

TPs de Télécommunications
Étude de chaines de transmission numérique en bande de base
TP 1
Modulation/démodulation sans canal

Première année - Département Sciences du numérique
2024-2025

1 Introduction

L'objectif général des TPs de télécommunication est de vous initier à l'implantation et l'étude d'une chaîne de transmission, afin que vous soyez capables (via l'étude de quelques cas) :

- D'en évaluer l'efficacité spectrale et l'efficacité en puissance.
- D'identifier les solutions possibles pour l'optimiser en termes d'efficacité spectrale et d'efficacité en puissance.
- De comparer des chaînes de transmission en termes d'efficacité spectrale et d'efficacité en puissance.

Ce premier TP va permettre :

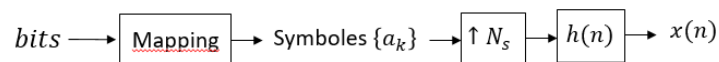
- La mise en place de modulateurs bande de base et leur comparaison en termes d'efficacité spectrale.
- La mise en place, l'étude et l'optimisation d'un bloc modulateur/démodulateur sans canal de propagation.

2 Étude de modulateurs bande de base - Efficacité spectrale de la transmission

2.1 Introduction

Cette première partie du travail est dédiée à l'étude des modulateurs bande de base et, en particulier, à l'identification des éléments ayant un impact sur l'efficacité spectrale obtenue pour la transmission.

Trois modulateurs bande de base seront comparés. La figure suivante rappelle leur structure commune.



N_s représente le facteur de suréchantillonnage : $T_s = N_s T_e$, si T_s représente la période symbole et $T_e = \frac{1}{F_e}$ la période d'échantillonnage.

2.2 Travail à réaliser

Le fichier Matlab *Modulateurs_BdB_a_completer.m* qui vous est donné devra être utilisé afin de construire trois signaux bande de base différents pour transmettre la même information binaire, en utilisant les modulateurs suivants :

- Modulateur 1 : symboles binaires à moyenne nulle, filtre de mise en forme de réponse impulsionnelle rectangulaire de hauteur 1 et de durée égale à la période symbole
- Modulateur 2 : symboles 4-aires à moyenne nulle, Filtre de mise en forme de réponse impulsionnelle rectangulaire de hauteur 1 et de durée égale à la période symbole.
- Modulateur 3 : symboles binaires à moyenne nulle, filtre de mise en forme de réponse impulsionnelle en racine de cosinus surélevé de roll off égal à 0.5.

Les filtres à synthétiser sont de type RIF (Réponse impulsionnelle finie) et vous pouvez utiliser la fonction *rcosdesign.m* de Matlab pour générer la réponse impulsionnelle du filtre en racine de cosinus surélevé.

Pour chaque modulateur défini précédemment :

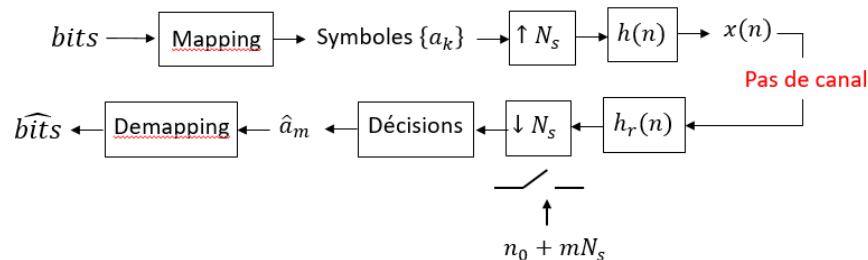
1. Tracez le signal généré avec une échelle temporelle en secondes.
2. Tracez la densité spectrale de puissance (DSP) du signal généré avec une échelle fréquentielle en Hertz.
3. Comparez l'estimation de la densité spectrale de puissance (DSP) du signal généré avec la forme théorique attendue.
4. Comparez les modulateurs implantés en termes d'efficacité spectrale.

3 Étude et optimisation d'un bloc modulateur/démodulateur sans canal

3.1 Introduction

Cette partie du travail va permettre de mettre en place un bloc modulateur/démodulateur bande de base pour obtention d'un taux d'erreur binaire nul sans canal de propagation.

La figure suivante rappelle la structure du démodulateur numérique associé à un modulateur bande de base.



3.2 Travail à réaliser

Le fichier Matlab *Mod_Demod_sans_canal_a_completer.m* qui vous est donné devra être utilisé pour construire la chaîne de transmission sans canal de propagation suivante :

1. Mapping binaire à moyenne nulle.
2. Filtre de mise en forme de réponse impulsionnelle rectangulaire, de durée égale à la période symbole T_s et de hauteur 1.
3. Filtre de réception de réponse impulsionnelle identique à celle du filtre de mise en forme.
4. Échantillonnage aux instants optimaux $n_0 + mN_s$, obtenus à partir du tracé de la réponse impulsionnelle globale de la chaîne de transmission et/ou du tracé du diagramme de l'oeil sans bruit en sortie du filtre de réception.
5. Détecteur à seuil pour retrouver les symboles émis.
6. Demapping adapté au mapping utilisé.

Une fois la chaîne de transmission implantée :

1. Vous vérifierez qu'en utilisant les instants optimaux d'échantillonnage le TES et le TEB obtenus sont bien nuls
2. Sans rien changer à votre chaîne de transmission, échantillonnez à $n_0 + mN_s$ en utilisant $n_0 = 3$ et $n_0 = 5$ et expliquez les résultats obtenus en termes de TES et TEB.