

**Thème 1 : "Simulation de filtres analogiques – Filtres numériques"**

**- Indications sur les résultats graphiques à obtenir -**

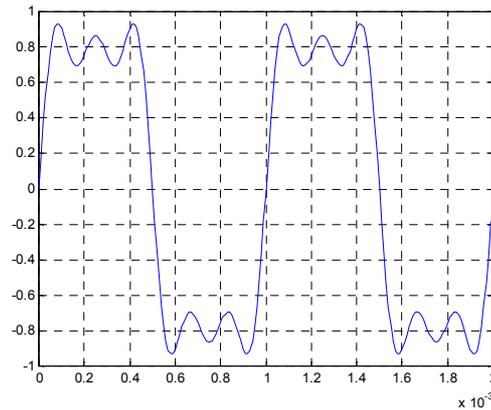
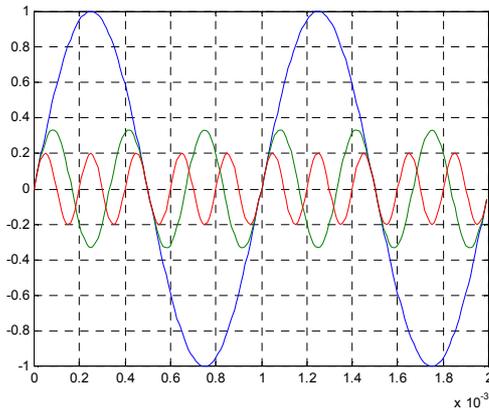
**1) Filtrage de Butterworth**

1.1) Générer un signal  $s(t)$  composé de 3 sinusoïdes (sous forme d'une somme) :

- la 1<sup>ère</sup> de fréquence  $f_0=1000\text{Hz}$  et d'amplitude 1 ;
- la 2<sup>e</sup> de fréquence  $3f_0$  et d'amplitude  $1/3$  ;
- la 3<sup>e</sup> de fréquence  $5f_0$  et d'amplitude  $1/5$ .

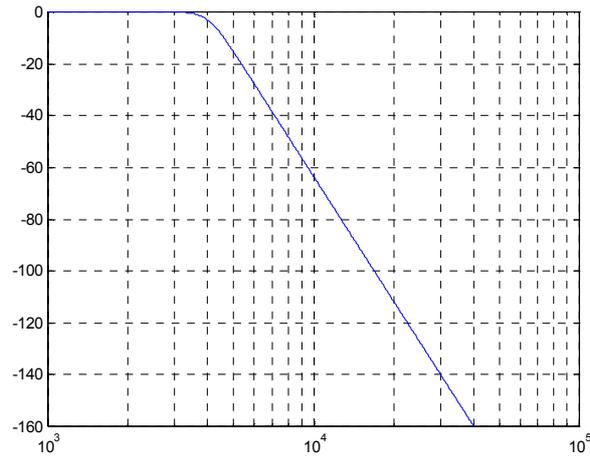
On choisit une fréquence d'échantillonnage  $f_e=100f_0$ . A l'aide des fonctions de Matlab, afficher ces 3 signaux ainsi que  $s(t)$ , sur le même graphique. Commenter la forme de  $s(t)$  (du point de vue de son lien avec un signal carré).

Par exemple pour 2 périodes du signal à  $f_0$  :



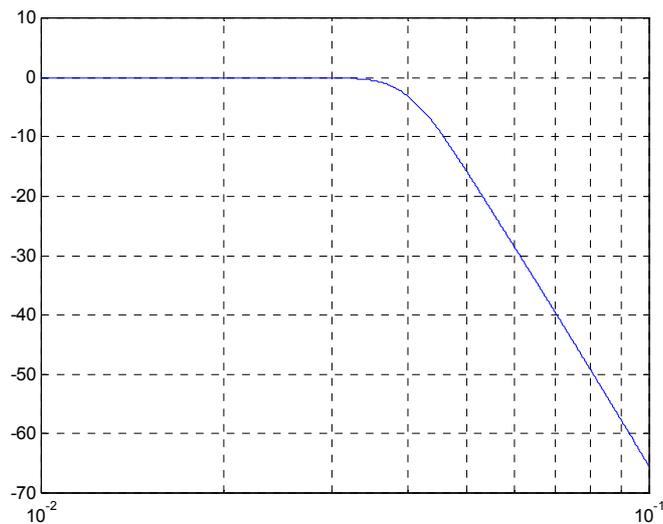
...

1.3) On considère dans cet exemple que les seules fréquences utiles sont  $f_0$  et  $3f_0$  ; on souhaite donc éliminer la composante à  $5f_0$  par filtrage. A l'aide de la fonction Matlab `butter`, synthétiser un filtre de Butterworth analogique (option 's') d'ordre 8 et de fréquence de coupure à  $-3\text{dB}$   $f_c$  judicieusement choisie. Afficher son diagramme de Bode de gain l'aide des fonctions `freqs` et `semilogx`. Préciser ce que retourne `freqs`. Retrouver l'ordre du filtre à partir de son gain.



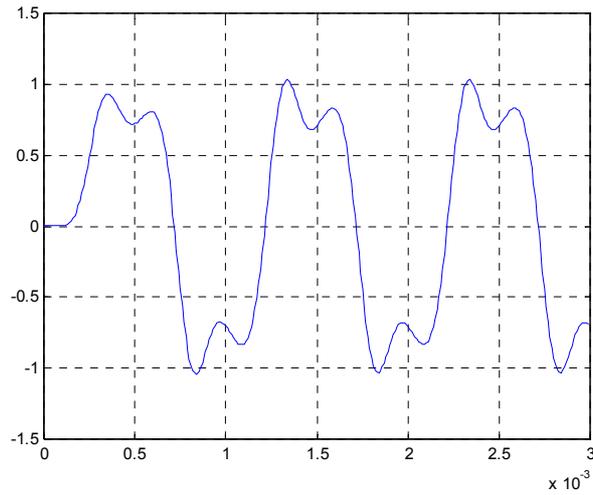
1.4) Pour pouvoir effectuer le filtrage du signal, on doit passer à la version numérique du filtre de Butterworth (sans l'option 's'). Les fréquences doivent alors être normalisées (divisées par  $f_c/2$ , pour cette fonction). Synthétiser ce filtre et afficher son diagramme de Bode de gain à l'aide de la fonction `freqz`. Préciser ce que retourne cette fonction.

Affichage en fréquences réduites :



*Remarque* : on peut également faire un affichage en fonction des fréquences réelles (en Hz).

1.5) Filtrer  $s(t)$  à l'aide de ce filtre (fonction `filter`), visualiser le résultat  $s'(t)$  résultant et interpréter les résultats.



1.6) Pour vérifier que ce filtre possède la fréquence de coupure correcte, le tester dans un programme à part avec un signal sinusoïdal d'amplitude 1 et de fréquence  $f_c$ . Commenter les résultats.

