



Examen Machine SICA

Durée : 1h

Calculatrice interdite.

Documents autorisés : aide-mémoire SIC 1A et polycopié initiation Matlab (sans annotation)

Consignes à respecter :

- Les réponses aux questions précédées de (*) doivent figurées sous forme de commentaires dans le code.
- Tous les graphiques seront munis d'un titre, de noms explicites pour chaque axe et, si nécessaire, d'une légende.
- Tous les fichiers créés devront être sauvegardés sur le serveur réseau du compte d'examen avec lequel vous vous êtes loggé.

Analyse spectrale d'un signal et modulation d'amplitude

Les réponses à toutes les questions de cette partie seront données dans un seul fichier script `Exam_nom_prenom.m` dont les premières lignes sont :

`Exam_nom_prenom.m` ou `.mlx`

```
% vos nom et prenom
close all
clear all
...
% Les reponses aux questions theoriques seront fournies dans le fichier sous
  forme de commentaires precedees du numero de la question
...
% Tous les graphiques seront munis d'un titre, de noms explicites pour chaque
  axe et, si necessaire, d'une legende.
...
```

Analyse temporelle

On considère le signal $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$ où $f_0 = 44\text{Hz}$.

1. Sous matlab, créer $N = 900$ échantillons de ce signal échantillonné à $f_e = 2700\text{Hz}$.
2. Tracer sur une figure le signal x en fonction du temps t ($t = kT_e$).
3. (*) Quelle est la durée d'observation du signal ?

Analyse spectrale

4. (*) Quelle est *a priori* l'allure du spectre d'amplitude du signal x ? *Inutile d'effectuer des calculs.* Envisagez d'abord le cas du signal sur un support illimité, puis le cas sur un support borné.
5. Effectuer l'analyse spectrale du signal x dans les meilleures conditions (avec zero-padding).
6. Représenter le spectre d'amplitude pour des fréquences entre $-0.5f_e$ et $0.5f_e$ Hz à l'aide de la commande `fftshift`.
7. (*) Que vaut l'intervalle de fréquence entre 2 points consécutifs du spectre (résolution fréquentielle) ?

8. (*) Commentez le résultat obtenu. Celui-ci correspond-t-il à ce qui est théoriquement attendu ? Justifiez votre réponse.

Modulation d'amplitude

La modulation d'amplitude consiste à multiplier un signal sinusoïdal $x(t)$ de fréquence f_0 par un autre signal sinusoïdal $y(t)$ de fréquence f_m beaucoup plus élevée ($f_m \gg f_0$).

Dans cet exercice, on considère que le signal modulant (signal qui contient l'information à transmettre) est le signal étudié dans la partie précédente : $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$.

Le signal porteur (signal servant à porter l'information) est donné par $y(t) = \cos(2\pi f_m t)$

Le signal transmis, modulé en amplitude, a alors pour expression $z(t) = x(t).y(t) = \cos(2\pi f_0 t) \cos(2\pi f_m t)$ et est échantillonné à la fréquence d'échantillonnage f_e .

A.N. : $f_0 = 44\text{Hz}$, $f_m = 300\text{Hz}$, $f_e = 2700\text{Hz}$.

9. Après avoir créé le signal porteur $y(t)$, en déduire le signal $z(t) = x(t).y(t)$ constitué de $N = 900$ points obtenus à la fréquence d'échantillonnage $f_e = 2700\text{Hz}$. Représenter, dans une nouvelle figure, les 3 signaux $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$, les uns en dessous des autres (subplot).
10. Effectuer l'analyse spectrale des signaux $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ avec un nombre de points fréquentiels égal à N ($N_f = N$).
11. Représenter, dans une nouvelle figure, les 3 spectres d'amplitude pour des fréquences entre $-0.5f_e$ et $0.5f_e$ Hz, les uns en dessous des autres. On pourra fixer l'échelle de l'axe des ordonnées de manière identique pour chaque tracé grâce à la commande ylim (afin de faciliter l'analyse).
12. (*) Déterminer les fréquences présentes dans le signal transmis. Correspondent-elles à ce qui est théoriquement attendu ? Justifiez votre réponse.

Démodulation

13. Créer le signal $d(t)$ correspondant au produit entre le signal modulé $z(t)$ et le signal porteur $y(t)$.
14. Effectuer l'analyse spectrale de $d(t)$ dans les mêmes conditions que précédemment et représenter son spectre d'amplitude pour des fréquences entre $-0.5f_e$ et $0.5f_e$ Hz dans une 4^e sous-figure en dessous des spectres précédents.
15. (*) Comparer les spectres de $x(t)$ et de $d(t)$ (positions et amplitudes des "pics") et expliquer comment retrouver le signal utile $x(t)$ à partir du signal modulé $z(t)$.
16. *Question subsidiaire/facultative.* Mettre en œuvre la solution que vous proposez et comparer le signal démodulé obtenu avec $x(t)$ en les superposant dans une nouvelle figure.