



Systèmes de communications sans fil (partie B)
TELECOM201b

Filtrage, CAN et CNA

Devoirs maison Conversion Analogique Numérique

ING – Filière TELECOM — Déc. 2024

Germain PHAM – Chadi Jabbour

Formation Initiale
Département Communications et Électronique
Télécom Paris

1 Introduction

Ce devoir maison (DM) a pour objectif de commencer à vous initier à la modélisation des systèmes de communications sur Matlab/Octave. Nous nous concentrerons pour ce premier DM sur la fonction conversion analogique numérique ainsi qu'à l'estimation du rapport signal en bruit en fréquentiel. **Les rendus attendus pour ce DM sont les scripts et fonctions MATLAB.** Il va sans dire que vos codes doivent être clairement commentés, les noms des variables auto-suffisantes et les figures clairement tracées (axes, épaisseur de ligne, taille de la police ...).

2 Conversion Analogique Numérique

Le scénario considéré dans ce DM est un convertisseur analogique numérique (CAN) avec une fréquence d'échantillonnage de 30.72 MSps avec un nombre de bits et une pleine échelle paramétrables. Le nombre de points pour la simulation sera fixé à 2^{16} . Toutes les simulations sont à faire avec des signaux d'entrée sinusoïdaux de fréquence d'environ 1 MHz. Nous vous laisserons le soin de bien définir la fréquence exacte d'entrée afin que le tracé de la FFT *brute* soit sans fuite spectrale.

Question 2.1 Proposer une fonction qui modélise un CAN¹.

Question 2.2 Proposer un script qui utilise la fonction précédente, qui permet de tracer le spectre de sortie d'un CAN 10 bits. N'oubliez pas d'appliquer un fenêtrage de type `blackman` avant le tracé du spectre. Le signal d'entrée est une sinusoïde dont l'amplitude ("crête") est égale à la moitié de la pleine échelle du CAN qu'on fixera à $PE = 2$; autrement dit, le signal d'entrée occupe exactement la plage de tension observable par le CAN.

Une fois votre script fonctionnel et validé², vous pourrez le modifier pour le rendre modulaire en remplaçant la section de *calcul* de spectre par une fonction appropriée.

Question 2.3 Proposer une fonction qui permet de déterminer le SNR avec une approche fréquentielle³. Le choix de la fréquence minimale et maximale de la bande d'intégration doivent être paramétrables.

On rappelle que le SNR d'un CAN, quand on considère uniquement le bruit de quantification, noté aussi $SQNR$ (Signal to quantization noise ratio), est donné par

$$SQNR_{dB} \approx 6.02nb + 1.76 + 20 \log_{10} \left(\frac{2 \cdot A_{in}}{PE} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{f_s}{2 \cdot Bw} \right), \quad (1)$$

avec nb le nombre de bits, A_{in} l'amplitude crête du signal sinusoïdal d'entrée, PE la pleine échelle, f_s la fréquence d'échantillonnage et Bw la bande d'intégration.

Question 2.4 Proposer un script qui permet de tracer le $SQNR$ à la sortie d'un CAN en fonction du nombre de bits en utilisant une sinusoïde d'amplitude A_{in} égale à $PE/2$. La bande utile est $[0 - 10 \text{ MHz}]$. Comparer la courbe obtenue par simulation temporelle à la courbe théorique de l'équation (1).

Question 2.5 Proposer un script qui permet de tracer le $SQNR$ à la sortie d'un CAN 10 bits en fonction de l'amplitude $A_{in} \in [0.01; PE/2 \times 1.5]$. La bande utile est $[0 - 10 \text{ MHz}]$. Comparer la courbe obtenue par simulation temporelle à la courbe théorique de l'équation (1).

1. Veuillez à générer le signal en dehors de cette fonction; ainsi la fonction prendra comme arguments d'entrée : le signal (sous forme d'un vecteur d'échantillons), le nombre de bits et la pleine échelle, et optionnellement un facteur de sous-échantillonnage

2. Il est recommandé d'avoir l'avis d'un professeur pour cette validation

3. Il sera très approprié de réutiliser la fonction de calcul de spectre précédemment implémentée