

INTRODUCTION AUX TELECOMMUNICATIONS

Première année Sciences du Numérique

2022 – 2023

TD1

Modulation bande de base - Efficacité spectrale d'une transmission

I. EXERCICE 1 : MODULATEURS BANDE DE BASE

On souhaite transmettre l'information binaire suivante : 0100101101. On va, pour cela, générer les signaux $x(t)$ donnés dans les figures 1 à 5. Pour chaque signal $x(t)$, proposez un mapping et la réponse impulsionnelle d'un filtre de mise en forme permettant de le générer. T_s représente la période symbole et on pourra noter T_b la durée bit ($R_b = \frac{1}{T_b}$ étant le débit binaire).

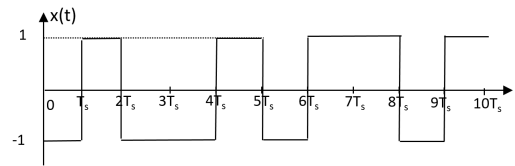


Fig. 1. Signal 1

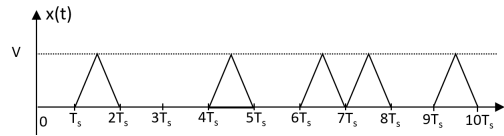


Fig. 2. Signal 2

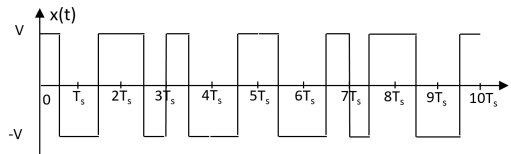


Fig. 3. Signal 3

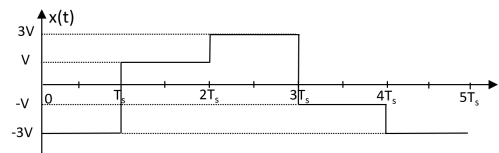


Fig. 4. Signal 4

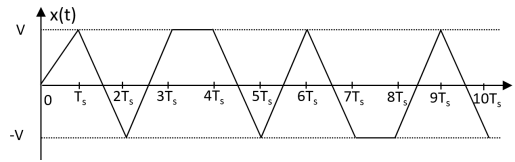


Fig. 5. Signal 5

II. EXERCICE 2 : ETUDE D'UN MODULATEUR BANDE DE BASE GÉNÉRANT UN SIGNAL BIPHASE

On veut générer un signal de type biphase dans lequel les bits à 1 seront codés par un front descendant, tandis que les bits à 0 seront codés par un front montant. La période symbole sera notée T_s .

- 1) Donner un mapping et une réponse impulsionnelle du filtre de mise en forme permettant de générer ce signal.
- 2) Tracer le signal biphase généré pour transmettre la suite de bits suivante : 0100100.
- 3) Déterminer la densité spectrale de puissance du signal biphase, en supposant que les symboles émis sont indépendants et équiprobables. Montrer qu'elle peut s'écrire de la manière suivante (en considérant des fronts montant et descendant entre $+1$ et -1) :

$$S_x(f) = T_s \frac{\sin^4\left(\pi f \frac{T_s}{2}\right)}{\left(\pi f \frac{T_s}{2}\right)^2}$$

- 4) Le signal généré est-il un signal modulé en "bande de base" ou bien "sur fréquence porteuse" ? Expliquez votre réponse.
- 5) Comparer, en termes d'efficacité spectrale, le signal biphase au signal NRZ bipolaire.

III. EXERCICE 3 : EFFICACITÉ SPECTRALE D'UNE MODULATION BANDE DE BASE

On considère les modulateurs bande de base suivants, T_s représentant la période symbole :

- Modulateur BdB 1 : Mapping binaire à moyenne nulle et filtrage de mise en forme permettant de générer un signal, $x(t)$, dont la densité spectrale de puissance, $S_x(f)$ est donnée par la DSP1 de la figure suivante.
 - Modulateur BdB 2 : Mapping 4-aire à moyenne nulle et filtrage de mise en forme permettant de générer un signal, $x(t)$, dont la densité spectrale de puissance, $S_x(f)$ est donnée par la DSP1 de la figure suivante.
 - Modulateur BdB 3 : Mapping 4-aire à moyenne nulle et filtrage de mise en forme permettant de générer un signal, $x(t)$, dont la densité spectrale de puissance, $S_x(f)$ est donnée par la DSP2 de la figure suivante.
 - Modulateur BdB 3 : Mapping binaire à moyenne nulle et filtrage de mise en forme permettant de générer un signal, $x(t)$, dont la densité spectrale de puissance, $S_x(f)$ est donnée par la DSP3 de la figure suivante.
- 1) Déterminer l'efficacité spectrale de la transmission pour chacun des modulateurs bande de base proposés.
 - 2) Identifier les éléments qui permettent d'améliorer l'efficacité spectrale de la transmission.

