



Examen Machine SICA2

Durée : 50 min

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.
- Respectez scrupuleusement les noms de variables donnés dans l'énoncé.

Les réponses à toutes les questions seront données dans un seul fichier script (ou live script) exam_nom_prenom.m (ou .mlx) dont les premières lignes sont :

exam_nom_prenom.m

```
% vos nom et prenom
close all
clear all
...
% Les reponses aux questions theoriques seront fournies dans les fichiers 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.
...
```

Modulation de fréquence.

Lorsque l'on souhaite transmettre un signal basse fréquence (son, voix, musique) sur de longues distances, il est nécessaire d'avoir recours à la **modulation**. Elle permet de "translater" le spectre du signal basse fréquences (sons, voix, musiques) vers les hautes fréquences pour pouvoir le transmettre facilement par voie hertzienne. Il existe 3 types de modulation : la modulation d'amplitude, la modulation de phase et la modulation de fréquence. C'est cette dernière que nous allons étudier dans cet exercice. Elle est notamment plus robuste que la modulation d'amplitude pour transmettre un message dans des conditions difficiles (atténuation et bruit importants).

La **modulation de fréquence** (*Frequency modulation (FM)* en anglais) est une technique permettant de transmettre un message porté par un signal noté $x_m(t)$ de fréquence maximale f_m , en faisant varier la fréquence d'un signal sinusoïdal $x_p(t)$, appelé porteuse, de fréquence beaucoup plus élevée $f_p \gg f_m$.

Dans ce qui suit, on supposera que les signaux $x_m(t)$ et $x_p(t)$ sont des tensions électriques sinusoïdales. La tension $x_m(t)$ est celle qui contient l'information à transmettre (recueillie, par exemple, par un microphone). La tension $x_p(t)$ de la porteuse sert juste à porter l'information. On pose :

$$x_m(t) = \sin(2\pi f_m t)$$

$$x_p(t) = u_p \sin(2\pi f_p t), \quad f_p \gg f_m.$$

Le signal transmis, modulé en fréquence, a pour expression :

$$x(t) = u_p \sin(2\pi f_p t + \beta \sin(2\pi f_m t)),$$

où β est un paramètre appelé « indice de modulation ». On veut analyser le contenu fréquentiel du signal $x(t)$ en utilisant le logiciel Matlab. Pour cela, toutes les tensions sont échantillonnées à la fréquence f_e . On donne les quantités suivantes :

$$f_m = 20 \text{ Hz}, \quad f_p = 1 \text{ kHz}, \quad f_e = 10 \cdot f_p, \quad u_p = 5 \text{ volt}, \quad \beta = 10.$$