

L3 – Communications Numériques – Contrôle écrit

19 janvier 2012

Documents *exclusivement* autorisés :

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

1 Compréhension

Codes en ligne

On considère un canal physique filtrant dont la bande passante disponible est 50Hz–3400Hz.

1. Quel type de code en ligne peut-on utiliser ?

On veut s'assurer que la rapidité de modulation soit inférieure à la fréquence de coupure du canal.

2. Quel sera le débit brut de la transmission ? Le débit binaire ?
3. Pourquoi cherche-t-on à avoir $R \leq f_c$?

On considère la transmission de symboles a_k indépendants entre eux, d'espérance mathématique nulle.

4. Donner l'expression de la DSP du signal codé.
5. Un code en ligne dont les symboles transmis sont de moyenne nulle ne peut être auto-porteur de l'horloge à long terme. Expliquer.
6. Donner (et expliquer !) l'exemple d'un code porteur de l'horloge à court terme dont l'espérance mathématique des symboles transmis est nulle.

On considère un canal filtrant, sans bruit. L'estimation du symbole se fait en considérant le signal codé reçu à un instant précis de la période du symbole.

7. Comment est choisi cet instant ?
8. Quelle est la condition pour que cet instant existe ?

Modulation

9. Un signal modulé est dit quasi-sinusoïdal. Que cela signifie-t-il si l'on considère f_0 la fréquence de la porteuse et $1/T$ la rapidité de modulation.

On considère plusieurs modulations (de rapidité de modulation de 15000 bauds) opérées sur des bandes fréquentielles adjacentes d'un même canal physique.

10. Quel devra être (et en vertu de quel principe) la largeur minimale de chacune des sous-bandes ?

Dans ce même contexte, 28 sous-bandes sont utilisées sur une bande disponible totale de 500 kHz.

11. Que vaut α , le *roll-off factor* des filtres passe-bande alors utilisés ?

Codes correcteurs

12. Donner un exemple d'utilisation de la procédure FEC en dépit de la présence d'un canal retour.

On considère un code en bloc séparable, de taille (m, n) , 1-correcteur, basé sur le calcul d'un syndrome d'erreur.

13. Expliquer quel est le lien entre la taille de la séquence de contrôle ($k = n - m$) et la taille du mot codé, n .

Le code de Hamming étendu (8,4) consiste à ajouter un bit de parité au mot codé par le code de Hamming (7,4).

14. Quel est le rendement de ce nouveau code ?

15. Que se passe-t-il si deux erreurs sont présentes sur un mot codé ? Quel est l'intérêt de ce code ?

2 Exercice : canal bruité

Sur un canal en bande transposée, nous établissons que la probabilité d'erreur binaire pour une modulation QAM vaut

$$P_{eb} \approx \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{3P_m \log_2(\sqrt{M})}{N_0 D (M - 1)} \right)$$

P_m est la puissance d'émission du signal modulé.

1. Rappeler l'expression du débit en fonction de la rapidité de modulation et de la valence.

2. Quelle est la limitation à R ?

3. Que représente N_0 ?

On veut quantifier, à canal identique, l'augmentation de la puissance d'émission nécessaire à l'augmentation du débit.

4. Justifier qu'à canal identique, R et N_0 seront inchangés.

5. Ceci étant donné, quelle paramètre peut-on changer pour augmenter le débit ?

On note P_{m0} la puissance nécessaire à l'obtention d'une certaine probabilité d'erreur pour une valence $M = 4$ et un débit binaire D_0 .

6. Calculer la puissance P_{m1} (en fonction de P_{m0}) nécessaire à l'obtention de la même probabilité d'erreur pour $M = 16$. Que vaudra alors le débit D_1 en fonction de D_0 ?

7. Même question pour $M = 64$ et $M = 256$. Conclusion.

FIN DE L'ENONCE