ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2018

Examen à livre ouvert
Les calculatrices programmables, les calculatrices communicantes et les ordinateurs sont interdits.
Durée de l'examen : 3 heures

16-EL-A3 Signaux et communications

Question 1 : **(20 points)**

Soit le signal suivant :

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

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 $g(t)$,

b) le module et la phase de $g(t)$, soient $|g(t)|$ et $\angle g(t)$, ainsi que

c) le spectre d'amplitude $X(f)$ du signal $x(t)$.

Question 2 : **(20 points)**

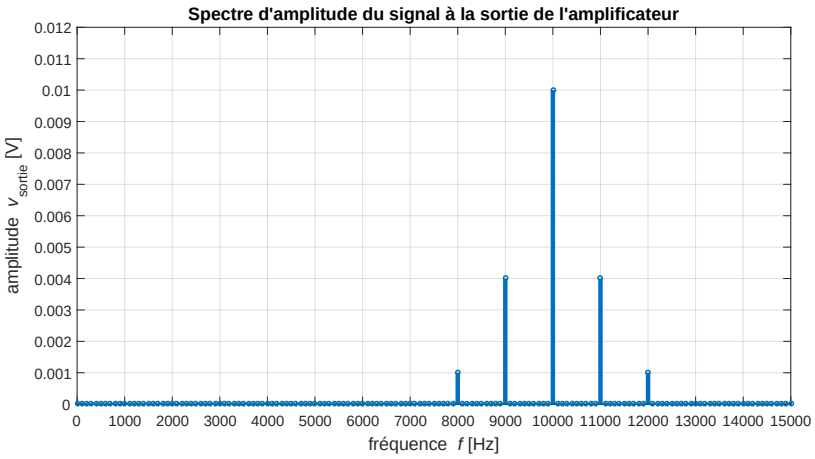
Un système de communications transmets des données avec un débit de 100 kbits/s avec modulation BPSK. En utilisant un démodulateur BPSK cohérent au récepteur, on observe en moyenne 100 erreurs par jour dans un canal gaussien de densité spectrale de puissance de bruit de $N_0 = 10^{-12}$ Watts par Hertz.

a) Déterminez le taux d'erreur moyen par bit (probabilité d'erreur moyenne par bit) ?

b) Si la puissance moyenne reçue est maintenant de 10^{-6} Watt, est-ce qu'elle sera suffisante pour maintenir une probabilité d'erreur plus petite ou égale à celle obtenue en a) ? Justifez votre réponse.

Question 3 : **(10 points)**

On applique à l'entrée d'un amplificateur non linéaire une tonalité de 10 kHz comme signal de test. On observe à la sortie de l'amplificateur le spectre d'amplitude ci-dessous.



Déterminez le taux de distorsion harmonique totale (THD) à la sortie de l'amplificateur, exprimé en pourcentage.

Question 4 : **(10 points)**

a) Faites le schéma-bloc d'un récepteur FSK cohérent. Indiquez clairement chaque composante du récepteur et expliquez sa fonction.

b) Faites maintenant le schéma-bloc d'un récepteur FSK non-cohérent en identifiant chaque composante et en expliquant sa fonction.

c) Quels sont les avantages et inconvénients de ces deux récepteurs FSK ?

Question 5 : **(20 points)**

Considérez une constellation de signaux 16-QAM pour laquelle les composantes en phase et en quadrature sont : $\pm 3 \pm j3$ [mV], $\pm 1 \pm j3$ [mV], $\pm 1 \pm j1$ [mV] et $\pm 3 \pm j1$ [mV].

a) Écrivez sous forme de tableau, les coordonnées (en volts) et l'énergie correspondante (en joules) de chaque symbole, en supposant une impédance $Z = 75\Omega$ et une durée de symbole $T_s = 10$ [ms].

b) Calculez l'énergie moyenne par symbole E_s [J] pour cette constellation de signaux.

Question 6 : **(20 points)**

Le signal $x(t)$ ci-dessous est échantillonné uniformément dans le temps.

$$x(t) = 4\sin\left(3 \times 10^5 \pi t\right) + 2\cos\left(4 \times 10^5 \pi t\right) - 0.5\cos\left(8 \times 10^5 \pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$$

a) Quel est l'intervalle de temps maximal entre les échantillons requis pour en permettre une parfaite reconstruction ?

b) De combien d'échantillons a-t-on besoin pour effectuer la reproduction de 2 heures de ce signal ?

c) Si on utilise un quantificateur uniforme de 24 bits, quelle est la quantité de mémoire requise, en octets (Bytes), pour emmagasiner ces 2 heures du signal ?