

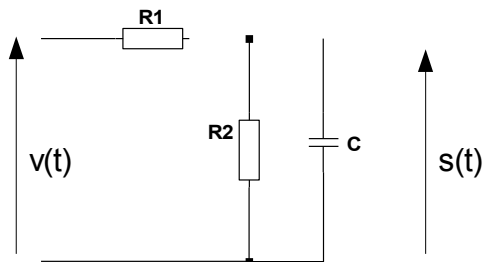
**TP n°10 : action d'un filtre sur un signal.**

● **But du TP** : ce dixième TP de BTS SE a pour but l'étude de l'action de plusieurs filtres sur des signaux carrés. On utilise les résultats de la simulation à l'aide du logiciel LTSPICE et on compare ces résultats simulés à ceux d'un filtre réel pour le premier ordre. On compare ensuite par simulation les résultats d'un filtre passe-bas du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>nd</sup> ordre. On utilise enfin un filtre passe-bande pour extraire des composantes sinusoïdales d'un signal carré avec un THD imposé.

**1) Filtre passe-bas du premier ordre avec LTSPICE.**

On considère le circuit ci-dessous :

R1 = 10 kΩ  
R2 = 10 kΩ  
C = 10 nF



A l'aide du logiciel de simulation LTSPICE, dessiner ce circuit, caractériser les composants et lancer la simulation de manière à obtenir le diagramme de Bode en amplitude de ce signal pour f variant de 100 Hz à 100 kHz.

Pour mieux utiliser ce logiciel, vous pourrez consulter un mode d'emploi sommaire avec le fichier « tutorialLTSpice.pdf » présent sur le répertoire de votre classe (TP1).

On consultera plus spécialement le paragraphe IV : analyse fréquentielle.

Imprimer le diagramme de Bode en amplitude réel obtenu à l'aide de la simulation.

En cours, on a obtenu pour ce filtre la fonction de transfert complexe  $\underline{T}$  sous la forme canonique :

$$\underline{T} = (\underline{s} / \underline{v}) = \frac{T_0}{1 + j \cdot \left( \frac{f}{f_0} \right)}$$

Rappeler l'expression de  $T_0$  et  $f_0$  en fonction de R1, R2 et C.

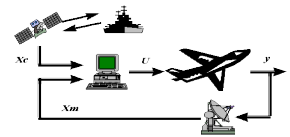
Calculer les valeurs de  $T_0$  et  $f_0$  pour ce filtre.

En précisant votre méthode : donner le type et l'ordre du filtre, sa fréquence de coupure et tracer le diagramme de Bode **asymptotique** du gain sur le résultat de la simulation.

On veut connaître l'influence de ce filtre sur un signal carré v(t) [0-2V] de fréquence  $f_0 = 1$  kHz.

Rappeler, à l'aide de l'annexe distribuée en cours, la décomposition en série de Fourier du signal carré v(t) considéré :

f	0	$f_0$	$3.f_0$	$5.f_0$	$7.f_0$	$9.f_0$
$\hat{v}_n$						
Vn						



A l'aide de la fonction FFT de l'oscilloscope Agilent, donner la valeur des composantes du spectre du signal carré après avoir imprimé le spectre du signal  $v(t)$  dans votre compte-rendu :

**Spectre du signal d'entrée  $v(t)$  à l'aide de la fonction FFT de l'oscilloscope.**

f	0	$f_0$	$3.f_0$	$5.f_0$	$7.f_0$	$9.f_0$
$H_{dbV}$						
$H_V$						

$H_{dbV}$  est la hauteur de la raie en dBV et  $H_V$  est la valeur efficace correspondante. Comparer les deux tableaux.

Pour les fréquences du tableau théorique, donner les valeurs du gain, puis de l'amplification et enfin du signal de sortie théorique du filtre : on prendra les valeurs de  $G$  sur le diagramme de Bode obtenu par simulation.

f	0	$f_0$	$3.f_0$	$5.f_0$	$7.f_0$	$9.f_0$
$V_n$						
$G$						
$T = S_n/V_n$						
$S_n$						

Validez les valeurs obtenues dans ce tableau en effectuant le circuit réel et en imprimant le spectre du signal de sortie  $s(t)$ .

**Spectre du signal de sortie  $s(t)$  à l'aide de la fonction FFT de l'oscilloscope.**

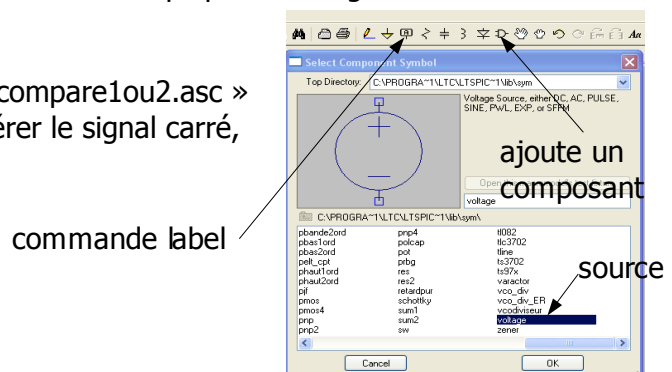
f	0	$f_0$	$3.f_0$	$5.f_0$	$7.f_0$	$9.f_0$
$H_{dbV}$						
$H_V$						

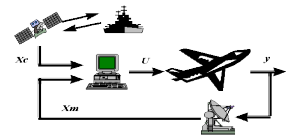
**2) Comparaison entre un filtre passe-bas du premier et du second ordre.**

On aimerait comparer l'action d'un filtre passe-bas du premier ou du second ordre sur un signal carré [0-2V] de fréquence  $f_0 = 1$  kHz.

On va pour ceci utiliser le logiciel de simulation LTSPICE qui permet de générer de tels filtres simplement.

Ouvrir un nouveau fichier qu'on appellera « compare1ou2.asc » Dans ce fichier, créer une source qui va générer le signal carré, à l'aide de la commande :





Caractériser la source de telle sorte qu'elle génère un signal carré [0-2V] de fréquence 1kHz.

A la sortie de ce générateur, on va placer un label : repère qui pourra être utilisé plusieurs fois sans effectuer les connexions. On l'appellera « E »

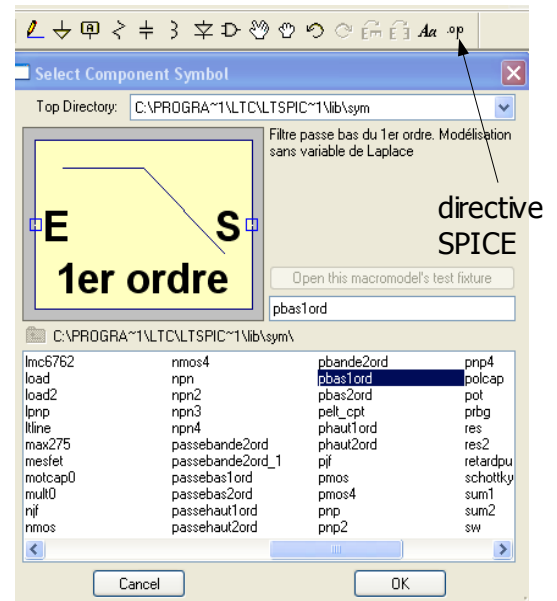
Ajouter alors les deux filtres passe-bas du premier et du second ordre en activant la commande:

Laisser les valeurs par défaut pour ces deux filtres.

Placer alors des labels à l'entrée et à la sortie des filtres du premier et du second ordre (« E » à l'entrée du premier ordre et S1 à la sortie par exemple).

Ecrire une directive SPICE (voir sur l'image ci-contre) pour intégrer une librairie de composants : « .lib SP.lib »

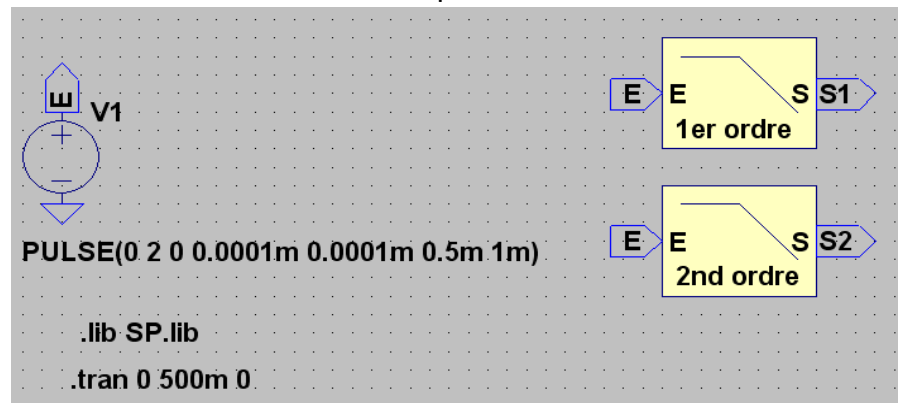
Enfin, on indique au programme le type de simulation désirée : commande « edit simulation command » → transient » pour demander une simulation sur 500 ms.



La fenêtre doit ressembler à :

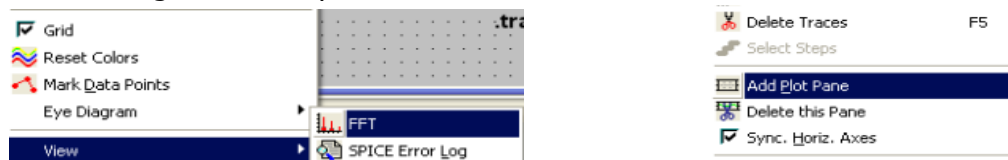
Sauvegarder le fichier et lancer la simulation.

Faire apparaître les courbes correspondant aux signaux E, S1 et S2.



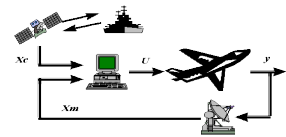
Faire un zoom sur 3 ou 4 périodes pour comparer l'effet des deux filtres sur le signal carré. Imprimer ces courbes dans votre compte-rendu et donner des éléments de comparaison sur la représentation temporelle des signaux.

Tracer le spectre des trois signaux en cliquant dans la fenêtre des courbes et en utilisant la commande :



Pour faciliter le tracé de ces trois spectres, on pourra créer trois fenêtres en une à l'aide de la commande « add plot pane » et faire un affichage linéaire de la fréquence de  $f_0$  à  $10.f_0$  avec un gain variant de 0 à -70dB par exemple.

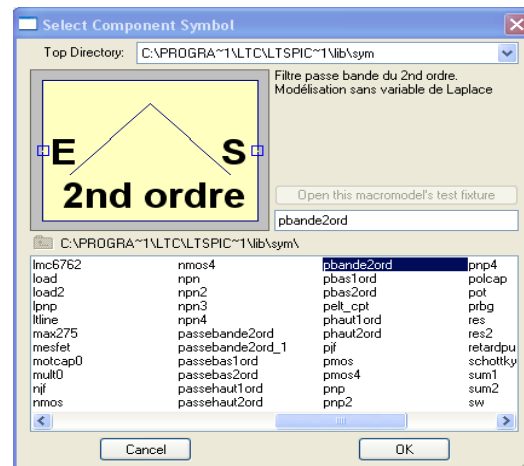
Comparer les spectres des signaux  $V_{S1}$  et  $V_{S2}$  par rapport au spectre de  $V_E$ . Conclure sur la différence de comportement entre les deux filtres.



### 3) Filtre passe-bande avec LTSPICE.

Créer un nouveau fichier .asc avec une source et un filtre passe-bande tel que celui indiqué ci-contre :

Laisser dans un premier temps les paramètres par défaut, c'est-à-dire :  $T0 = 1$ ,  $m=0,7$ ,  $f0 = 1$  kHz.



- a) paramétrer la source de manière à tracer le diagramme de Bode du gain pour  $f$  variant de 10 Hz à 100 kHz. Faire une copie d'écran de la fenêtre du schéma du circuit.

Imprimer le diagramme de Bode obtenu et vérifier que le filtre est bien du second ordre en expliquant votre méthode.

Modifier la valeur de  $f0$  en prenant  $f0 = 10$  kHz et tracer à nouveau le diagramme de Bode : quel est le changement ?

Modifier la valeur de  $m$  en prenant  $m = 0,1$  au lieu de  $m = 0,7$ . Noter le changement sur le diagramme.

- b) paramétrer la source pour générer un signal carré [0-2V] de fréquence 1kHz.

Faire apparaître la représentation temporelle de la tension d'entrée et de sortie du filtre avec les valeurs par défaut du filtre. Expliquer la différence de forme entre le signal d'entrée et de sortie du filtre.

- c) Après avoir obtenu la représentation fréquentielle de la tension de sortie du filtre, mesurer le THD du signal de sortie du filtre.

- d) On désire obtenir en sortie du filtre un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz avec un taux de distorsion harmonique inférieur à 5%.

Quelle caractéristique du filtre faut-il modifier ?

Effectuer la modification et valider que le signal est conforme au cahier des charges.

- e) On désire maintenant obtenir en sortie du filtre un signal sinusoïdal de fréquence 3 kHz avec un taux de distorsion harmonique toujours inférieur à 5%.

Quelles caractéristiques du filtre faut-il modifier ?

Effectuer la modification et valider que le signal est conforme au cahier des charges