

Année 2017 – 2018

3<sup>ème</sup> Année**Examen de Traitement du signal déterministe****Cours MA361****Sans Document****Calculatrice autorisée****Durée : 1h30****Exercice I : Système discret****[5 pts]**

Soit le système A décrit par l'équation aux différences :

$$y(n) = \operatorname{sinc}\left(\frac{-\pi}{2}\right) \cdot x(n) + \operatorname{sinc}\left(\frac{-\pi}{4}\right) \cdot x(n-1) + x(n-2) + \operatorname{sinc}\left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot x(n-3) + \operatorname{sinc}\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot x(n-4)$$

1. Le système A est-il un filtre RIF ou RII et pourquoi ? [0.5 pts]
2. Calculer et tracer la réponse impulsionnelle du système A. [0.5 pts]
3. Calculer la fonction de transfert en z du système. [0.5 pts]
4. Le filtre est-il à phase linéaire et pourquoi ? [0.5 pts]
5. Le système est-il stable et pourquoi ? [0.5 pts]
6. Quel est l'ordre du filtre ? [0.5 pts]

Soit le système B décrit par la fonction de transfert en z suivante :

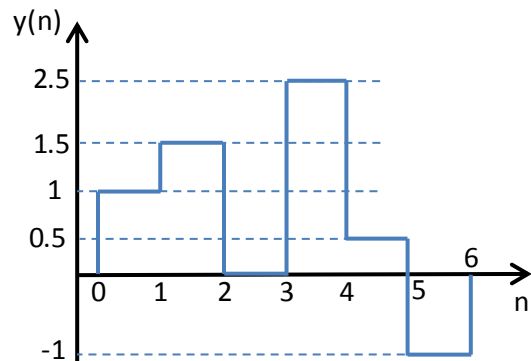
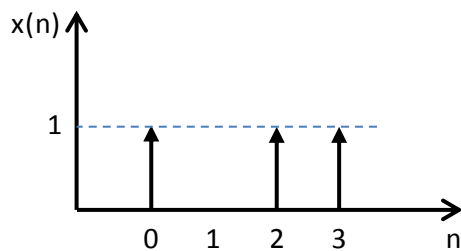
$$H(z) = (z - e^{-j\pi/4}) \cdot (z - e^{j\pi/4})$$

7. S'agit-il d'un filtre RIF ou RII ? Pourquoi ? [0.5 pts]
8. La fréquence d'échantillonnage est de 10 kHz. Tracer approximativement la réponse en fréquence en **expliquant clairement** votre démarche. [1.5 pts]

## Exercice II : Identification de filtre

[2.5 pts]

Soit un filtre de réponse impulsionnelle  $h(n)$  et de réponse en fréquence  $H(f)$ .  
Le signal  $y(n]$  ci-dessous est la sortie du filtre lorsque le signal  $x(n)$  est appliqué à l'entrée.



1. A partir des signaux  $x(n)$  et  $y(n)$  en déduire la réponse impulsionnelle  $h(n)$  du filtre, son équation aux différences ainsi que sa réponse  $H(z)$  [2 pts]
2. S'agit-il d'un filtre RII ou RIF ? [0.5 pts]

## Exercice III : Conception de filtre RIF par troncature de la réponse impulsionnelle

[7 pts]

Nous souhaitons synthétiser un filtre passe-bas numérique de type RIF avec  $N = 9$ , de fréquence de coupure égale à  $0,2F_e$ .

1. Donner l'expression de la réponse en fréquence  $H(f)$  du filtre idéal et représenter là. [1 pts]
2. Donner les coefficients de la réponse impulsionnelle du filtre causal après troncature que l'on nommera  $h_T(n)$ . [2 pts]
3. Calculer la réponse  $H_T(f)$  représentant la réponse en fréquence du filtre tronqué et causal. [2 pts]
4. Quelle est la caractéristique principale de la phase de ce filtre RIF ? Pourquoi cette caractéristique est-elle importante ? Donner un exemple. [1 pts]
5. Comment la phase est modifiée si le filtre est non causal ? [0.5 pts]

6. Comment améliorer les performances du filtre ? [0.5 pts]

**Exercice IV : Bruit de quantification**

[3 pts]

Soit  $x(t)$  un signal aléatoire de densité de probabilité uniforme, évoluant sur la plage  $(-10, +10)$ . On échantillonne  $x(t)$  à l'aide d'un CAN à 4 bits avec la quantification par arrondie, c'est-à-dire arrondi plus proche.

1. Déterminer un encadrement de l'erreur de quantification  $\varepsilon$ . [0.5 pts]
2. Calculer la variance de l'erreur  $\sigma_\varepsilon^2$  [0.5 pts]
3. Calculer le rapport signal sur bruit du signal quantifié. De combien améliore-t-on le rapport signal sur bruit lorsque l'on ajoute un bit de quantification. [2 pts]

**Exercice V : Filtrage d'un processus aléatoire**

[2.5 pts]

Soit un filtre  $h$ , défini par la réponse impulsionnelle :

$$h(t) = \begin{cases} t & \text{si } 0 < t < T \\ 2T - t & \text{si } T < t < 2T \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

A l'entrée du filtre, on applique un bruit  $\underline{b}(t)$ , SSL, centré, blanc et tel que  $S_{\underline{b}}(f) = \gamma_0$ .

Déterminer en sortie du filtre les caractéristiques du processus aléatoire observé :  $\mu_{\underline{y\hat{b}}}$ ,  $S_{\underline{y\hat{b}}}(f)$ ,  $R_{\underline{y\hat{b}}}(t)$ .