

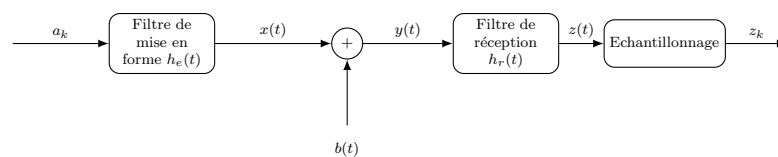
# Communications numériques

## Révisions

Université Paris 13, Institut Galilée, Ecole d'ingénieurs Sup Galilée  
Parcours Informatique et Réseaux Apprentissage - 2<sup>ème</sup> année

2018-2019

1. On considère une transmission en bande de base avec un alphabet à  $M=16$  éléments. Sachant que le débit binaire est fixé à  $D_b=8$  Mbits/sec, calculer (en secondes) la période symbole  $T$ .
2. Donner la définition et tracer la réponse impulsionnelle d'un filtre RZ. Calculer son énergie totale en fonction de la période symbole  $T$ .
3. On considère le signal binaire  $d_n = 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1$  transmis avec un débit binaire  $D_b = 1$  bit/sec. Tracer sur le graphique joint le signal physique en bande de base obtenu avec un filtre Manchester et un dictionnaire 2B1Q ( $00 \rightarrow -3, 01 \rightarrow -1, 11 \rightarrow 1, 10 \rightarrow 3$ )
4. Calculer la puissance émise moyenne lorsque l'on émet en bande de base avec un filtre NRZ et un dictionnaire 2B1Q.
5. Citer et expliquer les différentes étapes constituant le récepteur lors d'une transmission en bande de base.
6. On considère la chaîne de transmission en bande de base suivante. On pourra noter  $h = h_e * h_r$  et  $n = b * h_r$



On suppose que  $b(t)$  est un bruit blanc de densité spectrale de puissance  $\Gamma_b(f) = \frac{N_0}{2}$ .

- (a) Donner l'expression des symboles  $z_k$  à la sortie du récepteur en fonction des symboles émis  $a_k$ , de  $h(t)$  et de  $n(t)$
  - (b) Interpréter les différents termes de l'expression.
  - (c) Définir ce qu'est l'interférence entre symboles et expliquer comment on peut la supprimer. Expliquer ce qu'est un filtre de Nyquist et en donner deux exemples.
  - (d) Donner les conditions temporelles et fréquentielles pour qu'un filtre  $c(t)$  soit adapté à un filtre  $d(t)$ .
  - (e) Définir et expliquer les deux conditions que l'on doit imposer au filtre d'émission  $h_e(t)$  et au filtre de réception  $h_r(t)$  pour que le récepteur soit optimal. Donner un exemple de filtres  $h_e(t)$  et  $h_r(t)$  formant un récepteur optimal.
  - (f) On suppose que le récepteur est optimal, donner l'expression des symboles  $z_k$  à la sortie du récepteur en fonction des symboles émis  $a_k$ , de  $E_{h_e}$  et de  $n(t)$
  - (g) Calculer la puissance moyenne  $P_n$  de  $n(t)$  en fonction de  $N_0$  et  $E_{h_e}$ .
7. Quelle est la probabilité d'erreur par symbole en cas de transmission en bande de base sans bruit ? La probabilité d'erreur par bit ?
  8. On souhaite réaliser une chaîne de transmission en bande de base. On suppose que le récepteur est optimal et que les filtres d'émission et de réception sont en racine de cosinus surélevé. Le canal utilisé a une bande passante de 2 MHz. On voudrait transmettre avec un débit binaire de 4 Mbits/sec : quelle(s) taille(s) d'alphabet  $M$  et quels paramètres  $\beta$  peut-t-on choisir ?
  9. Qu'appelle-t-on la transmission en bande de base ? A quoi sert la modulation ?

10. On souhaite émettre dans la bande de fréquence 120 MHz - 140 MHz. Quelle porteuse doit-on utiliser ? Quelle sera la largeur du signal en bande modulée ?
11. Expliquer le principe d'une modulation PSK. Dessiner la constellation d'une modulation 8-PSK.
12. Calculer l'énergie moyenne par bit pour une modulation 4-QAM en fonction de  $T$  lorsqu'on utilise un filtre de mise en forme NRZ.
13. On considère une transmission modulée en présence de bruit blanc additif gaussien. La puissance émise du signal est  $P_e = -100$  dB, le débit binaire est  $D_b = 1$  Mbit/sec, et la densité spectrale du bruit  $\Gamma_b(f) = \frac{N_0}{2}$  avec  $N_0 = 10^{-17}$  W/Hz. On suppose que l'on utilise pour l'émission et la réception un filtre en racine de cosinus surélevé avec  $\beta = \frac{1}{2}$ .
- Calculer (en décibels) le rapport  $\frac{E_{bit}}{N_0}$ .
  - Si on veut un taux d'erreur binaire inférieur à  $10^{-2}$ , quelles sont les modulations possibles ? Laquelle choisirait-on pour minimiser la largeur de bande occupée ?
  - Si on veut que la largeur de bande occupée soit inférieure à 500 kHz, quelle est la modulation qui minimise le taux d'erreur binaire ? Calculer son efficacité spectrale  $\eta = \frac{D_b}{B}$ .
14. Compléter les phrases suivantes avec le terme *augmente* ou *diminue*
- A puissance émise et débit binaire constant, le taux d'erreur binaire ..... lorsque la valence augmente (pour une modulation donnée)
  - A largeur de bande occupée constante, le débit binaire ..... lorsque la valence augmente
  - Pour une modulation donnée, si l'on augmente la valence et que l'on ne veut pas dégrader le taux d'erreur binaire, il faut soit ..... la puissance émise, soit ..... le débit binaire
  - Si l'on veut diminuer la largeur de bande occupée, il faut soit ..... la valence, soit ..... le débit binaire.

