

Examen de traitement du signal

Feuille A4 recto-verso

durée : 1 h 45

Appareils électroniques personnels interdits

vendredi 15 décembre 2017

Les réponses non justifiées ne seront pas prises en compte !

Exercice 1 (9 %)

Pour que la sortie d'un système puisse s'exprimer comme la convolution de l'entrée avec la réponse impulsionnelle du système, il faut que le système soit :

1. causal, anti-causal ou cela n'a pas d'importance ?
2. variant, invariant ou cela n'a pas d'importance ?
3. linéaire, non linéaire ou cela n'a pas d'importance ?
4. stable, instable ou cela n'a pas d'importance ?

Exercice 2 (9 %)

Représentez la structure en schéma-bloc du filtre de fonction de transfert

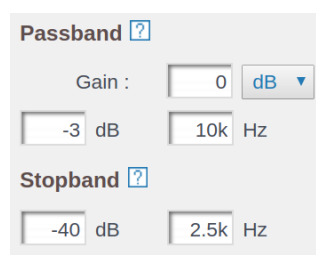
$$H(s) = \frac{s + 2}{s + 3}.$$

Exercice 3 (4 %)

Quels sont les liens entre fonction de transfert, réponse impulsionnelle et réponse fréquentielle ?

Exercice 4 (7 %)

La capture d'écran ci-dessous est tirée de l'outil de conception de filtres analogiques d'Analog Devices. Représentez le gabarit correspondant.



Exercice 5 (4 %)

Donnez deux avantages d'utiliser un filtre numérique par rapport à un filtre analogique équivalent.

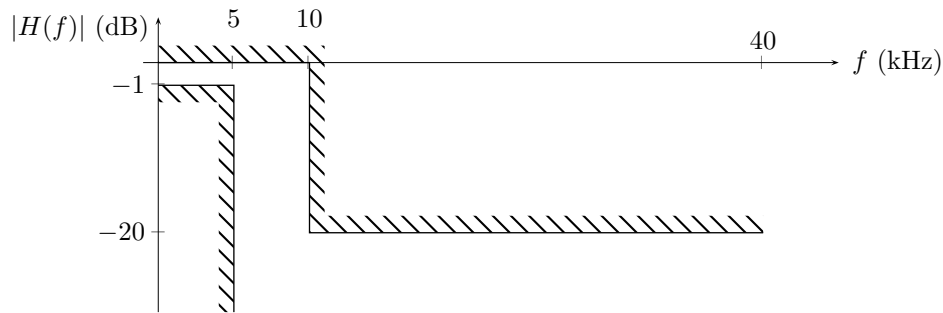
Exercice 6 (9 %)

Parmi les méthodes de synthèse de filtres numériques vues en cours...

1. ... laquelle est la méthode préconisée pour synthétiser un filtre RII ?
2. ... laquelle permet de synthétiser un filtre RIF ?
3. ... laquelle consiste à sélectionner une partie de la réponse impulsionnelle d'un filtre idéal numérique ?
4. ... laquelle consiste à échantillonner la réponse impulsionnelle d'un filtre analogique ?

Exercice 7 (7 %)

On souhaite synthétiser un filtre numérique vérifiant le gabarit ci-dessous.



Donnez le gabarit analogique correspondant dans le cas de l'invariance de la réponse impulsionnelle, puis dans le cas de la transformation bilinéaire.

Exercice 8 (22 %)

Le filtre de réponse impulsionnelle $h = [1 \ -1]$ est un filtre dérivateur.

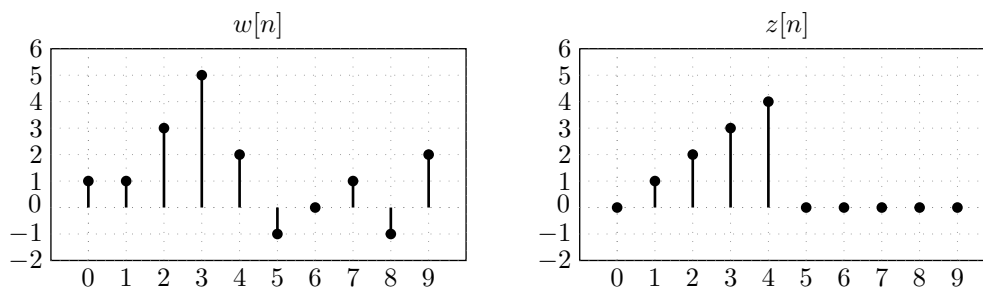
1. Expliquez en quoi ce filtre est appelé « dérivateur ».
2. Ce filtre est-il analogique ou numérique ? RII ou RIF ?
3. Donnez la réponse de ce filtre à l'entrée $x = [1 \ 2 \ -2 \ -1]$.
4. Représentez la structure en schéma-bloc de ce filtre.
5. Donnez la fonction de transfert de ce filtre.
6. Représentez le diagramme pôle-zéro du filtre.
7. On rappelle que la transformée de Fourier à temps discret correspond aux valeurs $z = e^{j2\pi f}$. En déduire l'expression de la transformée de Fourier à temps discret du filtre dérivateur.
8. Représentez le spectre du filtre dérivateur sur une période.

Exercice 9 (4 %)

Quel est le modèle le plus répandu pour modéliser le bruit dans un signal ?

Exercice 10 (7 %)

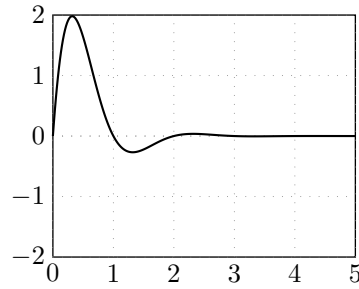
Le signal $w[n]$ représenté ci-dessous est une version bruitée du signal $z[n]$. Calculez le rapport signal-à-bruit du bruit.

**Exercice 11** (4 %)

Que proposez-vous comme méthode pour détecter la période d'un signal périodique (mais de forme inconnue) à très faible RSB ?

Exercice 12 (4 %)

Représentez la réponse impulsionnelle du filtre adapté à la détection du motif donné ci-dessous.

**Exercice 13** (11 %)

1. Citez un exemple concret où il est nécessaire d'effectuer une déconvolution.

Dans un problème de déconvolution, on modélise le signal observé y par $y = Hx + b$ où H est la matrice de Toeplitz de la réponse impulsionnelle du système, x est le signal qu'on cherche à retrouver et b est le bruit sur les mesures. La déconvolution par régularisation consiste à trouver le signal x qui minimise le critère $J(x)$:

$$J(x) = \|y - Hx\|^2 + \mu\|x\|^2.$$

2. Comment s'appelle μ ?
3. Qu'obtient-on comme solution x lorsque $\mu = 0$? Et lorsque $\mu \rightarrow \infty$?
4. L'évolution de l'EQM en fonction de μ est représenté sur la figure ci-dessous, mais un bug dans le programme produit un résultat erroné : quel est le problème ?

