

# TP Traitements Numériques Avancés

Afin de vous mettre en situation professionnelle, les 3 séances de TP reprendront les parties abordées durant les CMs et TDm afin de les mettre en œuvre dans une démarche de conception.

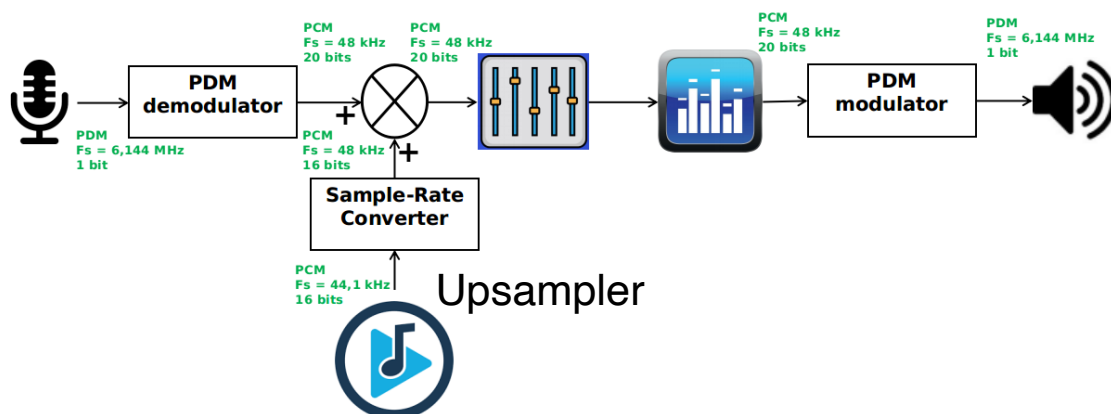
Le thème propose de concevoir un système « simple », où l'on attendra une modélisation sous Matlab d'une chaîne de traitements avec des contraintes industrielles. Afin de réaliser cette chaîne, vous devrez concevoir chaque bloc en apportant des solutions, comparant des alternatives précisant les contraintes et objectifs des différents blocs. Les résultats obtenus seront justifiés et performances seront prouvées. Une analyse critique permettra de déterminer la pertinence de la solution proposée.

Si plusieurs options sont envisageables, privilégier systématiquement celle qui sera la plus « simple » à implémenter. Tout ce que vous produirez au cours de ces séances demeurent de l'ordre du prototypage (simulation) en vue d'une future implémentation sur cible(s).

Les solutions codées seront à privilégier au profit de simples appels à des fonctions déjà implémentées.

Les comptes-rendus seront rédigés sous la forme d'une présentation (diaporama) dont chaque partie sera rendue après chaque séance sous Moodle.

Notre étude porte sur une chaîne de restitution sonore :



Elle est constituée :

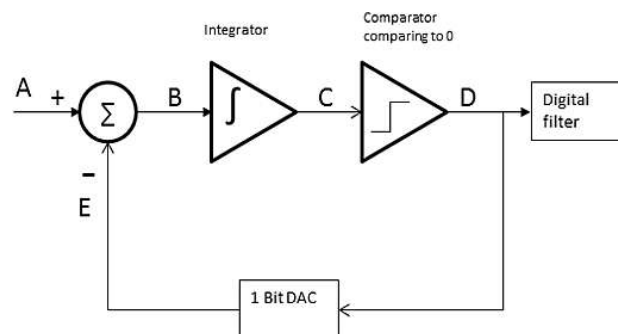
- d'un microphone PDM qui restitue le signal code en PDM 1bit à 6,144MHz,
- d'un player audio qui émet un signal audio provenant d'un CD (44.1 kHz - 16 bits),
- d'un égaliseur graphique 10 bandes en octaves,
- d'un vu-mètre 10 bandes en octave,
- d'un modulateur PDM à 6,144MHz.

**Préparation 1** : En analysant le schéma ci-dessus, caractériser les contraintes sur les différents signaux afin de préciser de manière quantitative le cahier des charges de chaque bloc.

**Préparation 2** : lire le document *Understanding PDM Digital Audio*

### **Séance 1: PDM demodulator - PDM modulator.**

#### **PDM modulator**



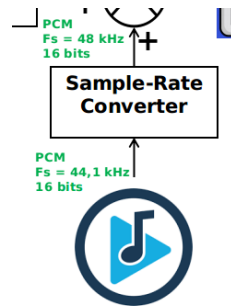
Le schéma ci-dessus présente un synoptique d'un modulateur PDM. Expliquez le fonctionnement d'un modulateur PDM.

#### **PDM demodulator**

Le signal source proposé *pdm\_in.mat* contient un signal audio. Il serait intéressant de l'observer dans les domaines temporel et fréquentiel. Pour vous convaincre définitivement de son caractère audio et si vous l'écoutez ?

Proposer des méthodes de démodulation du signal PDM afin d'obtenir le signal avec les caractéristiques décrites sur le synoptique principal (PCM - 48kHz - 20 bits). Préciser ce qu'impliquent ces caractéristiques. Proposez plusieurs alternatives prenant en compte la linéarité de la phase, les délais de propagation de groupe, etc.

## Séance 2: Sample-Rate Converter (SRC)



Afin de maximiser la qualité tout en minimisant la puissance de calcul, nous souhaitons concevoir un SRC qui permet de passer d'une fréquence d'échantillonnage de 44100Hz à 48000Hz. La mise en œuvre se fera en 3 jalons :

1. Une version naïve de validation (application directe du cours) qui va vous permettre d'identifier rapidement les points délicats sur lesquels vous allez vous appesantir durant les 2 prochaines étapes,
2. Une première version améliorée sur laquelle vous allez tenter de réduire les résultats de simulation peu réalistes, les difficultés observées ou attendues lors d'une future implémentation sur cible,
3. Une version optimale où l'implémentation sera facilement implémentable sur cible.

Vous pouvez utiliser une fraction du fichier *playback\_44100.mat* comme source ou tout autre source de votre choix (des séquences sont disponibles sous le Moodle de TNS1).

Vous expliquerez vos choix de conception, les performances obtenues et démontrerez les performances obtenues.

## Séance 3 : Banc de filtres

Pour réaliser l'égaliseur et le vu-mètre, nous allons utiliser une séparation en sous-bandes suivi d'une reconstruction. Si vos résultats aux 2 premières séances ne vous permettent pas d'obtenir une séquence source satisfaisante, vous pourrez utiliser le contenu de *pcm\_48k.mat*.

Dans cet objectif, concevoir 2 bancs de filtres, un en utilisant des méthodes temporelles et l'autre des méthodes fréquentielles. Comparer.

Vous expliquerez vos choix et quantifierez la qualité de la reconstruction. Vous démontrerez le fonctionnement attendu de votre égaliseur et du vu-mètre à l'aide d'images et de sons.