



# Électronique des Systèmes d'Acquisition

Bases de connaissances indispensables  
Traitement et Propagation des Signaux Physiques  
AST 2A - Année Scolaire 2012-2013(T1)

## Contrôle de Connaissances

*Durée 1h30 - Documents et calculatrice autorisés*

### Table des matières

<b>Exercice</b>	<b>Filtre analogique temps continu</b>	<b>2</b>
<b>Exercice</b>	<b>Conversion analogique numérique</b>	<b>2</b>

Tous les exercices sont indépendants.

## Exercice 1 - Filtre analogique temps continu

Un signal à bande étroite, centré sur la fréquence  $f_o$  représente le signal utile. Deux raies aux fréquences  $f_1$  et  $f_2$  d'amplitudes respectives  $A_1$  et  $A_2$  représentent des signaux perturbateurs. On désire affaiblir ces signaux perturbateurs à l'aide d'un filtre analogique temps continu comme indiqué à la figure 1 en laissant le signal utile pratiquement inchangé.

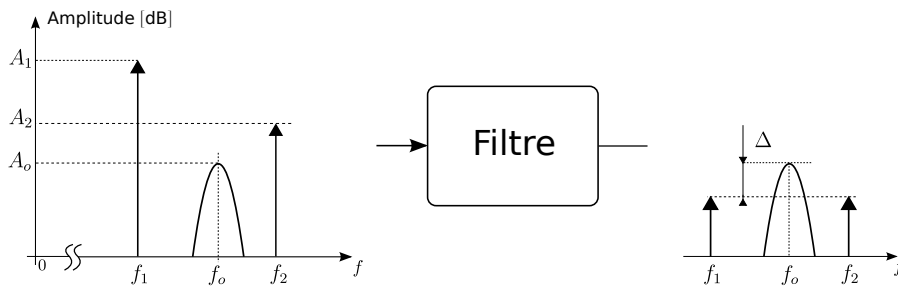


Figure 1 – Filtre analogique temps continu

**Question 1.1** Quelle type de filtre<sup>1</sup> peut on utiliser pour réaliser cette opération ?

Pour obtenir la fonction de transfert de ce filtre, on utilise une transformation de fréquence sur le prototype suivant :

$$T_p(S) = \frac{1}{1 + S}$$

**Question 1.2** Donner l'affaiblissement en dB correspondant à ce prototype en fonction de la pulsation normalisée  $\Omega$  ( $S = j\Omega$ ).

On utilise la transformation de fréquence suivante sur le prototype  $T_p$  :

$$S = Q_o \left[ \frac{p}{\omega_o} + \frac{\omega_o}{p} \right]$$

où  $Q_o$  est le coefficient de qualité du filtre et  $\omega_o = 2\pi f_o$  est la pulsation centrale.

**Question 1.3** Exprimer la pulsation normalisée  $\Omega$  du prototype en fonction de la fréquence  $f$  du filtre transformé, de sa fréquence centrale  $f_o$  et du coefficient de qualité  $Q_o$ .

On donne :  $A_1 - A_o = 25 \text{ dB}$ ,  $A_2 - A_o = 5 \text{ dB}$ ,  $\Delta = 10 \text{ dB}$ ,  $f_o = 1 \text{ kHz}$ ,  $f_1 = 50 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 2 \text{ kHz}$ . Les contraintes de réalisation du filtre imposent  $Q_o = 5$  ou  $Q_o = 10$ .

**Question 1.4** Déterminer l'affaiblissement du filtre aux fréquences  $f_1$  et  $f_2$  et en déduire le coefficient de qualité minimum à retenir.

**Question 1.5** Déterminer la bande passante  $B$  à 3 dB du filtre<sup>2</sup> ( $\log_{10} 2 \approx 0,3$ ).

## Exercice 2 - Conversion analogique numérique

On considère un signal analogique issu d'un récepteur radiofréquence dont la fréquence maximale est limitée à 20 MHz. On veut le numériser pour pouvoir, par la suite, le décoder. Ce signal est échantillonné avec une fréquence  $F_e = 40 \text{ MHz}$ . Il varie entre une valeur maximale de 0 dB (niveau de référence choisi) et une valeur minimale de -60 dB. A la sortie de l'ADC<sup>3</sup>, pour avoir une qualité suffisante du signal, le rapport signal sur bruit doit être au moins de 30 dB.

L'étage d'entrée de l'ADC est illustré dans la figure 2.

- 
1. Parmi les filtres standards obtenu par transformation de fréquence sur un prototype
  2. On rappelle que, du fait de la transformation de fréquence, le filtre est à symétrie géométrique
  3. ADC : Analog to Digital Converter

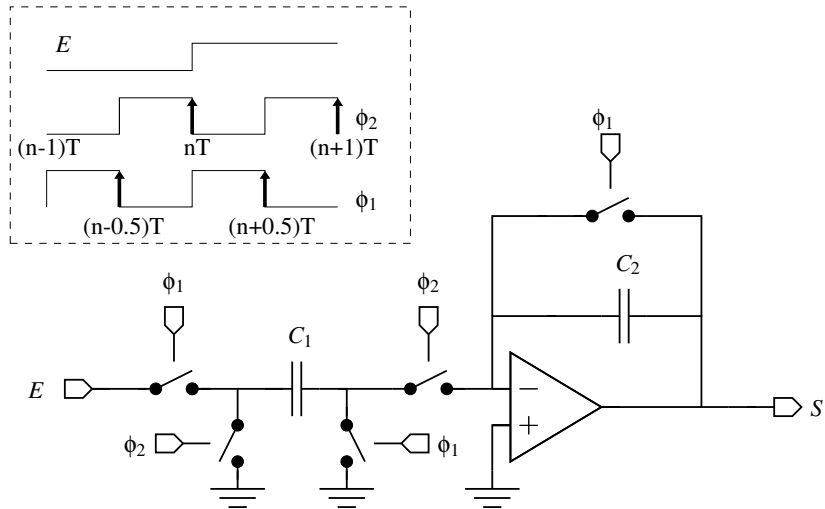


Figure 2 – Etage d'entrée de l'ADC

La question 2.1 est indépendante du reste de l'exercice

**Question 2.1** Déterminer la fonction de transfert en  $z$  de cet étage (instants  $nT$ ). Quelle est la fonction réalisée si  $C_1 = C_2$  ?

**Question 2.2** Quel est le nombre de bit minimal de ce convertisseur si l'on veut garantir la valeur du rapport signal sur bruit minimal ? Justifier votre réponse.

**Question 2.3** On ne dispose que d'un ADC qui donne 13 bits effectifs. En supposant que l'on puisse augmenter la fréquence d'échantillonnage de l'ADC, quelle doit être sa valeur minimale pour atteindre la performance visée ? Justifier votre réponse.

**Question 2.4** A partir de la figure 3 qui présente l'état de l'art actuel des ADC (la bande passante du signal d'entrée, BW en fonction du rapport signal sur bruit, noté SNDR), pouvez-vous indiquer si une ou plusieurs des architectures proposées présentent les performances souhaitées ? Justifier cette réponse. Si la réponse est non, indiquer quelles architectures seraient candidates et quelles performances seraient à améliorer. Justifier votre réponse.

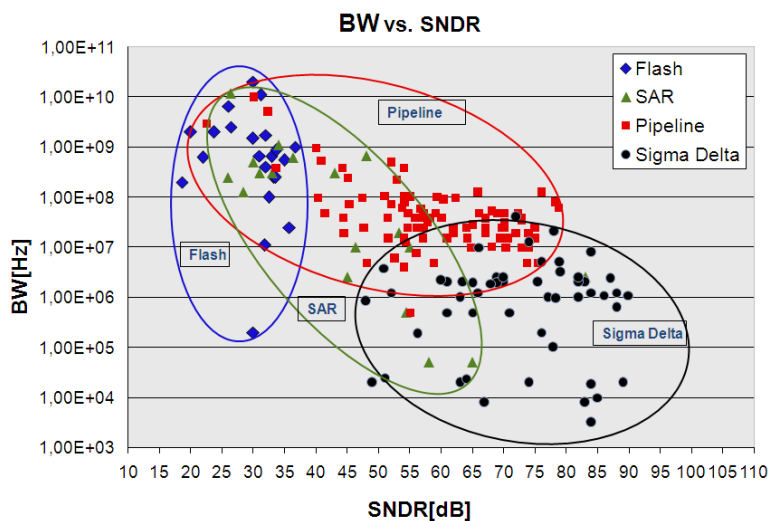


Figure 3 – Etat de l'art actuel des ADC