

Problème n°1 : Etude d'un filtre passe bas du 2nd ordre

Q1: Il s'agit d'un montage ampli non inverseur
 $V_o = (1 + \frac{R_F}{R_G}) \cdot V_+$ de la forme $V_o = k \cdot V_+$ avec $k = 1 + \frac{R_F}{R_G}$

Q2:
$$V_A = \frac{\frac{V_i}{R} + \frac{V_o}{kR} + V_o \cdot j\omega C}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + j\omega C} = \frac{V_i + \frac{V_o}{k} + V_o j\omega RC}{2 + j\omega RC}$$

Q3: Il s'agit d'un simple Filtre RC passe bas
 $V_+ = \frac{V_o}{k} = V_A \cdot \frac{1}{1 + j\omega RC}$

Q4: En utilisant les 2 équations précédentes :

$$\frac{V_o}{k} \cdot (1 + j\omega RC) = \frac{V_i + \frac{V_o}{k} + V_o j\omega RC}{2 + j\omega RC}$$

$$\frac{V_o}{k} \left[(1 + j\omega RC)(2 + j\omega RC) - 1 - k j\omega RC \right] = V_i$$

$$\frac{V_o}{k} \left[1 + j\omega RC(3-k) + (j\omega RC)^2 \right] = V_i$$

soit
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{k}{1 + j\omega RC(3-k) + (j\omega RC)^2}$$

Q5: pour $m = \frac{1}{\sqrt{2}}$ $f_c = f_o = \frac{1}{2\pi RC}$ donc $RC = 53 \mu s$

En utilisant le petit utilitaire "Meilleur couple RC" sur le site poujouly.net on propose $R = 22k\Omega$ et $C = 2,2nF$

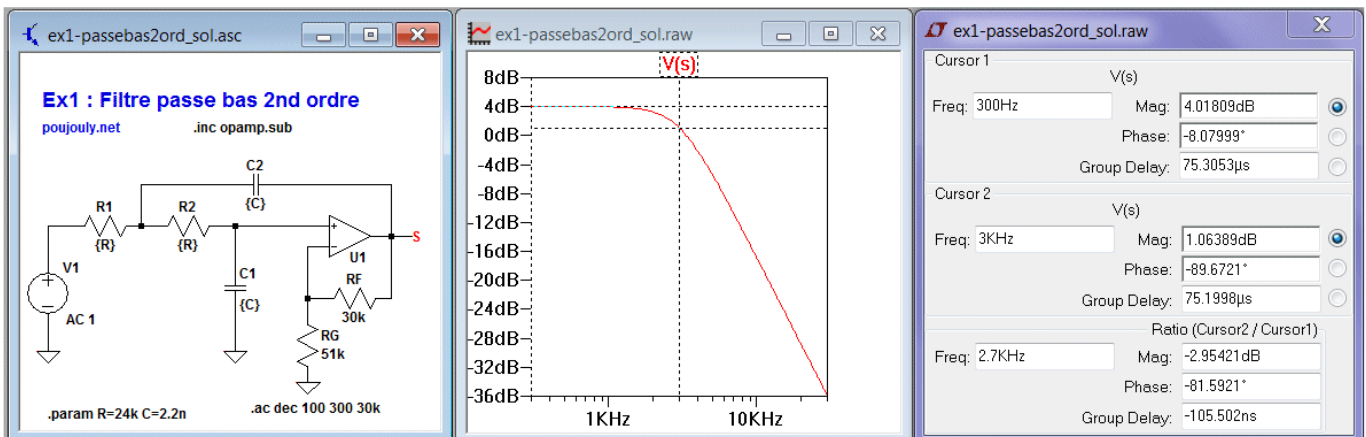
$$m = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow 3 - k = \frac{2}{\sqrt{2}} \Rightarrow k = 3 - \sqrt{2} = 1,707$$

soit $\frac{R_F}{R_G} = 0,707$ on propose $R_F = 30k\Omega$ $R_G = 51k\Omega$

On reconnaît la forme d'un Filtre passe bas du 2nd ordre

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{k}{1 + 2m \frac{j\omega}{\omega_o} + \left(\frac{j\omega}{\omega_o}\right)^2}$$

avec $\omega_o = \frac{1}{RC}$
 et $\frac{2m}{\omega_o} = RC(3-k)$ soit $m = \frac{3-k}{2}$



Problème n°2 : Etude d'un filtre passe bande pour un analyseur de spectre audio

Q1:
$$V_- = \frac{V_{iW} + \frac{V_{HP}}{R_2} + \frac{V_{LP}}{R_2} + \frac{V_{BP}}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{2}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = 0$$

donc
$$\frac{V_{iW}}{R_1} + \frac{V_{HP}}{R_2} + \frac{V_{LP}}{R_2} + \frac{V_{BP}}{R_3} = 0$$
 ①

Q2: on ne connaît une structure de type ampli-inverseur

donc
$$\frac{V_{LP}}{-G} = \frac{1}{jRC\omega} \cdot V_{BP} \quad \text{donc } V_{LP} = \frac{G}{jRC\omega} \cdot V_{BP}$$
 ②

Q3: par analogie
$$V_{BP} = \frac{G}{jRC\omega} \times V_{HP}$$

soit
$$V_{HP} = \frac{jRC\omega}{G} \cdot V_{BP}$$
 ③

Q4:
$$\frac{V_{iW}}{R_1} + \frac{jRC\omega}{G \cdot R_2} V_{BP} + \frac{G}{jRC\omega} \cdot \frac{V_{BP}}{R_2} + \frac{V_{BP}}{R_3} = 0$$

donc
$$\frac{-V_{iW}}{R_1} = V_{BP} \cdot \left(\frac{1}{R_3} + \frac{G}{jRC\omega \cdot R_2} + \frac{jRC\omega}{G \cdot R_2} \right)$$

$$\frac{-V_{iW}}{R_1} = V_{BP} \cdot \left(\frac{jRC\omega R_2 G + G^2 R_3 + (jRC\omega)^2 R_3}{R_3 \cdot jRC\omega \cdot R_2 \cdot G} \right)$$

$$-V_{iW} \cdot \frac{R_3 jRC\omega R_2 G}{R_1} = V_{BP} \cdot G^2 R_3 \left(1 + \frac{jRC\omega \cdot R_2}{G \cdot R_3} + \frac{(jRC\omega)^2}{G^2} \right)$$

donc
$$\frac{V_{BP}}{V_{iW}} = \frac{-\frac{jRC\omega \cdot R_2}{G} \cdot \frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{jRC\omega \cdot R_2}{G} \cdot \frac{R_2}{R_3} + \frac{(jRC\omega)^2}{G^2}}$$
 de la forme indiquée avec

$$\omega_0 = \frac{G}{RC}$$

$$\frac{1}{\omega_0 Q} = \frac{RC}{G} \cdot \frac{R_2}{R_3} \Rightarrow Q = \frac{R_3}{R_2}$$

$$\frac{T_{max}}{\omega_0 Q} = -\frac{RC}{G} \cdot \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow T_{max} = -\frac{R_3}{R_1}$$

Q5: Gain max = 0dB $\Rightarrow |T_{max}| = 1$

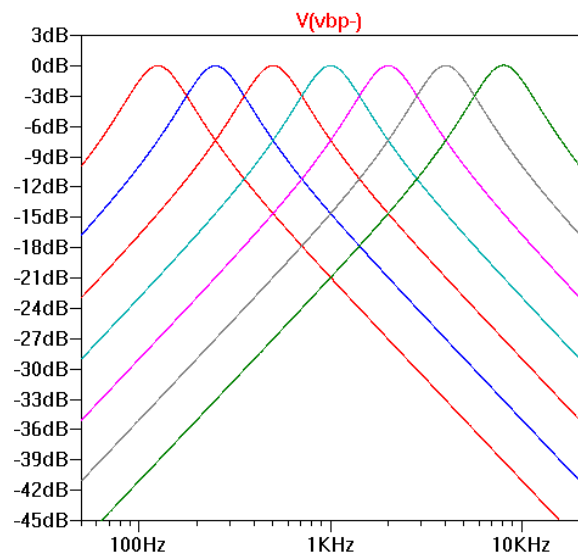
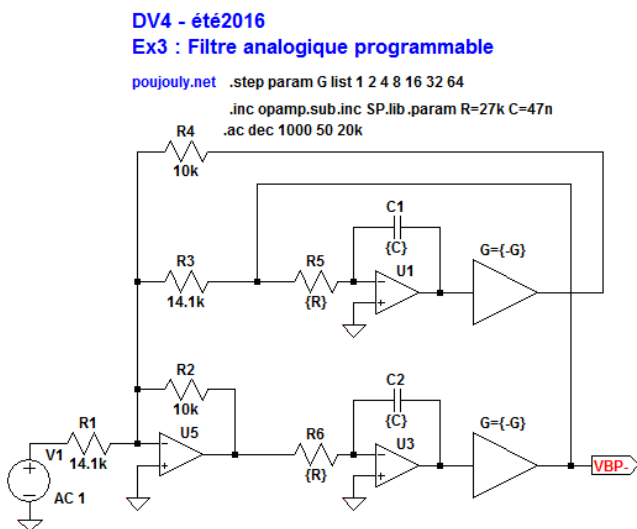
donc $R_3 = R_1$

$Q = \sqrt{2} \Rightarrow R_3 = \sqrt{2} \times R_2 = 14,1k\Omega$

Q6: pour $G=1$ $f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = 125Hz$

donc $R = 27k\Omega$ et $C = 57nF$ par ex

En effectuant la simulation LTSpice on constate que chaque bande d'analyse se recouvre à -3dB et le réglage du paramètre G permet de passer à l'octave supérieur (lorsque la fréquence double).



Problème n°3 : Etude d'un préamplificateur pour microphone electret

Q1 : Pour un circuit électrique linéaire (Un circuit est dit linéaire s'il ne comporte que des éléments fonctionnant en régime linéaire) comportant plusieurs sources d'énergie il est possible d'exprimer le courant ou la tension en n'importe quel point du circuit en effectuant la somme de ces grandeurs lorsque chaque source agit seule (les autres sources sont alors éteintes)

Q2 : En régime continu (DC) les condensateurs C_O , C_G et C_F sont vus comme des circuits ouverts.

Q3 : $V_+ = 1,5V$ et donc $V_{OUT} = 1,5V$.

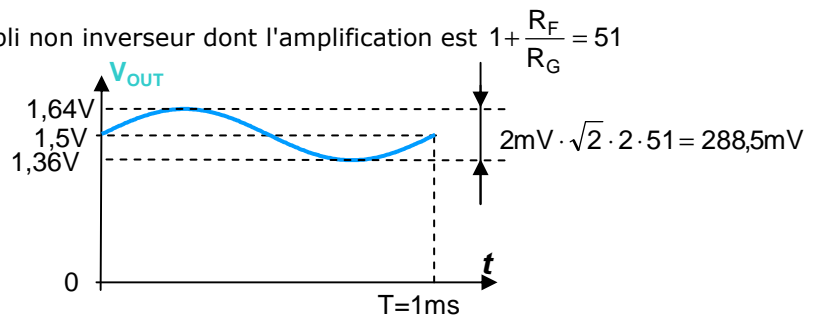
Q4 : Le condensateur C_O avec les résistances R_1 et R_2 forment un filtre passe haut dont la fréquence de coupure s'exprime sous la forme $f_c = \frac{1}{2\pi \cdot C_O \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} = 23,4Hz$

Q5 : L'action du condensateur C_G avec la résistance R_G consiste à un filtre passe haut dont la fréquence de coupure est $f_c = \frac{1}{2\pi \cdot C_G \cdot R_G} = 301,4Hz$

Q6 : L'action du condensateur C_F avec la résistance R_F consiste à un filtre passe bas dont la fréquence de coupure est $f_c = \frac{1}{2\pi \cdot C_F \cdot R_F} = 3401Hz$

Q7 : On reconnaît une structure de type ampli non inverseur dont l'amplification est $1 + \frac{R_F}{R_G} = 51$

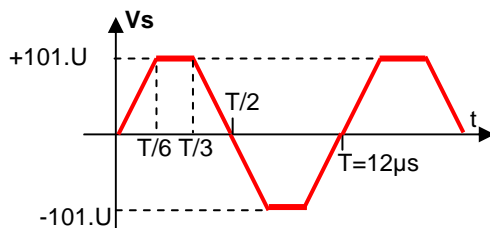
Q8 : $V_{mic}(t) = V_0 + V_a \cdot \sin(2\pi \cdot f_a \cdot t)$
avec $V_a = 2mV \cdot \sqrt{2} = 2,83mV$ et $f_a = 1kHz$



Problème n°4 : Choix d'un amplificateur opérationnel

Q1 : Il s'agit d'un ampli inverseur donc $V_s = V_{cpt} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$

Q2 :



Q3 : Slew rate : Vitesse de variation maximale obtenue en sortie d'un amplificateur opérationnel généralement exprimée en $V/\mu s$

Q4 : Pour notre cas

$$SR = \frac{2 \cdot 101.U}{2 \cdot T/6} = \frac{10,1V}{4\mu s} = 2,525V/\mu s$$

Q5 : $GBW = 101 \cdot \frac{9}{12\mu s} = 75,75MHz$

Problème n°5 : Etude d'un portatif VHF ICOM IC-A15

Q1 : $L = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4.f} = 58,8\text{cm}$ avec $c=3.10^8\text{m/s}$ et $f=127,5\text{MHz}$

Q2 : $P = \frac{S_{eff}^2}{R} = \frac{S_0^2}{2.R} = 1,5\text{W}$ ce qui correspond bien à l'indication proposée dans la documentation constructeur

Q3 : Expression caractéristique d'un signal modulé en amplitude à porteuse conservée avec un modulant sinusoïdal : $S_{AM}(t) = S_0.[1+m.\cos(2\pi.f_1.t)].\cos(2\pi.f_p.t)$ avec :

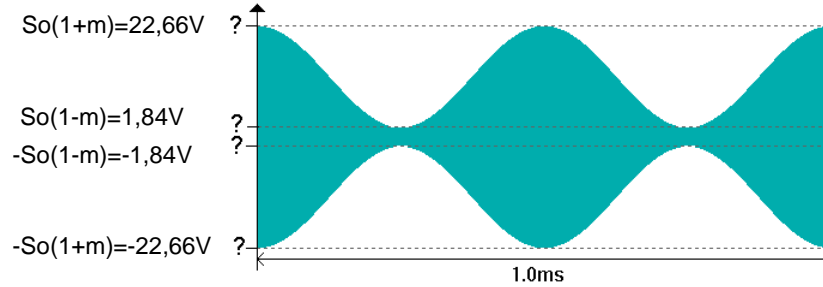
S_0 : amplitude de la porteuse

f_p : fréquence porteuse

f_1 : fréquence du modulant (ici sinusoïdal)

m : taux de modulation ici égal 85% soit $m=0,85$

Q4 :



$T_1 = 1/f_1 = 0,5\text{ms}$ donc $f_1 = 2\text{kHz}$

Q5 :

