
BE n°2 : Conversion Sigma-Delta

Objectifs :

- Passage en revue des différentes étapes intervenants dans la conversion analogique-numérique Sigma-Delta
- Observation de l'impact du sur-échantillonnage
- Simulation et étude du modulateur Sigma-Delta
- Simulation et étude du filtre décimateur
- Étude de l'erreur de quantification pour différents signaux

Matériel à télécharger sur le serveur pédagogique :

- le script matlab `CANsurechantillonnage.m`
- les scripts matlab `mModulateurSigmaDelta.m` et `mConvertisseurSigmaDelta.m`
- les schémas simulink `ModulateurSigmaDelta.slx` et `ConvertisseurSigmaDelta.slx`
- les transparents du cours

Travail à rendre en fin de séance :

- un compte-rendu manuscrit du travail réalisé, comprenant vos observations et les réponses aux questions.

Celui-ci est à remettre à l'encadrant à la fin de la séance. Un compte-rendu par binôme est demandé.

1 - Sur-échantillonnage

1°) Lire puis lancer le script matlab `CANsurechantillonnage.m` permettant d'observer les signaux numériques obtenus par quantification uniforme sans et avec sur-échantillonnage. Comparer les densités spectrales de puissance de l'erreur de quantification obtenue dans chacun des cas. Est-ce en accord avec les éléments vus en cours ?

2°) Écouter et comparer les signaux numériques obtenus pour différents nombres de bit de quantification N_{bit} . Que faudrait-il ajouter pour effectivement réduire la puissance de l'erreur de quantification ?

2 - Modulateur $\Sigma\Delta$

3°) Ouvrir le schéma simulink `ModulateurSigmaDelta.slx` et repérer les différents éléments composant le modulateur $\Sigma\Delta$. Dans le block **Signal Generator**, choisir pour signal d'entrée une sinusoïde (**Wave Form : sine**) de fréquence `nu0` (configuration par

défaut à l'ouverture du fichier).

4°) Lire puis lancer le script matlab `mModulateurSigmaDelta.m` permettant de simuler le modulateur $\Sigma\Delta$. Expliquer la forme des signaux en entrée et en sortie du modulateur $\Sigma\Delta$ dans le domaine temporel. Observer ces signaux dans le domaine fréquentiel. Les spectres obtenus sont-ils en accord avec la description donnée en cours ?

5°) Dans le block **Signal Generator**, choisir pour signal d'entrée le signal en dent de scie (**Wave Form** : **sawtooth**) et observer le spectre du signal \tilde{y} en sortie du modulateur. Que manque-t-il ici pour pouvoir réellement distinguer le signal utile de l'erreur de quantification ?

3 - Convertisseur $\Sigma\Delta$

6°) Ouvrir le schéma simulink `ConvertisseurSigmaDelta.slx` et repérer les différents éléments composant le convertisseur $\Sigma\Delta$. Dans le block **Signal Generator**, choisir pour signal d'entrée une sinusoïde (**Wave Form** : **sine**) de fréquence `nu0` (configuration par défaut à l'ouverture du fichier).

Dans le script matlab `mConvertisseurSigmaDelta.m` permettant de lancer la simulation, la commande `gk = ones(1,L)/L`; permet de définir les échantillons de la réponse impulsionnelle g^* du filtre appliqué en sortie du modulateur.

7°) Quelle est la nature et la raison d'être de ce filtre ? Exprimer, en fonction de L , le nombre de valeurs observables en sortie de ce filtre. En déduire la relation entre L et N_{bit} et compléter le script matlab.

8°) Exprimez la réponse impulsionnelle g^* du filtre à l'aide de la fonction `rect` et d'un peigne de Diracs. En déduire sa réponse fréquentielle $G^*(\nu)$. Exprimer la fréquence de coupure de ce filtre en fonction de L . En déduire la relation entre R et L , puis entre R et N_{bit} et compléter le script matlab.

9°) Lancer le script matlab `mConvertisseurSigmaDelta.m` et observer le signal numérique obtenu en sortie du convertisseur $\Sigma\Delta$. Quelle différence observez-vous par rapport au convertisseur uniforme classique vu lors du BE1 ?

10°) Observer la densité spectrale de puissance S_{e^*} de l'erreur de quantification e^* . La densité spectrale de puissance obtenue correspond-elle au modèle adopté en cours ?