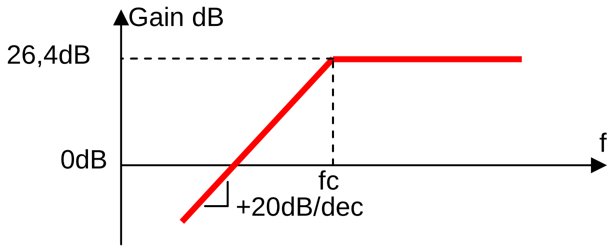
Exercice n°4 : Un amplificateur audio

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 CIN RIN est donc un filtre de nature passe haut dont la fréquence de coupure est

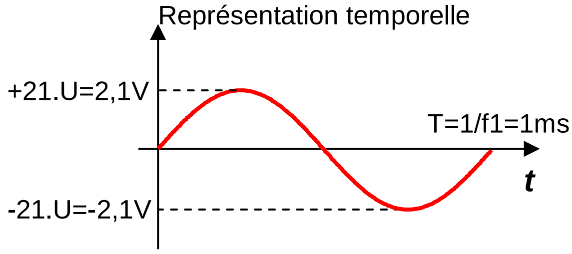
$$\boxed{fc = \frac{1}{2\pi RINCIN} = 3{,}4Hz}$$

Q2 : Il s'agit d'un amplificateur non inverseur dont le gain est $\boxed{20.\log\left(1+\frac{20k\Omega}{1k\Omega}\right) = 26{,}4dB}$

Q3 :

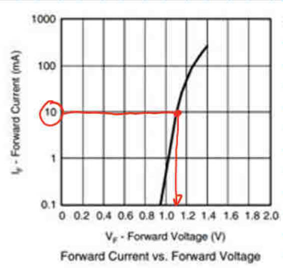


Q4 : Comme f1>>fc on retrouve la composante sinusoïdale amplifiée sans la composante continue qui est supprimée par le filtre passe haut.



Exercice n°5 : Mesure du rythme cardiaque

Q1 : $I_F = 10mA \Rightarrow V_F = 1{,}1V$

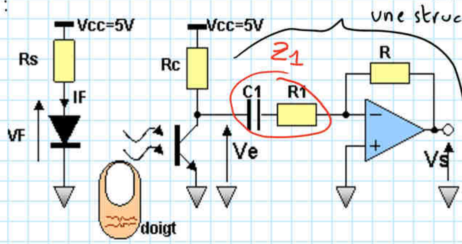


Comme $V_{CC} = R_S . I_F + V_F$

alors $R_S = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F}$

soit $R_S = 390\Omega$

Q2 : On reconnait une structure ampli-inverseur



donc $\frac{V_S}{V_e} = -\frac{R}{Z_1}$ avec $Z_1 = R_1 + \frac{1}{jC_1\omega}$

soit $\frac{V_S}{V_e} = \frac{-R}{R_1 + \frac{1}{jC_1\omega}} \times \frac{jC_1\omega}{jC_1\omega} \Rightarrow \frac{V_S}{V_e} = \frac{-jRC_1\omega}{1+jR_1C_1\omega}$

donc $\frac{V_S}{V_e} = -\frac{R}{R_1} \cdot \frac{jR_1C_1\omega}{1+jR_1C_1\omega}$ de la forme $k . \frac{j\frac{\omega}{\omega c_1}}{1+j\frac{\omega}{\omega c_1}}$

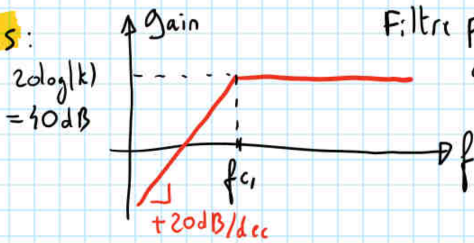
avec $K = -\frac{R}{R_1}$ et $\omega c_1 = \frac{1}{R_1C_1}$

Q3 $fc_1 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$ donc $C_1 = \frac{1}{2\pi fc_1 \times R_1}$ 22kΩ 0,33Hz

$C_1 = 22\mu F$

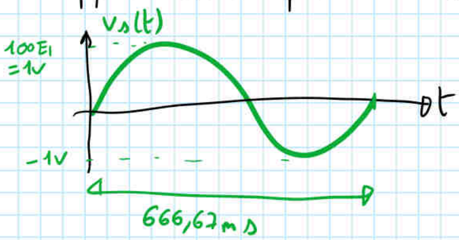
Q4 $R = |k| R_1 \Rightarrow R = 2{,}2M\Omega$

Q5 :



Filtre passe haut amplificateur

Q6 90 BPM ⇔ $f_1 = 1{,}5Hz >> fc_1$
le montage amplifie donc la composante alternative et supprime la composante continue



Exercice n°6 : Un circuit de préaccentuation

Q1 : R1=22kΩ C=5,6nF et R2=4,7kΩ

Q3 : Lorsque la fréquence tend vers 0, l'impédance du condensateur tend vers l'infini et l'on se retrouve en présence d'un simple pont diviseur de tension donc $\boxed{Vs = Ve\cdot\frac{R2}{R1+R2} = 0{,}176.Ve}$.

Q3 : Lorsque la fréquence est très grande, l'impédance du condensateur tend vers 0. Dans ces conditions on peut écrire que $\boxed{Vs = Ve}$.

Q4 : Comme il s'agit d'une structure de type pont diviseur , il est possible d'écrire directement

$$\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R2}{R2+Zeq} \text{ avec } Zeq = \frac{R1\cdot\frac{1}{jC\omega}}{R1+\frac{1}{jC\omega}} = \frac{R1}{1+jR1C\omega} \text{ donc } \frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R2}{R2+\frac{R1}{1+jR1C\omega}} = \frac{R2\cdot(1+jR1C\omega)}{R1+R2+jR1R2C\omega}$$

$$\text{soit } \frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R2}{R1+R2}\cdot\frac{1+jR1C\omega}{1+j\frac{R1R2}{R1+R2}C\omega} \text{ de la forme } \frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = K\cdot\frac{1+\frac{j\omega}{\omega c1}}{1+\frac{j\omega}{\omega c2}} \text{ avec } K = \frac{R2}{R1+R2}$$

$$\omega c1 = \frac{1}{R1.C} \text{ et } \omega c2 = \frac{R1+R2}{R1.R2.C}$$

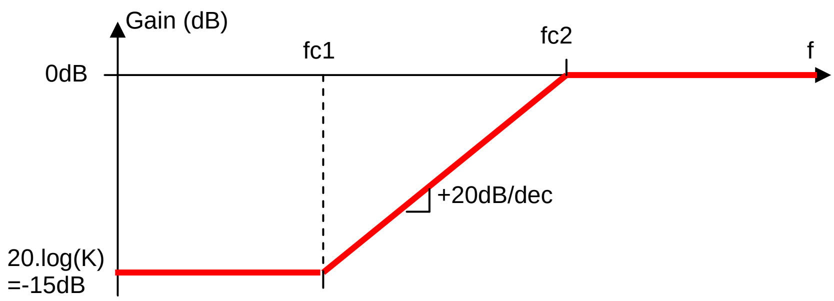
Q5 : $fc1 = \frac{1}{2\pi.R1.C} = 1292Hz \quad fc2 = \frac{R1+R2}{2\pi.R1.R2.C} = 7339Hz$ et K=0,176

Q6 : $|T(jf)| = K\cdot\frac{\sqrt{1+\left(\frac{f}{fc1}\right)^2}}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{fc2}\right)^2}}$

pour f= fc1 |T|=0,245 donc Gain=-12,2dB

pour f= $\sqrt{fc1.fc2}$ =3079Hz
|T|=0,42 donc Gain=-7,5dB

pour f= fc2 |T|=0,72 donc Gain=-2,9dB



Q7 : On équilibre en atténuant les composantes fréquentielles basse de la voix et comme dans le schéma synoptique on remarque 2 amplifications ×20 & ×5 cela revient bien à amplifier les composantes fréquentielles élevées.

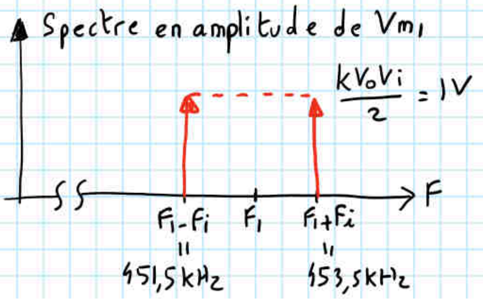
Exercice n°7 : Un amplificateur bass boost

Voir le prochain article sur poujouly.net

Exercice n°8 : Un changeur de voix

Q1 : $V_{m1} = k.V_o.V_i\cos(2\pi F_1.t)\cos(2\pi F_i t)$ car $F_{c1} < F_i < F_{c2}$

soit $V_{m1} = \frac{kV_oV_i}{2}.\cos(2\pi(F_1-F_i)t) + \frac{kV_oV_i}{2}.\cos(2\pi(F_1+F_i)t)$



Q2 : Le Filtre H_2 ne laisse passer que les Fréquences comprises entre $155k-2,5k = 152,5kHz$ et $155k+2,5k = 157,5kHz$

donc $V_{s1} = \frac{kV_0V_i}{2} \cdot \cos(2\pi(F_1+F_i)t)$

Q3 : Comme $F_2 = F_1 - \Delta F$ donc

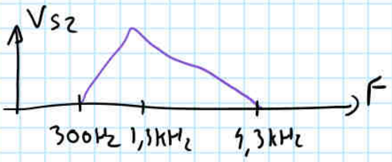
$$V_{m2} = kV_0\cos(2\pi(F_1-\Delta F)t) \cdot \frac{kV_0V_i}{2} \cdot \cos(2\pi(F_1+F_i)t)$$

$$= \frac{k^2V_0^2V_i}{4} \cdot \left[\cos(2\pi(F_i+\Delta F)t) + \cancel{\cos(2\pi(2F_1+F_i-\Delta F)t)}\right]$$

Cette composante est supprimée par le Filtre passe bas

↳ $V_{s2} = \frac{k^2V_0^2V_i}{4} \cdot \cos(2\pi(F_i+\Delta F)t)$

Q4 : Ce montage permet donc un décalage en Fréquence de ΔF



Exercice n°9 : Un vumètre audio

Q1 : $P = \frac{Vheff^2}{Ro}$ **Q2 :** $P = \frac{\hat{V}h^2}{2.Ro}$ donc $\hat{V}h = \sqrt{2.P.Ro}$ soit $\hat{V}h = 28{,}3V$

Q3 : $Vm = K.Vx^2 = K \cdot \left(\frac{Ra.Vh}{Ra+Rb}\right)^2$

Q4 : Vin = <Vm> si $fc = \frac{1}{2\pi RC} << 2.fin$ ou fin désigne la fréquence du signal d'entrée (le coefficient 2 provient du multiplieur)

Pour un circuit passe bas du 1er ordre le temps de réponse est tel que $Tr = \frac{0{,}35}{fc}$ donc fc=3,5Hz

Cette fréquence est compatible avec ce vumètre audio puisque les composantes fréquentielles les plus basses en entrée sont de 20Hz. On respecte donc la condition précédente.

Q5 : $Vin = \langle Vm \rangle = K \cdot \left(\frac{Ra}{Ra+Rb}\right)^2 \cdot \langle Vh^2 \rangle$ donc $Vin = K \cdot \left(\frac{Ra}{Ra+Rb}\right)^2 \cdot Vheff^2$ soit $Vin = K \cdot \left(\frac{Ra}{Ra+Rb}\right)^2 .Ro.P$

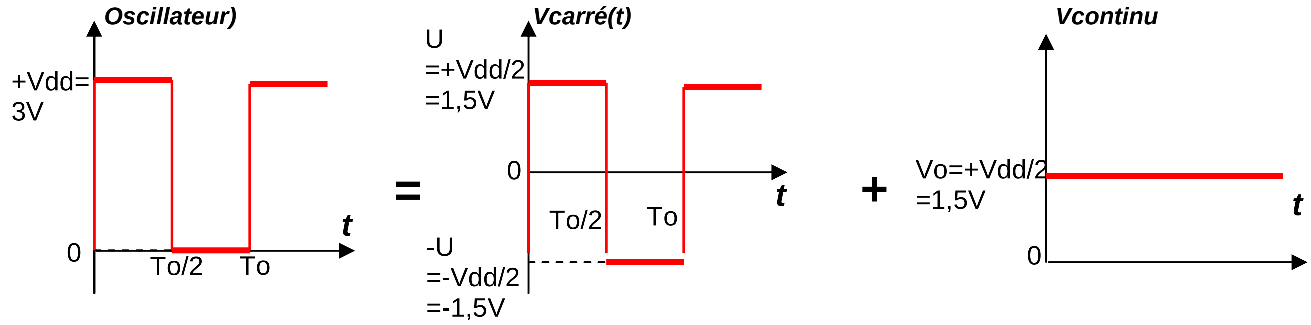
De la forme Vin = α.P avec $\alpha = K \cdot \left(\frac{Ra}{Ra+Rb}\right)^2 .Ro$

Q6 : Le coefficient α s'exprime en V/W. $\left(\frac{Ra+Rb}{Ra}\right)^2 = \frac{K.Ro}{\alpha}$ donc $\frac{Rb}{Ra} = \sqrt{\frac{K.Ro}{\alpha}} - 1$ soit Rb/Ra=3

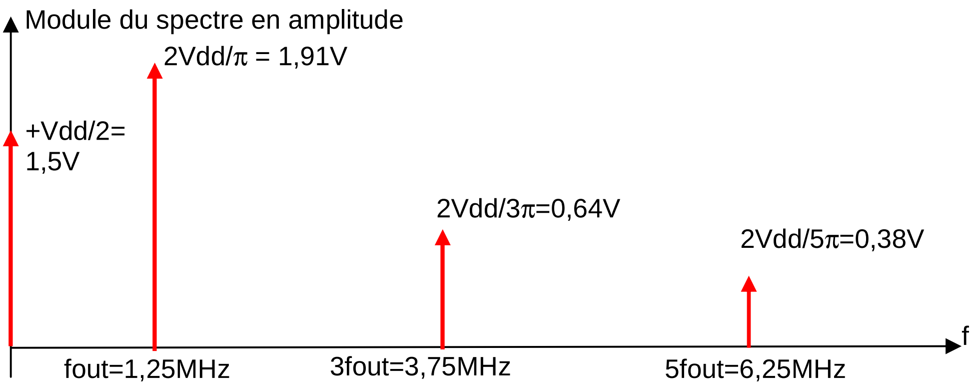
Exercice n°10 : Un oscillateur intégré

Q1 : Il est possible d'écrire $R_{SET} = \frac{4MHz}{N}\cdot\frac{50k}{fout}$ avec fout=1,25MHz
si on fixe N=1 alors R_{SET}=160kΩ, si l'on fixe N=3 alors R_{SET}=53,33kΩ pour N=10 la résistance est trop petite.
Entre les 2 choix possibles on choisit $\boxed{R_{SET}=160k\Omega}$ qui est une valeur normalisée donc on connecte DIV à GND.

Q2 :



Q3 :



Q4 : Si le filtre est très sélectif on récupère un signal sinusoïdal de fréquence 3,75MHz et dont l'amplitude crête est $\boxed{\frac{2.Vdd}{3\pi}\cdot 10^{\frac{-6}{20}} = 0{,}32V}$

Exercice n°11 : Reconstruction d'un signal triangulaire

```
//Exercice n°11 : Reconstruction d'un signal
triangulaire poujouly.net
U=1;
f1=1e3;
T1=1/f1;
N=1000;
t=0:2*T1/N:2*T1-2*T1/N;
// Calcul des amplitudes des harmoniques
U1=8*U/%pi^2;
U3=8*U/(3*%pi)^2;
U5=8*U/(5*%pi)^2;
// Définition de la fondamentale et des harmoniques
Fonda=U1*sin(2*%pi*f1*t);
Harm3=-U3*sin(2*%pi*3*f1*t);
Harm5=U5*sin(2*%pi*3*f1*t);
Tri_reconst=Fonda+Harm3+Harm5;
// Tracé avec illustration de la reconstruction
clf;
subplot(411);
plot(t,Fonda);
title('Composante fondamentale');
subplot(412);
plot(t,Harm3);
title('Composante harmonique de rang 3');
subplot(413);
plot(t,Harm5);
title('Composante harmonique de rang 5');
subplot(414);
plot(t,Tri_reconst);
title('Signal traingulaire reconstitué');
```