

TP1: Conception d'un modulateur Sigma-Delta Temps Continu

Hassan Aboushady

CIMAN: Circuits Intégrés Mixtes Analogique Numérique

Master ACSI, Université Paris VI, Pierre & Marie Curie

Email: Hassan.Aboushady@lip6.fr

Abstract—Dans ce TP, nous allons réaliser un modulateur Sigma-Delta Temps-Continu du second ordre. Les intégrateurs temps-continu sont de type G_m/C mode courant. Nous allons utiliser une technologie CMOS 0.25 μm . La simulation au niveau système sera réalisée à l'aide de MATLAB-SIMULINK. La simulation au niveau transistor sera réalisée à l'aide de ELDO. Le dimensionnement des transistors sera réalisé à l'aide de l'outil OCEANE.

Ce TP fait l'objet d'un compte-rendu (2 colonnes) qui devra être envoyé par email sous la forme d'un seul fichier au format pdf et au plus tard le 17 décembre 2008. 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. NIVEAU SYSTÈME

Des modulateurs $\Sigma\Delta$ d'ordre 2 temps-discret et temps-continu sont illustrés dans fig.1 et fig.2 respectivement. Pour simuler ces modulateurs, nous allons utiliser MATLAB-SIMULINK (voir Annexe A).

Le fichier MATLAB "Trace.m" permet de simuler les modèles SIMULINK "dscr2.mdl" et "cont2.mdl".

- (a) Calculer les coefficients a_1 et a_2 du modulateur temps-continu en fonction des coefficients b_1 et b_2 du modulateur temps-discret.
- (b) Si $b_1 = b_2 = 1$, trouvez les coefficients a_1 et a_2 .

Mettez ces valeurs, dans les modèles simulink et utiliser le fichier "Trace.m" pour :

- (c) tracez la densité spectrale de puissance (DSP) de la sortie du modulateur pour une amplitude de 0.5.
- (d) tracez en utilisant la commande "hist", un histogramme de x_1 et x_2 , les signaux à la sortie du 1er et 2ème intégrateur du modulateur temps-continu. Proposez une technique pour limiter l'excursion à la sortie des intégrateurs à ± 1 .
- (e) tracez le rapport signal sur bruit (SNR) en fonction de l'amplitude du signal d'entrée.
- (f) comparez les DSP et les SNR des modulateurs temps-discret et temps-continu.

II. NIVEAU CIRCUIT

Nous voulons réaliser un modulateur $\Sigma\Delta$ temps-continu du 2eme ordre, ayant les spécifications suivantes :

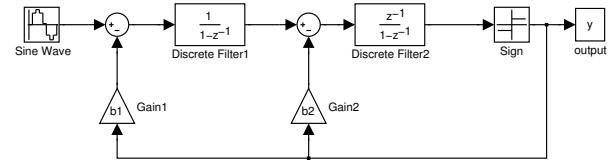


Fig. 1. Modulateur $\Sigma\Delta$ Temps Discret d'ordre 2.

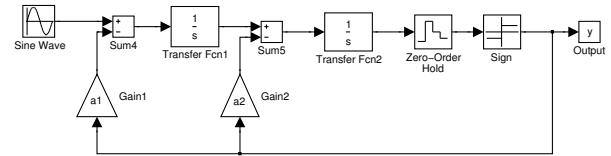


Fig. 2. Modulateur $\Sigma\Delta$ Temps Continu d'ordre 2.

- résolution = 10 bits
- bande passante = 500 kHz

A. Conception

- (a) Quel doit-être le rapport de suréchantillonnage minimum du modulateur ?

Nous allons utiliser l'intégrateur mode courant illustré dans la fig.4. En négligeant l'effet des transistors cascodes sur le bruit thermique de l'intégrateur,

- (b) Quels doivent-être la capacité d'intégration et le courant de polarisation afin d'obtenir un rapport signal sur bruit thermique de 66 dB ($4kT = 1.66 \times 10^{-20} VC$). Dans ce circuit, $V_{DD} = 1.8V$, et les noeuds d'entrée et de sortie sont polarisés à $\frac{V_{DD}}{2}$.
- (c) Compléter le tableau B. afin d'obtenir la polarisation de tous les transistors de l'intégrateur.
- (d) En utilisant l'outil OCEANE (voir Annexe B), dimensionnez tous les transistors de la fig.4.

B. Simulation

- (a) Avec les dimensions calculées dans la sous-section précédente compléter le fichier "gmc.spi".
- (b) A l'aide du fichier "simulation_ac_gmc.cir" et utilisant l'outil ELDO (voir Annexe C), faites une analyse AC pour mesurer la fréquence de transition de l'intégrateur ainsi que le gain DC.
- (c) Faites une analyse de bruit avec le fichier "simula-

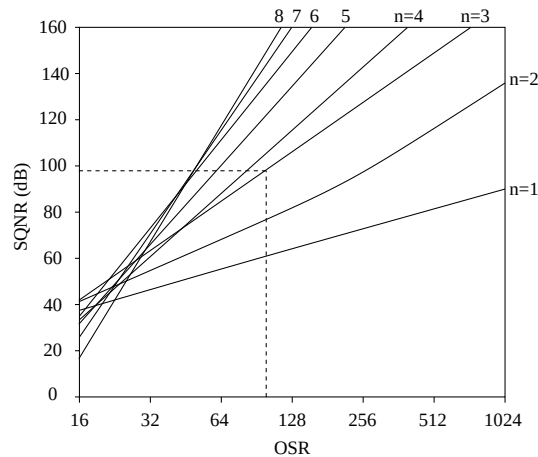


Fig. 3. Le SNR maximum en fonction de l'OSR et de l'ordre n du modulateur.

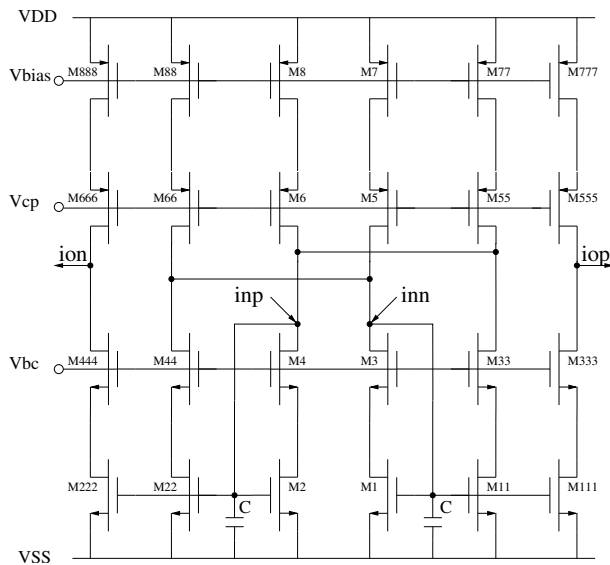


Fig. 4. Intégrateur G_m/C basé sur des miroirs de courants cascodes.

tion.bruit_gmc.cir" pour calculer le rapport signal sur bruit thermique et $1/f$.

- (d) le fichier "simulation_real_int.cir" permet de simuler le modulateur complet avec une description au niveau transistor pour les intégrateurs et des modèles idéaux pour le comparateur et les DACs.

Compléter ce fichier et comparer les résultats de simulation avec ceux d'un modulateur idéal.

A MATLAB-SIMULINK

Copiez le repertoire suivant dans votre compte :

```
~trncomun/ciman/sd_2007_2008/matlab
```

Utilisez une des 3 versions de MATLAB disponibles :

VERSION 5.3:

```
>ssh rachmaninov
>/users/soft/matlab/v5.3r11/bin/matlab
```

VERSION 6.5:

```
>/users/soft/matlab/jan03.v6.5r13/bin/matlab
-nodesktop
```

VERSION 7.1:

```
>/users/soft/matlab/oct05.v7.1_r14_sp3/bin/matlab
-nodesktop
```

B OCEANE

Copier dans votre compte le répertoire suivant :

```
~trncomun/ciman/sd_2007_2008/oceane/
```

Pour lancer OCEANE :

```
>tcsh
>setenv OCEANE_HOME /users/outil/oceane/
>/users/outil/oceane/bin/oceane
```

Pour le dimensionnement des transistors :

COMDIAC -> COMPOSANTS -> TRANSISTOR MOS

C ELDO

Copier dans votre compte le répertoire suivant :

```
~trncomun/ciman/sd_2007_2008/eldo/
```

Pour lancer ELDO

```
>source /users/soft/mentor/AIDE.mentor2008.bash
ou
>source /users/soft/mentor/AIDE.mentor2008.csh
>eldo fichier.cir
```

La documentation :

/users/soft/mentor/ams2008.1/i686/docs/pdfdocs/eldo_ur.pdf

D COMPTE-RENDU

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

```
~trncomun/ciman/sd_2008_2009/enonce/
```

TABLE I

Polarisation des transistors de l'intégrateur mode courant

	V_{GS}	V_{EG}	V_{DS}	V_{BS}	L	W
M1	?	–	0.5 V	?	$6.0\mu m$	?
M3	?	0.15 V	?	?	$1.0\mu m$	?
M5	?	-0.20 V	?	?	$1.0\mu m$	?
M7	-0.9 V	–	-0.4 V	?	$3.0\mu m$	?