



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA – BOUMERDÈS
Faculté de Technologie



Concours d'accès à la formation de 3^{ème} cycle (2020/2021) Date : 27/03/2021

Intitulé de la formation : Systèmes de Télécommunications / Réseaux et Télécommunications

Épreuve : Traitement du signal (Variante 02) Durée : 1H : 30

Exercice 1 : (9 pts)

Soit $g(t)$ un signal sinusoïdal analogique donné par : $g(t) = \cos(2\pi f_0 t)$. $f_0 = \frac{1}{T}$.

Où A , f_0 , et T sont des constantes.

On veut faire le fenêtrage de plusieurs périodes de ce signal en utilisant une porte rectangulaire, de durée 2τ , donnée par :

$$P_\tau(t) = \begin{cases} 1 & \text{pour } -\tau \leq t \leq \tau \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} \quad \tau \gg T.$$

Le signal $x(t)$, résultant de l'opération de fenêtrage, est ensuite échantillonné, par un train d'impulsions de Dirac (Peigne de Dirac) $\delta_{T_e}(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_e)$ périodique de période $T_e \ll T$, pour donner le signal $x_e(t)$.

1. Calculer $X(f)$, la transformée de Fourier de $x(t)$; (1 pt)
2. Calculer $X_e(f)$, la transformée de Fourier de $x_e(t)$; (1.5 pts)
3. Tracer approximativement $|X_e(f)|$, le module de $X_e(f)$; (1 pt)
4. Donner la nature et la fréquence de coupure F_c du filtre qu'il faut utiliser pour restituer le signal $x(t)$; (0.5 pt)

Soit $g_e(t)$ une version échantillonnée du signal $g(t)$ (sans fenêtrage) avec une fréquence d'échantillonnage $F_e = \frac{3}{2}f_0 = 30 \text{ Hz}$.

5. Calculer $G_e(f)$, la transformée de Fourier de $g_e(t)$; (2 pts)
6. Calculer $x_{rest}(t)$, le signal résultant du filtrage de $g_e(t)$ par un filtre passe-bas de fréquence de coupure égale à $F_c = 15 \text{ Hz}$; (2 pts)
7. Quel est l'effet du sous-échantillonnage de $g(t)$ avec la fréquence $F_e = 30 \text{ Hz}$. (1 pt)

Exercice 2 : (7 pts)

Soit un filtre numérique défini par sa fonction de transfert :

$$H(Z) = \frac{z^3}{(z-0.2)^2(z-0.25)}$$

1. Etudier la nature et la stabilité du filtre; (2pts)
2. Donner l'équation aux différences de ce filtre; (2pts)
3. Calculer sa réponse impulsionnelle; (2pts)
4. Présenter la structure de ce filtre (utiliser les retards Z^{-1}) (1pt)

Exercice 3 : (4 pts)

Soit le processus aléatoire $X(t)$ suivant : $X(t) = \cos(2\pi f_0 t + \Theta)$.

Où Θ est une variable aléatoire uniformément distribuée dans l'intervalle $[0, 2\pi]$.

1. Calculer $f_\Theta(\theta)$, la fonction densité de probabilité de la variable aléatoire Θ ; (1 pt)
2. Démontrer que le processus $X(t)$ est stationnaire au sens large. (3 pts)

$E(x) = 0$
 $R_x = 0$

$R(m) = \frac{2\cos(n)}{2}$
 $RZ^{-1} =$