

GEL-3006 Systèmes de communications**Examen de mi-session (automne 2020)**

Enseignant : Jean-Yves Chouinard

Durée : 3 heures

Remarques importantes : le matériel permis est :

- Manuel de cours : Lathi, Modern Digital and Analog Communication Systems, 5ème édition
- Une (1) feuille aide-mémoire recto-verso manuscrite.
- Calculatrice approuvée par la FSG.

Les cellulaires, les tablettes numériques et les portables sont interdits.

Question 1 :**(20 points)**

Soit le signal suivant :

$$x(t) = Ae^{-\alpha t} \cos[2\pi f_c t + 2\pi f_m t + \varphi] u(t)$$

où $u(t)$ est la fonction échelon et $f_m \ll f_c$. Donnez les expressions de :

- a) la représentation complexe en bande de base de $x(t)$, soit $\tilde{x}(t)$,
- b) le module $|\tilde{x}(t)|$ et la phase $\angle \tilde{x}(t)$ de $\tilde{x}(t)$, et
- c) la composante en phase $\tilde{x}_I(t)$ et la composante en quadrature $\tilde{x}_Q(t)$ de $\tilde{x}(t)$.

Question 2 :**(20 points)**

Le signal $m(t) = 10 \cos(1000\pi t)$ est modulé en modulation AM conventionnelle avec un indice de modulation AM : $m_{AM} = 65\%$.

- a) Écrivez l'expression du spectre d'amplitude du signal $M(f)$.
- b) Écrivez l'expression du signal modulé $s_{AM}(t)$ en indiquant clairement les valeurs numériques pour une amplitude $A_c = 1$ [V] et une fréquence $f_c = 1$ [MHz] de la porteuse AM.
- c) Donnez le spectre du signal modulé $S_{AM}(f)$ et tracez-le.
- d) Déterminez la densité spectrale de puissance $\mathcal{P}_{AM}(f)$ (en Watts par Hertz).
- e) L'efficacité en puissance η_{AM} de la modulation AM est définie par le rapport de la puissance des bandes latérales sur la puissance totale du signal AM :

$$\eta_{AM} = \frac{P_{\text{bandes latérales}}}{P_{\text{totale}}}.$$

Quelle est la valeur de l'efficacité de puissance η_{AM} du signal AM ?

Question 3 : (20 points)

Le format des disques audio numériques DVD-audio (DVD-A) consiste en deux signaux (gauche et droit pour la stéréophonie) échantillonnés chacun à 192 kiloéchantillons par seconde (192 kHz). Un convertisseur analogique-numérique quantifie chaque échantillon et les encode avec des mots de 24 bits.

- a) Sachant que le rapport signal à bruit de quantification pour une sinusoïde couvrant toute la plage dynamique est $SQNR = \frac{3}{2}L^2$, L étant le nombre de niveaux de quantification, quelle est la valeur numérique du rapport signal à bruit de quantification en dB, i.e. $SQNR_{dB}$ pour un DVD-A ?
- b) Quel est le débit binaire résultant R_b ? Tenez compte des deux canaux (gauche et droit).
- c) Le système doit pouvoir enregistrer 70 minutes de musique en stéréo. Quel sera alors le nombre total d'octets (mots de 8 bits) inscrits sur le disque DVD-A ?

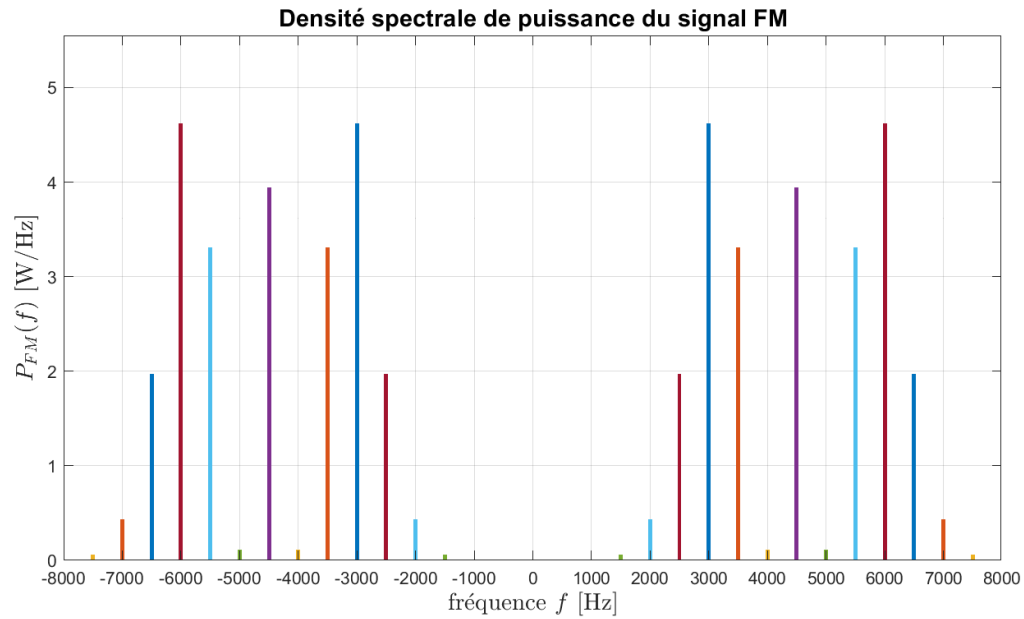
Question 4 : (20 points)

Indiquez (clairement) un avantage et un désavantage de chacune des modulations suivantes :

- a) Modulation d'amplitude AM conventionnelle.
 - b) Modulation d'amplitude à bande latérale double DSB.
 - c) Modulation d'amplitude à bande latérale simple SSB.
 - d) Modulation d'amplitude QAM analogique.
 - e) Modulation d'amplitude à bande résiduelle VSB.
-

Question 5 :**(20 points)**

Un signal FM est modulé par le message $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$. Sa densité spectrale du puissance, $P_{FM}(f)$ en [W/Hz], est montrée ci-dessous :



- Quelle est la fréquence porteuse f_c ? Justifiez votre réponse.
- Quelle est la fréquence du message f_m ? Justifiez votre réponse.
- Sachant que sa déviation maximale de fréquence est 2 000 Hz, quel est l'indice de modulation β_{FM} ? S'agit-il d'un signal à bande étroite ou à large bande ?
- En utilisant la formule de Carson, estimez la largeur de bande de transmission, B_T , du signal FM.
- Quelle est la puissance, P_{FM} , en [W] de ce signal FM ?