Devoir N°2 : CORRECTION
Autour de quelques filtres du 1er ordre

S.POUJOULY http://poujouly.net

Exercice n°1 : Etude d'un filtre en sortie d'un récepteur

Q1 : Il s'agit d'un filtre passe bas du 1[er] ordre. $fc = \dfrac{1}{2\pi.R1.C1} = 20kHz$

Q2 : $fc\_New = \dfrac{1}{2\pi.R1.(C1+C2)} = 5kHz$ donc $C2 = \dfrac{1}{fc\_New.2.\pi.R1} - C1$ soit $\boxed{C2=6{,}64nF}$ (6,8nF dans la série normalisée)

Q3 : $Vs = V2 \cdot \left(1+\dfrac{Rb}{Ra}\right)$ Un gain de 20dB correspond à une amplification de 10 soit Rb=9.Ra donc $\boxed{Rb=27k\Omega}$

Exercice n°2 : Un filtre passe bas contrôlé

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

Q2 : On reconnait un simple filtre passe bas donc $S = W.\dfrac{1}{1+jRC\omega}$ 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 :

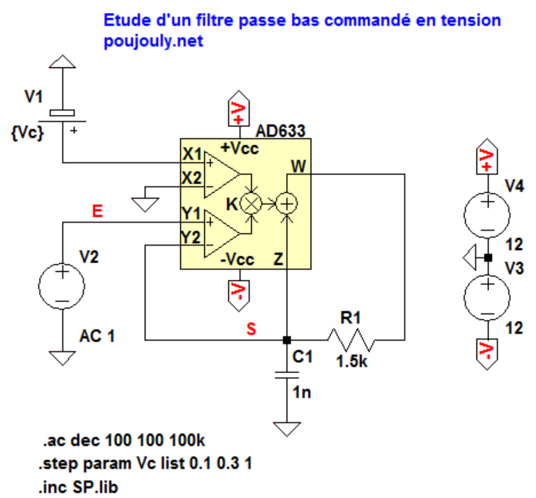
$S\cdot(1+jRC\omega) = K\cdot Vc\cdot(E-S)+S$ qui peut se simplifier par $S\cdot(jRC\omega) = K\cdot Vc\cdot(E-S)$ donc

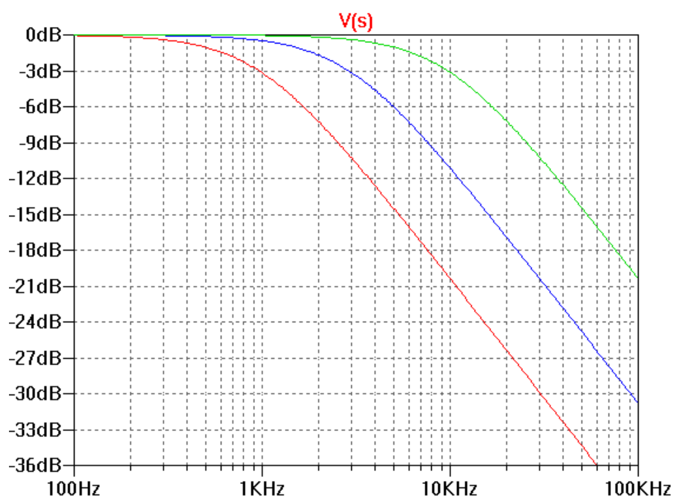
$S\cdot(KVc+jRC\omega) = K\cdot Vc\cdot E$ que l'on peut aussi écrire $S\cdot\left(1+\dfrac{jRC\omega}{K.Vc}\right) = E$ pour aboutir à une fonction de transfert

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

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

Q5 : Pour mettre en évidence le fonctionnement de ce montage avec LTSpice, on effectue le tracé du diagramme de Bode en changeant la valeur du paramètre Vc. Il est indispensable d'installer la bibliothèque supplémentaire SP.lib





Exercice n°3 : Un filtre audio

Q1 : Lorsque l'interrupteur K est ouvert $\boxed{Vs = Ve}$ ce qui revient à désactiver la fonction du filtre.

Q2 : Lorsque la fréquence tend vers 0, l'impédance du condensateur tend vers l'infini ce qui se traduit par $\boxed{Vs = Ve}$.

Q3 : Lorsque la fréquence est très grande, l'impédance du condensateur tend vers 0 et l'on se retrouve en présence d'un montage amplificateur non inverseur. Dans ces conditions on peut écrire que $\boxed{Vs = \left(1+\frac{R2}{R1}\right)Ve}$ ce qui nous donne en effectuant l'application numérique $Vs = 10.Ve$

Q4 : Comme il s'agit d'une structure connue sous le nom d'amplificateur non inverseur, il est possible d'écrire directement $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = 1+\frac{R2}{Zeq}$ avec $Zeq = R1+\frac{1}{jC\omega}$

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

Soit $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = 1+\frac{jR2C\omega}{1+jR1C\omega}$ et donc $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{1+j(R1+R2)C\omega}{1+jR1C\omega}$

De la forme $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{1+\frac{j\omega}{\omega c1}}{1+\frac{j\omega}{\omega c2}}$ avec $\omega c1 = \frac{1}{(R1+R2)C}$ et $\omega c2 = \frac{1}{R1C}$

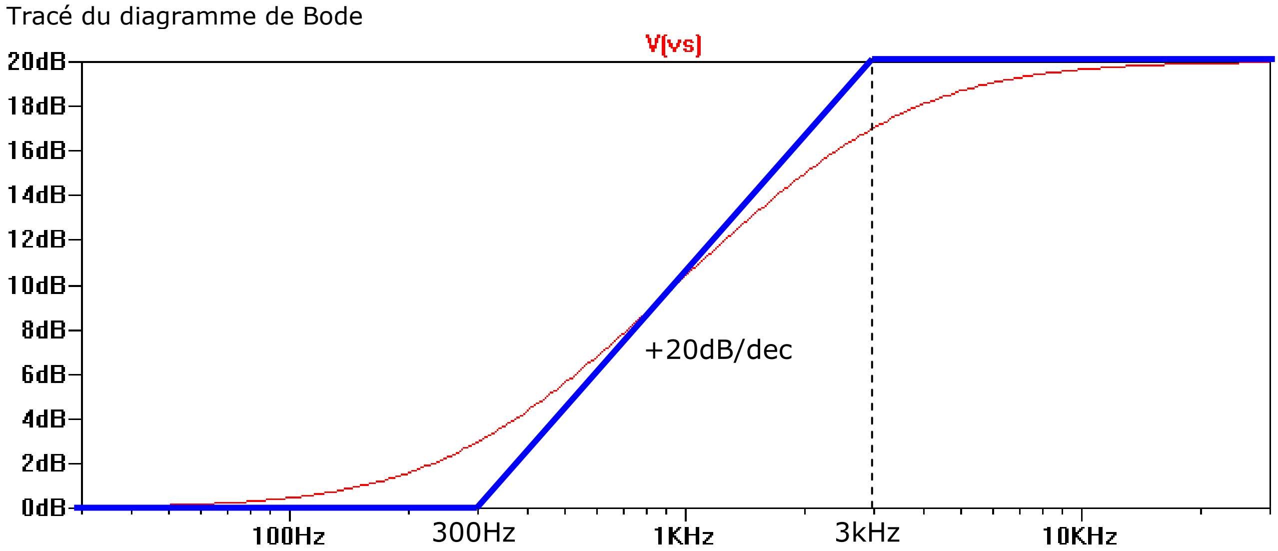
Q5 : Il est facile de vérifier que fc2=10.fc1 ce qui permet de vérifier le calcul précédent.

$C = \frac{1}{2\pi fc2.R1} = 26,5nF$ soit une valeur normalisée de 27nF

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

Fréquence	30Hz	100Hz	300Hz	1kHz	3kHz	10kHz	30kHz
Module	1	1.05	1.4	3.3	7.1	9.6	9.95
Gain (dB)	0	0.45	3	10.4	17	19.6	20

Tracé du diagramme de Bode



Pour information vous pouvez effectuer une simulation de ce montage en utilisant le schéma pour LTspice en téléchargement sur le site http://poujouly.net