ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2017

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 : **(15 points)**

La séquence binaire suivante $\mathbf{b} = [b_k]_{k=1,\ldots}$ est appliquée à l'entrée d'un modulateur DPSK (Differential Phase Shift Keying), pour lequel le symbole initial codé différentiellement est $d_0 = 0$.

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

a) Donnez la séquence binaire différentiellement codée correspondante $\mathbf{d} = [d_k]_{k=1,\ldots}$.

b) Donnez la séquence de phases correspondante $\boldsymbol{\phi} = [\phi_k]_{k=1,\ldots}$.

c) Dessinez la forme d'onde DSPK résultante. Pour ce faire, supposez que la fréquence porteuse $f_c = \frac{1}{T_b}$ où T_b est la durée d'un bit.

Question 2 : **(15 points)**

Les bornes d'entrée de l'antenne d'un récepteur FM ont une impédance de 300 Ω.

a) Si la tension RMS mesurée à ces bornes $V_{rms} = 65$ microvolts, quelle est la puissance d'entrée du signal, P, (en Watts) ?

b) Quelle est la puissance correspondante P_{dBm} en dBm ?

c) Quelle serait la tension d'entrée RMS, si on mesurait la même puissance d'entrée mais pour une impédance d'entrée de 50 Ω ?

Question 3 : **(20 points)**

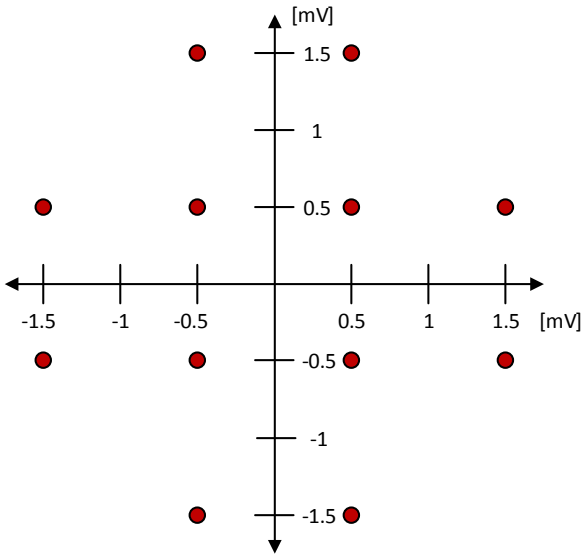
Un récepteur est constitué de 4 étages. Le premier étage du récepteur est un amplificateur à faible bruit de 30 dB de gain et une figure de bruit de 3 dB. Le second étage un amplificateur de 20 dB de gain et une figure de bruit de 12 dB. Le troisième étage est un circuit passif (*lossy network*) avec une perte de 6 dB (supposez une figure de bruit correspondante de 6 dB). Le quatrième étage est un amplificateur de 40 dB de gain avec figure de bruit de 15 dB.

a) Calculez la figure de bruit du récepteur.

b) Quelle serait la figure de bruit si on enlevait le second étage d'amplification ?

Question 4 : **(20 points)**

Considérez la constellation de signaux ci-dessous. Les composantes en phase et en quadrature des signaux sont : $\pm$ 0.5 [mV] et $\pm$ 1.5 [mV].



a) Écrivez sous forme de tableau, les coordonnées (en volts) et l'énergie correspondante (en joules) de chaque symbole, en supposant une impédance $Z = 50\Omega$ et une durée de symbole $T_s = 5$ [ms].

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

Question 5 : **(20 points)**

Une source génère une séquence binaire avec un débit $R_b = 300$ Mbits/s. La séquence est modulée en bande passante à une fréquence porteuse $f_c = 3.7$ GHz en modulation 256-QAM et filtrée avec un filtre à cosinus surélevé.

a) Est-il possible de transmettre ces symboles 256-QAM à la fréquence porteuse avec une largeur de bande $B_T = 48$ MHz ? Si oui, quelle est la valeur du facteur α (*roll-off factor*) ?

b) Quelle est la largeur de bande de transmission minimale en modulation 256-QAM si on peut faire varier le facteur α ?

Question 6 : **(10 points)**

a) Expliquez le principe de fonctionnement d'un discriminateur en modulation FM.

b) Décrivez l'effet de seuil dans les récepteurs FM.