

HETER-TP4: Modélisation d'un convertisseur analogique-numérique de type Sigma-Delta temps continu

Michel Vasilevski et Hassan Aboushady
 HETER: Modélisation de Systèmes Hétérogènes
 Master SESI, Université Pierre & Marie Curie, Paris VI
<http://www-asim.lip6.fr/~hassan/heter.php>

Abstract—Dans ce TP, nous allons modéliser un convertisseur analogique-numérique de type Sigma-Delta Temps-Continu du second ordre.

Ce TP fait l'objet d'un compte-rendu (2 colonnes) qui devra être chargé sous la forme d'un seul fichier au format pdf et au plus tard le mardi 20 octobre 2009. Le compte-rendu doit comprendre des explications pour chacune des réponses. Les figures doivent être mises dans un contexte, expliquées, commentées et avoir une légende.

I. INTRODUCTION

Un modulateur $\Sigma\Delta$ temps-continu et son filtre de décimation sont illustrés dans la fig.1.

Caracteristiques du modulateur :

- ordre : 2.
- nombre de bits du quantificateur : 1.
- rapport de sur-échantillonnage : $OSR = 32$.

Caracteristiques du décimateur :

- type : filtre en peigne.
- ordre : 3.
- rapport de sous-échantillonnage : 32.
- nombre de bits de sortie : 8.

II. MODÉLISATION

En utilisant le modèle illustré de la Fig.2, et les fichiers donnés dans le répertoire `~trncomun/heter/2009-2010/TP4/fichiers` :

- Créez un modèle SystemC-AMS du modulateur $\Sigma\Delta$ et de son filtre de décimation.

Les fichiers à modifier sont : `integrator.h`, `adc.h`, `dac.h`, `sigma-delta.h`.

III. SIMULATION

- Appliquez une entrée sinusoidale avec une amplitude de 0.56 à l'entrée du modulateur $\Sigma\Delta$.
- Visualisez, grâce au fichier de script matlab 'Trace.m', la réponse temporelle et fréquentielle des signaux suivants :
 1. le signal d'entrée.
 2. le signal de sortie du modulateur $\Sigma\Delta$.
 3. le signal de sortie du filtre de décimation.

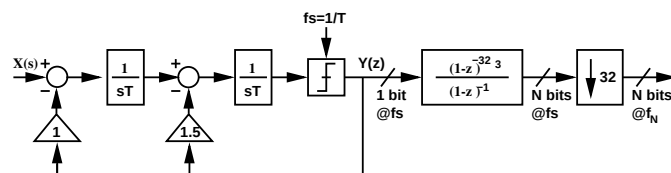


Fig. 1. Modulateur $\Sigma\Delta$ temps discret d'ordre 2 et son filtre de décimation d'ordre 3.

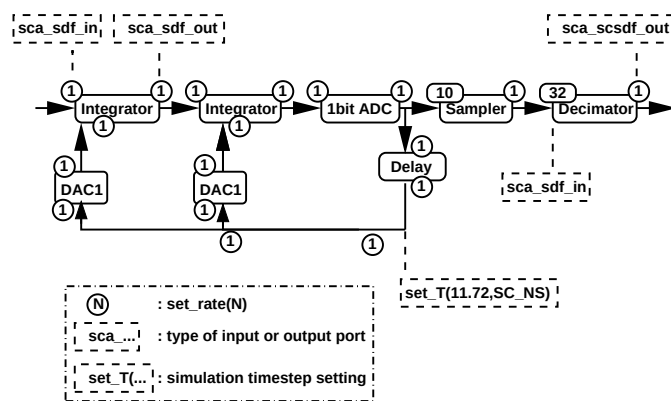


Fig. 2. Modèle SystemC-AMS du Modulateur $\Sigma\Delta$ et du filtre de décimation avec les détails du temps de simulation et des débits d'entrée/sortie de chaque bloc.

- Notez le rapport signal sur bruit (SNR) à la sortie du modulateur et du filtre de décimation, il vous est fourni par le script matlab 'Trace.m' apres avoir affiché les courbes.
- Réalisez une boucle pour faire varier l'amplitude du signal d'entrée, mesurez le rapport signal sur bruit pour chaque amplitude. Vous devrez modifier le fichier `main.cpp`.
- Tracez le rapport signal sur bruit en fonction du signal d'entrée à la sortie du modulateur et à la sortie du décimateur. Est-ce que les 2 courbes sont différentes ? Pourquoi ?. Vous utiliserez le script matlab 'Trace_snr.m'
- Estimez, en nombre de bits, la résolution de ce convertisseur analogique-numérique.

IV. EFFET DES IMPERFECTIONS

- La fréquence de gain unitaire de l'intégrateur est égale à, $\omega_T = f_s = \frac{1}{T}$. Nous désirons remplacer le modèle de l'intégrateur idéale par une fonction de transfert du 1er ordre avec un gain DC, $A_0 = 30$. Il faut donc remplacer

le pole qui était initialisé à 0, par un pole qui permette d'atteindre $w_T = f_s$ avec le gain DC, A_0 , désiré.

Tracez la réponse en fréquence de la fonction de transfert idéale et celle de la fonction de transfert avec un pole.

Vous avez à votre disposition le script matlab 'Trace.AC.m' qui vous permettra de tester la réponse en fréquence de votre fonction de transfert. Il faut y ajouter le calcul de la valeur du pole.

- Dans le modèle de l'intégrateur, remplacez le modèle idéal par une fonction de transfert du 1er ordre avec un gain DC, $A_0 = 30$ en implémentant la relation entre le pole et le couple A_0, w_t .

On devra, pour cela, définir une nouvelle fonction dans le module integrator dont le prototype est : "void set_DC_gain(double A0)".

Cette fonction modifiera la variable $P(0)$ en utilisant A_0 et f_s .

- Tracez le rapport signal sur bruit en fonction du signal d'entrée, à la sortie du modulateur et à la sortie du démodulateur. Quelle est la dégradation dans le SNR ? Quelle est la résolution en nombre de bits du convertisseurs dans ces conditions.
- Estimez par simulation la valeur minimale du gain DC des intégrateurs, A_0 , afin de ne pas dégrader la résolution du convertisseur $\Sigma\Delta$.

A MATLAB

Utilisez une des versions de MATLAB disponibles :

```
/users/soft/matlab/  
jan03.v6.5r13/bin/matlab -nodesktop  
july04.v7.0_r14/bin/matlab -nodesktop  
oct05.v7.1_r14_sp3/bin/matlab -nodesktop  
mars07.v2007b/bin/matlab -nodesktop  
mars09.R2009a/bin/matlab -nodesktop
```

B COMPTE-RENDU

Pour la rédaction du compte-rendu, il est recommandé d'utiliser les fichiers latex disponibles dans le répertoire suivant :

~trncomun/heter/2009-2010/TP4/enonce/