

# Sujet d'examen de TP de TNS

Épreuve sur ordinateur sous Matlab. Durée 30 minutes. Les seuls documents autorisés sont l'aide de Matlab avec `help` et les documents suivants disponible en ligne :

<http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/polyMatlabCpl.pdf>

<http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/poly.pdf>

[http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/tp\\_tns\\_mlir.pdf](http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/tp_tns_mlir.pdf)

Les réponses doivent être conformes aux définitions du traitement du signal vues en cours et ce même si Matlab utilise une convention différente.

## 1 Séance 2

**Exercice 1** On considère le signal  $x_n$  échantillonné à la fréquence d'échantillonnage  $f_e = 200\text{Hz}$  et défini pour  $n \in \{0 \dots 99\}$  par

$$x_n = \frac{\cos(n) \left(1 + \sin\left(\frac{\pi n}{4}\right)\right)}{n^2 + 1}$$

On suppose qu'en dehors de ces échantillons, le signal est en fait périodique, c'est-à-dire qu'il est complété par périodicité. Donnez le programme permettant de calculer sa transformée de Fourier en  $4\text{Hz}$ . Donnez la valeur obtenue avec 4 chiffres significatifs.

## 2 Séance 3

**Exercice 2** On considère une signal  $x_n$  échantillonné à la fréquence  $f_e = 1\text{kHz}$  défini par

$$x_n = 2e^{-n} \mathbf{1}_{\mathbb{N}}[n]$$

Calculez l'autocorrélation pour  $\tau = -10\text{ms}$ .

## 3 Séance 4

**Exercice 3** On considère un signal  $x_n$  échantillonné à la fréquence  $f_e = 10\text{Hz}$  et défini par

$$x_n = e^{\cos\left(\frac{\pi n}{8}\right) - 1} \mathbf{1}_{\mathbb{N}}[n]$$

Sur-échantillonnez ce signal d'un facteur 2 en utilisant le filtre défini par

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

Calculez le signal obtenu en  $t = 0.25\text{s}$ .

## 4 Séance 5

**Exercice 4** On considère  $\mathcal{H}$  un filtre numérique linéaire temps invariant causal défini par

$$H(z) = \frac{2z^{-1}}{5 - \frac{1}{2}z^{-2} + z^{-4}}$$

On considère qu'il s'applique à des signaux échantillonnés à la fréquence  $f_e = 10\text{Hz}$ . Calculez la réponse fréquentielle en  $3\text{Hz}$ .

## A Instructions matlab pouvant être utilisées

`help`, `format`, `:`, `*`, `.`, `/`, `-`, `+`, `sum`, `mean`, `zeros`, `end`, `length`, `filter`, `fir1`, `triang`, `window`, `freqs`, `freqz`, `randn`, `butter`, `cos`, `sin`, `std`, `abs`, `fft`, `min`,

Pour la fonction `freqs`, la fonction s'utilise ainsi `[H, W]=freqs(B, A, W)` ; les deux premiers arguments à utiliser sont les coefficients du polynôme de variable  $p$  mais ordonnés dans le sens des puissances décroissantes. Le troisième argument est la liste de fréquences divisées par  $2\pi$ . Matlab ne normalise pas la fonction `fft`, ni la fonction `xcorr` alors que pour un signal temps discret périodique, le calcul est normalisé en traitement numérique du signal. Le sur-échantillonnage d'un facteur  $M$  consiste à introduire  $M - 1$  zéros après chaque échantillon puis à filtrer le résultat obtenu. Le sous-échantillonnage d'un facteur  $M$  consiste à filtrer le signal puis à conserver le premier échantillon correspondant à un indice nul puis le  $M + 1$ <sup>ème</sup> échantillon d'indice  $\frac{M}{f_e}$  etc... Dans les deux cas, le filtrage introduit un certain retard.