للاطلاع على الإجابة النموذجية
وكذا نقاط الامتحانات يرجى مسح الصورة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة
كلية التكنولوجيا
القسم: ......Electronique........

امتحان السداسي...2.. في مقياس : ....TNS........

اللقب والاسم : ....
الفوج : ....
الموسم الجامعي : 2021-2022

السنة: ....2022..................
التاريخ: ....01/06/2022.......
المدة: ساعة ونصف

Question de cours : (3 points)

A partir des déclarations suivantes, répondre par vrais 'V' ou faut 'F'

1- Le calcul des filtres numériques et la transformée de Fourier discrète (TFD) ne dépond pas de la fréquence d'échantillonnage f_e [F].

2- Un système discret à minimum de phase possède des pôles et des zéros à l'intérieur du cercle de rayon 1 [V].

3- La causalité d'un système discret est justifiée par des valeurs futures de la séquence [F].

4- La méthode de la transformation bilinéaire est basée sur l'approximation de la dérivée [F].

5- Généralement, les filtres RIF ont des avantage mieux que des filtres RII [V].

6- La TFD d'une séquence finie a des valeurs de fréquences, $f_k = kf_e / N$, $k = 0, \ldots, N$-1 [V]

Exercice 1 : (6 points)

1- Calcul de la transformée en Z de la séquence, $x(n) = n + 3$:

$$Z\{x(n+3)\} = \sum_{n=0}^{\infty} x(n+3)z^{-n} = z^3\left(X(z) - \sum_{j=0}^{2} x(j)z^{-j}\right)$$

$$= z^3\left(\frac{z}{(z-1)^2} - (0 + 1.z^{-1} + 2.z^{-2})\right) = \frac{3z^2 - 2z}{(z-1)^2}$$

2- Calcul de $X(z)$ et puis $x(n)$ en fonction de n pour $x(n+1) = x(n) + 4$:

$$z(X(z) - x(0)) = X(z) + 4\frac{z}{z-1} \qquad \text{(la propriété de l'avance est appliquée)}$$

$$X(z) = \frac{2z}{z-1} + 4\frac{z}{(z-1)^2}$$

$$x(n) = 2u(n) + 4nu(n) \qquad \text{(la table de la TZ et la TZI est utilisée)}$$

3- Calcul de la transformée en Z inverse de la fonction $X(z) = \dfrac{4z}{(z-3)(z-1)^2}$

$$\operatorname{Re} s_3^1 = \lim_{z\to 3}\left(X(z)z^{n-1}(z-3)\right) = \left.\frac{4z}{(z-1)^2}z^{n-1}\right|_{z=3} = 3^n$$

$$\operatorname{Re} s_1^2 = \lim_{z\to 1}\frac{d\left(X(z)z^{n-1}(z-1)^2\right)}{dz} = 4\left.\frac{d}{dz}\frac{z^n}{(z-3)}\right|_{z=1} = -1-2n$$

$$x(n) = \left(3^n - 1 - 2n\right)u(n)$$

Exercice 2 : (6 points)

A partir du filtre analogique passe-bas de Chebyshev, nous avons les spécifications suivantes :

$$\begin{cases} -1dB \rightarrow \Omega_p = 0.2\pi \\ -15dB \rightarrow \Omega_s = 0.3\pi \end{cases}$$

1- Calcul de f_p et f_s pour une fréquence d'échantillonnage, $f_e = 2kHZ$:

D'après le théorème d'échantillonnage, on a

$f_e \geq 2f_c$, donc les fréquences sont normalisées par la relation :

$$\Omega_p = \frac{2f_p}{f_e}\pi \quad \text{et} \quad \Omega_s = \frac{2f_s}{f_e}\pi$$

D'où, $f_p = \dfrac{0.2f_e}{2} = 200Hz \quad f_s = \dfrac{0.3f_e}{2} = 300Hz$

2- Module du filtre de Chebyshev ?

$$|H_a(j\Omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon^2 V_N^2(\Omega/\Omega_c)}} = \begin{cases} \left(1+\varepsilon^2\cos^2\left(N\cos^{-1}(\Omega/\Omega_c)\right)\right)^{-0.5}, & \Omega/\Omega_c \leq 1 \\ \left(1+\varepsilon^2\cosh^2\left(N\cosh^{-1}(\Omega/\Omega_c)\right)\right)^{-0.5}, & \Omega/\Omega_c > 1 \end{cases}$$

3- Calcul des paramètres de ce filtre et les pôles ?

$$\Omega_c = \Omega_p = 0.2\pi = 0.6283$$

Pour, $\Omega = \Omega_c = \Omega_p$, nous avons

$$\cos^2(N\cos^{-1}(1)) = \cos^2(N.0) = 1 \Rightarrow \varepsilon^2 = 10^{0.1} - 1 \;\Rightarrow \varepsilon = 0.5088$$

Pour, $\Omega = \Omega_s > \Omega_c$, nous avons

$$\cosh^2\left(N\cosh^{-1}(\Omega_s/\Omega_c)\right) = \frac{10^{1.5}-1}{10^{0.1}-1} \Rightarrow \cosh\left(N\cosh^{-1}(\Omega_s/\Omega_p)\right) = \sqrt{\frac{10^{1.5}-1}{10^{0.1}-1}}$$

En prenant le $\cosh^{-1}$ des deux cotés, on obtient

$$N \geq \frac{\cosh^{-1}\left(\sqrt{(10^{1.5}-1)/(10^{0.1}-1)}\right)}{\cosh^{-1}(0.3/0.2)} = 3.19 \approx 4 \qquad (2.44)$$

Avec

$$\begin{cases} \alpha = \varepsilon^{-1} + \sqrt{1+\varepsilon^{-2}} = 4.17 \\ a = \dfrac{1}{2}\left(\alpha^{1/N} - \alpha^{-1/N}\right) = 0.36 \\ b = \dfrac{1}{2}\left(\alpha^{1/N} + \alpha^{-1/N}\right) = 1.06 \end{cases}$$

$$\begin{cases} s_{1,2} = -a\Omega_c \sin(\pi/8) \pm jb\Omega_c \cos(\pi/8) \\ s_{3,4} = -a\Omega_c \sin(3\pi/8) \pm jb\Omega_c \cos(3\pi/8) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} s_{1,2} = \text{-}0.0877 \pm \text{j}0.6179 \\ s_{3,4} = \text{-}0.2117 \pm \text{j}0.2559 \end{cases}$$

4- Détermination de *H*(*z*) :

puisque *N* est un nombre pair, nous avons

$$\begin{cases} H_a(s) = \dfrac{1}{\sqrt{1+\varepsilon^2}} \prod_{k=1}^{4} \dfrac{-s_k}{s-s_k} = \sum_{k=1}^{4} \dfrac{A_k}{s-s_k} \\ H(z = \sum_{k=1}^{4} \dfrac{A_k}{1-e^{s_k} z^{-1}} \end{cases}$$

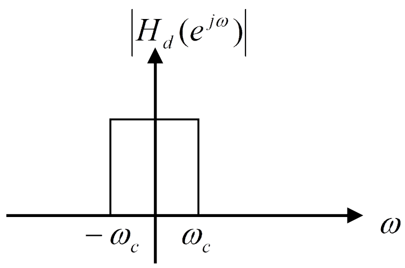
Exercice 3 : (5 points)

Soit un filtre RIF passe-bas avec un ordre $N = 5$ et une fréquence de coupure, $\omega_c = 0.3\pi$.

1- Calcul de la réponse impulsionnelle utilisant la fenêtre rectangulaire :

$$h(n) = h_d(n) w(n)$$

$$h_d(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\omega_c}^{\omega_c} \mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega(\mathrm{n}-\alpha)} d\omega = \frac{\sin(\omega_c(n-\alpha))}{\pi(n-\alpha)}$$



avec $\alpha = (N-1)/2$

La fenêtre rectangulaire est : $w(n) = 1$

La réponse impulsionnelle tronquée devient

$$h(n) = \begin{cases} \dfrac{\sin[\omega_c(n-(N-1)/2)]}{\pi(n-(N-1)/2)}, & \mathrm{n} \neq \alpha \\ \dfrac{\omega_c}{\pi}, & \mathrm{n} = \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} h(0) = h(4) = 0.1514 \\ h(1) = h(3) = 0.2575 \\ h(2) = 0.3 \end{cases}$$

2- Calcul des 4 premiers termes de la sortie du filtre $y(n)$, pour un signal d'entrée, $x(n) = a^n$:

Nous avons

$$\begin{cases} H(z) = h(0) + h(1)z^{-1} + h(2)z^{-2} + h(3)z^{-3} + h(4)z^{-4} \\ y(n) = h(0)\big(x(n) + x(n-4)\big) + h(1)\big(x(n-1) + x(n-3)\big) + h(2)x(n-2) \end{cases}$$

$$
\begin{cases}
y(0)=h(0)x(0)=h(0)=0.1514\\
y(1)=h(0)x(1)+h(1)x(0)=h(0)a+h(1)=0.1514a+0.2575\\
y(2)=h(0)x(2)+h(1)x(1)+h(2)x(0)=0.1514a^2+0.2575a+0.3\\
y(3)=h(0)x(3)+h(1)(x(2)+x(0))+h(2)x(1)=0.1514a^3+0.2575(a^2+1)+0.3a
\end{cases}
$$