Département de génie électrique et de génie informatique
Université Laval

André Zaccarin

GEL-19964 – Signaux et systèmes discrets

Examen final

Mardi le 18 décembre 2007

Durée: 11h30-13h20

Vous devez montrer vos calculs et/ou justifier vos réponses. Une bonne réponse seule ne vaut aucun point.

Question 1 (20 pts)

Vrai ou faux – vous devez justifier vos réponses

a) Il n'est pas possible d'utiliser la convolution pour calculer la sortie d'un filtre RII.

b) Soit $x[n]$ (1024 points), $h[n]$ (50 points), $G[k]=X[k]H[k]$ et toutes les DFT sont calculées sur 1024 points : $g[n]$ et $y[n]=x[n]*h[n]$ (convolution linéaire) sont différents pour tous leurs points.

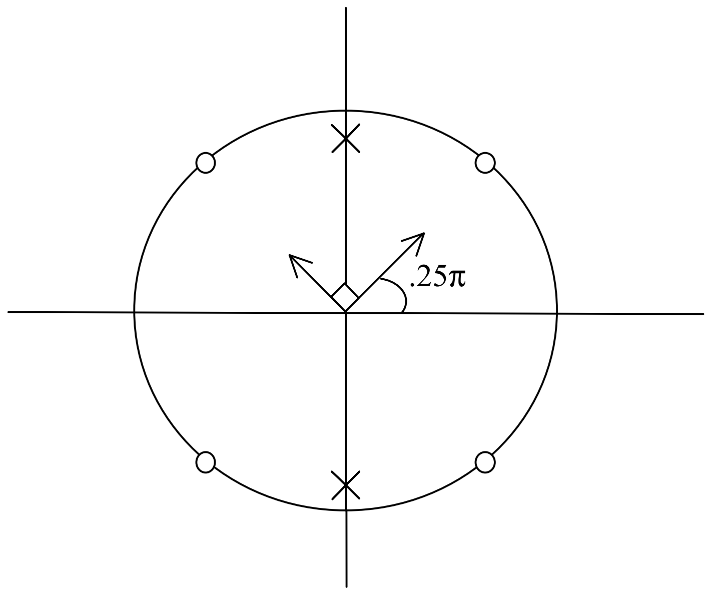
c) Soit $h_{pb}(n)$, un filtre passe-bas avec fréquence de coupure F_C : $(-1)^n h_{pb}(n)$ est un filtre passe-haut avec fréquence de coupure F_C

d) Les filtres RIF n'ont pas tous une phase linéaire.

Note : **RII = Réponse à l'impulsion infinie (IIR)**
RIF = Réponse à l'impulsion finie (FIR)
TFD = Transformée de Fourier Discrète (DFT)

Question 2 (35 pts)

La position dans le plan z des pôles et zéros d'un système discret linéaire et invariant à coefficients réels est donnée dans la figure ci-dessous, où le cercle unitaire ($|z|=1$) y est tracé. Le module des pôles est 0.9.



a) Tracez l'allure générale du module de la réponse en fréquence du système.

b) Donnez la fonction de transfert H(z) du système et l'équation aux différences. Quel doit être le gain du filtre pour que son module à F = 0.25 soit égal à 1 ?

c) Ce système est-il stable ? à phase linéaire ? RII ou RIF ?

d) Ce système n'est pas causal. Modifiez la fonction de transfert H(z) pour qu'il le devienne mais sans changer le module de sa réponse en fréquence.

e) Décrivez qualitativement comment la réponse à l'impulsion du système change en fonction du module des pôles. Suggestion : identifiez les termes de $h[n]$

Question 3 (15 pts)

Le signal $x(t) = 5.6\cos(2\pi \times 336t) + 0.56\cos(2\pi \times 346t)$ est échantillonné à la fréquence S =1 KHz.

On veut identifier par DFT les deux fréquences du signal.

Donnez

1) le nombre d'échantillons minimum de $x(t)$ qui devront être utilisés
2) le nombre de points minimum de la DFT
3) s'il y a lieu, le traitement fait sur les échantillons avant le calcul de la DFT

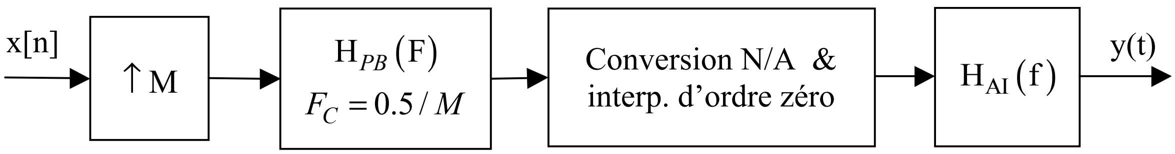
Pour votre information, voici les paramètres de quelques fenêtres :

Fenêtre	Largeur du lobe principal pour une fenêtre de L points	Amplitude des lobes secondaires (normalisées)
Rectangulaire	2/L	0.217
Triangulaire	4/L	0.047
Hamming	4/L	0.027
Blackman	6/L	0.001

Question 4 (30 pts)

Note : les questions a) et b) de ce problème sont indépendantes (mais réfèrent au même système)

a) Soit le système suivant :



- $x[n]$ est limité en fréquence à la bande $-0.2 \leq F \leq 0.2$
- $H_{AI}(f)$: filtre anti-image Butterworth d'ordre 2
- f_{AI}, la fréquence de coupure de $H_{AI}(f)$, est choisie pour correspondre à deux fois la fréquence maximale de $x[n]$.
- $H_{PB}(F)$ est un filtre passe-bas idéal (un filtre idéal a un gain constant dans la bande passante du filtre, un gain nul dans la bande de rejet et une zone de transition nulle).

Calculez la valeur de M pour que le filtre de Butterworth atténue les images spectrales d'au moins 40 dB (en ajout à l'atténuation obtenue de l'interpolateur d'ordre zéro).

b) On remplace le filtre idéal $H_{PB}(F)$ par un filtre RIF. Le filtre est obtenu par fenêtrage avec la fenêtre de von Hann $(F_{WS} = F_{STOP} - F_{PASS} = 3.21/L)$.

Calculez la longueur L du filtre (nombre de points de sa réponse à l'impulsion) et donnez l'expression de sa réponse à l'impulsion (utilisez $w_{Hann}[n]$ pour désigner la fenêtre de von Hann).