

# L'3 – Communications Numériques – Devoir écrit

Documents *exclusivement* autorisés :

- Notes **manuscrites** (TD, cours), pas de photocopie,
  - Transparents
- Calculatrice autorisée

29 mars 2012

## 1 Compréhension

### Codes en ligne

Etant donné un code en ligne. La rapidité de modulation permet de quantifier l'occupation spectrale du code en ligne. Le débit symbole indique la bande passante minimale du canal physique.

1. Justifier et *compléter* ces deux affirmations.

Considérant un signal codé RZ, bivalent unipolaire de débit  $\frac{1}{T}$ .

2. Quelle est la fréquence de coupure minimale du canal indiquée par le critère de Nyquist ?

On limite toutefois le débit binaire de telle sorte que la fréquence de coupure soit supérieure à ce dernier.

3. Pour quelle raison ?

### Modulation

Un canal physique (câble) offre une bande passante comprise entre 100 KHz et 1 MHz. On envisage d'effectuer une transmission numérique par modulation sur ce canal physique.

4. Quelles seraient la rapidité de modulation maximale ? La fréquence de la porteuse ?

Une technique de multiplexage inverse est retenue.

5. Pour quelles raisons ?

### Codes correcteurs

6. Donner la matrice de contrôle du code de Hamming de taille (15,11).

7. Pourquoi ce code sera-t-il moins performant (il corrigera moins d'erreurs) que le code de Hamming de taille (7,4) ?

## 2 Exercice : code AMI

Le code AMI (*Alternate Mark Inversion*) est un code en ligne permettant de transmettre une séquence de symboles binaires  $\alpha_k$  en créant un signal  $x(t)$  qui vaut

- 0 pendant une durée  $T$  si le symbole à transmettre est  $\alpha_k = 0$ ,
- $\pm V$  (tension positive ou négative) pendant  $T$  si le symbole à transmettre est  $\alpha_k = 1$ , le signe du signal est alterné pour chacun des symboles  $\alpha_k = 1$  transmis.

1. Représenter le signal  $x(t)$  pour la séquence

0101000011001

2. Quelle est la rapidité de modulation du signal codé ? Le débit binaire ? Le débit brut ?

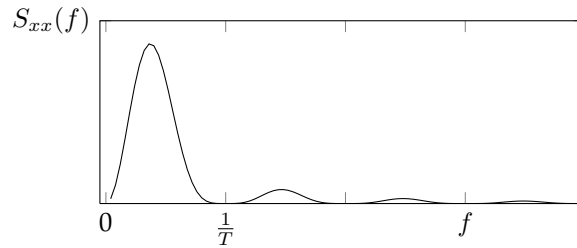


FIGURE 1 – Spectre du signal codé AMI

On écrit

$$x(t) = \sum_k a_k g(t - kT)$$

3. Représenter  $g(t)$ .
4. Quelles sont les valeurs prises par les symboles  $a_k$  ? Quelle est la valence du code ?
5. Sur un canal idéal non filtrant, en présence d'un bruit blanc additif, à puissance de signal égale, comment comparer la probabilité d'erreur obtenue avec un codage AMI et un codage NRZ binaire antipolaire ?

La figure 1 représente la DSP du signal codé AMI. En se basant sur l'étude de cette représentation :

6. Quel est l'avantage du code AMI sur le code NRZ ? Pour quel type de canal physique le code AMI est-il particulièrement adapté ?
7. Quel est l'avantage du code AMI sur le code Manchester ?

Représenter (dans le domaine temporel) le signal codé Manchester pour la même séquence binaire. En se basant sur l'étude de cette représentation temporelle :

8. Quel sera l'inconvénient du signal codé AMI sur le signal codé Manchester ?

La formule de Bennett permettant de calculer la DSP du signal codé AMI est

$$S_{xx}(f) = |G(f)|^2 \left( \frac{\sigma_a^2}{T} + \frac{m_a^2}{T^2} \sum_{p \in \mathbb{Z}} \delta\left(f - \frac{p}{T}\right) + \frac{2}{T} \sum_{n=1}^{+\infty} \Gamma_{aa}(n) \cos(2\pi n f T) \right)$$

9. Que vaut  $\sigma_a^2$  ?
10. Que vaut  $m_a$  ?
11. Comment cette formule peut-elle être simplifiée ?

### 3 Exercice : code de Hamming

On considère un code de Hamming (7,4) défini par la matrice de contrôle (à compléter)

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & . & . & 1 & 0 & 1 & 0 \\ . & . & . & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

1. Compléter la matrice de contrôle selon les règles du code de Hamming.
2. Quel est le pouvoir correcteur de ce code ? Quel en est le rendement ?
3. Quelle sera la matrice génératrice du code ?
4. Le récepteur récupère la séquence [0011000]. Décoder la séquence.
5. Pourrait-on créer un code 1-correcteur en bloc de taille (6,4) ? De taille (14,9) ?

FIN DE L'ENONCE