

TP n°5 CAN et CNA

PSI 2022/2023

Compétences expérimentales

- Utiliser un convertisseur analogique-numérique.
- Mettre en oeuvre un convertisseur numérique-analogique.
- Utiliser des amplificateurs linéaires intégrés.
- Réaliser un filtrage numérique passe-bas d'une acquisition, et mettre en évidence la limitation introduite par l'échantillonnage.

Matériel

- GBF
- Interface d'acquisition SYSAM-SP5
- 1 ALI TL081
- Alimentation +15 / -15 V
- Résistances : 33 k Ω ; 56 k Ω ; 100 k Ω ; 200 k Ω ;

On rappelle ci-dessous la chaîne de numérisation d'un signal "analogique" :

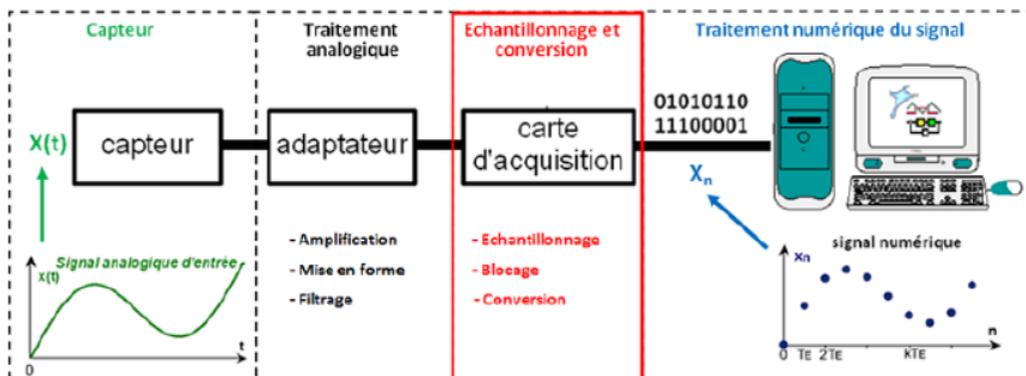


FIGURE 1 – Chaîne de numérisation et de traitement d'un signal analogique

A Convertisseurs analogiques-numériques

A.1 Introduction aux CAN

La **quantification** est la transformation du signal échantillonné (voir TP précédent) en nombres binaires, pouvant ensuite être traités par ordinateur. Un CAN (convertisseur analogique-numérique) transforme donc un signal analogique u_e en un nombre N codé en binaire sur n bits.

$$N = 2^0 a_0 + 2^1 a_1 + 2^2 a_2 + \dots 2^n a_n$$

Caractéristique de transfert

La **caractéristique de transfert** du CAN est la représentation de N en fonction de u_e . Elle est donc constituée de 2^n paliers (comme le représente la figure 2).

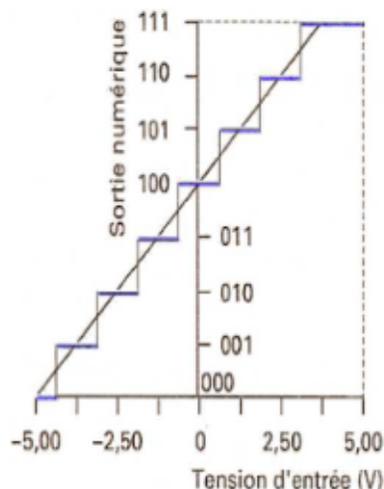


FIGURE 2 – Caractéristique de transfert d'un CAN trois bit dont la plage de variation maximale vaut 10V

Vocabulaire

- On appelle **LSB**, le bit de plus faible poids (Least Significant Bit).
- La **résolution** q d'un CAN (ou quantum) est la valeur de la variation de tension d'entrée provoquant le changement d'un LSB sur la sortie N . C'est donc la largeur d'un palier de la caractéristique de transfert.
- La **plage de variation maximale** U_{FS} de la tension d'entrée s'appelle "pleine échelle".

Ainsi $q = \frac{U_{FS}}{2^n}$. Plus la résolution est petite, plus la conversion est précise.

A.2 Questions

- 1 — Combien de valeurs peut-on coder sur 4 bit ?
- 2 — Si la plage de variation maximale d'un CAN vaut 20V et que la quantification se fait sur 4 bit, que vaut la résolution du CAN ?
- 3 — **EXP** Proposer et mettre en oeuvre un protocole permettant de déterminer la résolution de la carte d'acquisition SYSAM et en déduire le nombre de bit utilisés par la carte pour la numérisation du signal.

B Convertisseurs numériques-analogiques

La carte d'acquisition SYSAM permet aussi de générer des signaux analogiques (tensions) proportionnelles à une valeur numérique codée en binaire. On parle alors de convertisseur numérique-analogique (CNA). Nous allons en présenter deux types.

B.1 CNA à résistances pondérés

Le montage de principe est le suivant :

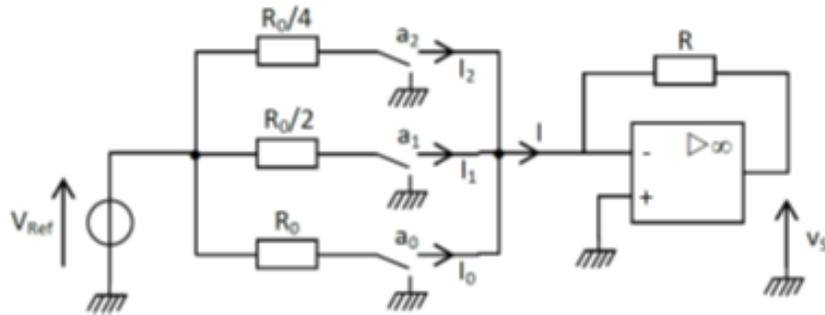


FIGURE 3 – CNA à résistances pondérées.

Pour chaque interrupteur, on aura :

$$\begin{cases} \text{interrupteur ouvert} & \Leftrightarrow a_i = 0, \\ \text{interrupteur fermé} & \Leftrightarrow a_i = 1 \end{cases}$$

Le nombre à convertir est :

$$N = 2^0 a_0 + 2^1 a_1 + 2^2 a_2$$

Les interrupteurs seront réalisés "manuellement" : selon la valeur de N souhaitée, les résistances R_0 , $R_0/2$ et $R_0/4$ seront connectées (ou pas) avec l'entrée inverseuse de l'ALI.

On fixe : $V_{Ref} = 15 \text{ V}$.

B.2 Etude théorique et détermination des résistances

- 1 — Déterminer les courants I_i en fonction de V_{Ref} , R_0 et a_i .
- 2 — Calculer la valeur à donner à la résistance R_0 pour que la valeur maximale du courant I soit de l'ordre de $I_{Max} = 0,25 \text{ mA}$.
- 3 — Déterminer la tension v_s en fonction de N , R , R_0 et V_{Ref} .
- 4 — A quoi sert le montage à amplificateur opérationnel ?

□ 5 — Calculer la valeur à donner à R pour avoir une valeur absolue de tension maximale de v_S égale à environ $8V$.

□ 6 — Question bonus : comment compléter le montage pour que la tension de sortie v_S soit positive et proportionnelle à N ?

B.3 Réalisation pratique du convertisseur

□ 7 — **EXP** Réaliser le montage.

□ 8 — **EXP** La caractéristique de transfert d'un CNA est la courbe de v_S en fonction de N . La tracer expérimentalement.

□ 9 — **EXP** Que valent la tension pleine échelle et la résolution analogique de ce montage ?