

Conversion d'une information



Baccalauréat STI2D-SIN

- SIN 2.1 : Conversion d'une information (CAN et CNA)

Objectif

A la fin de la séquence, l'élève doit être capable de :

- d'expliquer pourquoi la conversion est nécessaire
- de définir ce qu'est la conversion de données numérique/analogique
- de trouver la valeur numérique issue d'un CAN
- de trouver la valeur analogique issue d'un CNA

Prérequis

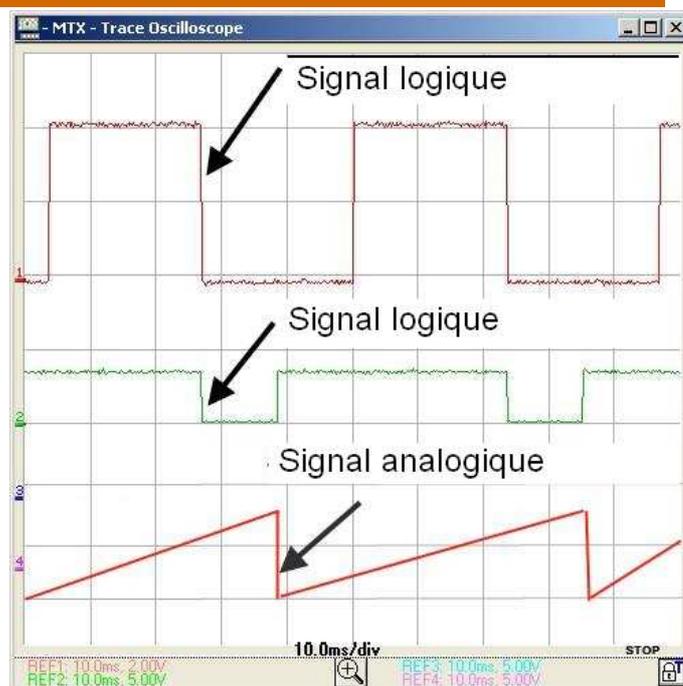
- [Caractérisation de l'information analogique et numérique](#)
- [Codage de l'information](#)

Expression du besoin

Un signal électrique est le plus souvent porteur d'une information (même la tension délivrée par le fournisseur d'énergie électrique comporte un grand nombre d'informations).

Les signaux électriques peuvent être :

- **analogiques** : il existe une infinité de valeurs différentes
- **logique** : seuls deux niveaux de tension ou de courant (états logiques) existent. L'association de plusieurs états logiques constitue une **information numérique**



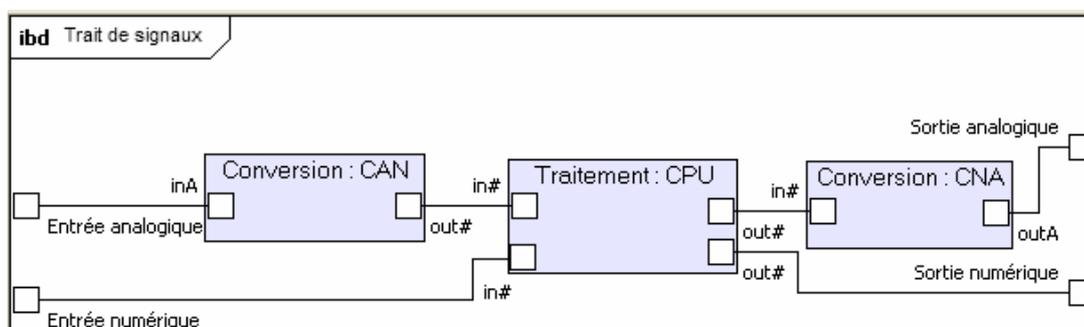
L'évolution de l'électronique et l'apparition des microprocesseurs ont rendu possible le traitement très élaboré des données.

Mais de nombreux phénomènes respectent des lois d'évolution analogique et non logique. Par exemple : l'échelle de température n'est pas constituée de deux valeurs mais d'une infinité de valeur.

Principe

Le microprocesseur ne peut traiter que des données numériques.

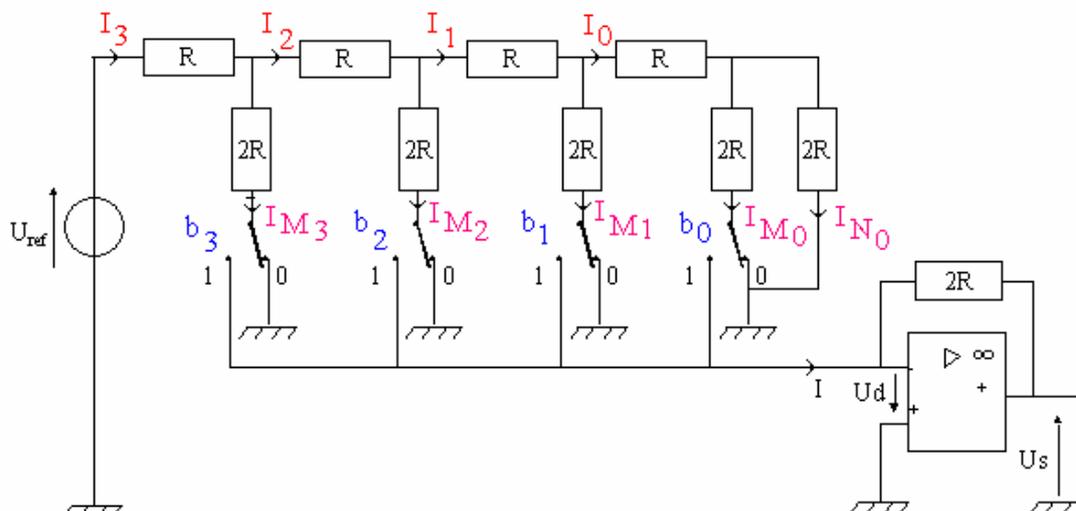
- Pour convertir des informations analogiques en information numérique, on utilisera une structure électronique appelée **CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE**
- Pour convertir des informations numériques en informations analogiques, on utilisera une structure électronique appelée **CONVERTISSEUR NUMERIQUE ANALOGIQUE**.



Conversion numérique analogique

Comme son nom l'indique, un convertisseur analogique numérique (CAN) ou Digital Analog Converter (DAC) transforme une information numérique en information analogique.

Sa structure interne repose sur des commutations commandées (des transistors) et un réseau de résistance :



Explications:

L'amplificateur opérationnel est utilisé en suiveur donc $U_d=0V$.
 Les réseaux R2R sont tels que :

- $I_2=I_{M3}$
- $I_1=I_{M2}$
- $I_0=I_{M1}$
- $I_{N0}=I_{M0}$

Mais aussi

- $I_2=I_3/2$
- $I_1=I_2/2$
- $I_0=I_1/2$

Les courants I_{Mn} (avec n de 0 à 3) évoluent donc par puissance de 2.

Selon les états logiques, les commutateurs b_0 à b_3 sont en position 0 ou 1.

Le courant aura donc pour expression :

$$I = b_3 \cdot I_{M3} + b_2 \cdot I_{M2} + b_1 \cdot I_{M1} + b_0 \cdot I_{M0}$$

soit

$$I = b_3 \cdot I_3/2 + b_2 \cdot I_3/4 + b_1 \cdot I_3/8 + b_0 \cdot I_3/16$$

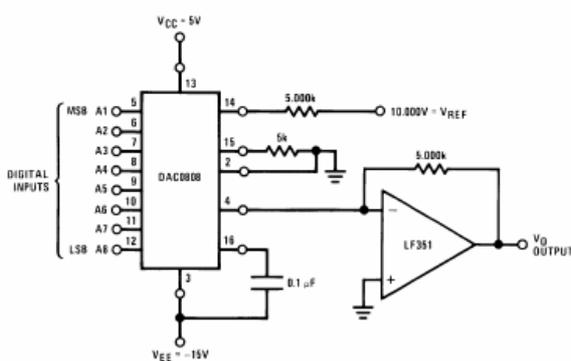
$$I = (U_{ref}/2R) \cdot (8 \cdot b_3 + 4 \cdot b_2 + 2 \cdot b_1 + 1 \cdot b_0)/16$$

et

$$U_s = -(U_{ref}/16) \cdot (2^3 \cdot b_3 + 2^2 \cdot b_2 + 2^1 \cdot b_1 + 2^0 \cdot b_0)$$

On remarque que cette progression respecte la progression de la base 2.

Exemple d'un circuit DAC0808



$$V_O = 10V \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \dots + \frac{A_8}{256} \right)$$

D0005687-23

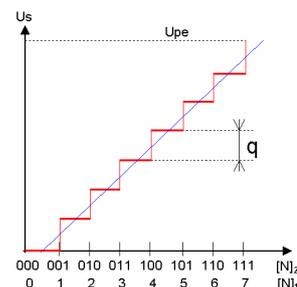
texas Instrument

+10V Output Digital to Analog Converter

Quantum

On appelle le quantum l'écart de tension que l'on obtient lorsque l'on change la valeur du bit de poids le plus faible (LSB).

Ainsi pour un convertisseur de 8 bits dont la tension



Le LSB est mis à 1 : $\%101$. $V_c = 5 \times 1,25 = 6,25V$
 $V_x > V_c$ donc la valeur reste inchangée.

La conversion est terminée.

On remarque que

- ▶ quelque soit la valeur à convertir, le temps est toujours le même.
- ▶ L'augmentation de la résolution (nombre de bits) augmente la précision mais aussi le temps de conversion.
- ▶ La conversion donne une valeur inférieure à la valeur réelle. Des améliorations de ces CAN permettent d'obtenir des valeurs plus proches

Relation de conversion

Pour un convertisseur de n bits, le mot de sortie est au maximum égal à $2^n - 1$.

Si la tension de référence est V_r , la tension d'entrée maximale est V_r . Le quantum vaut donc $q = V_r / (2^n - 1)$.

La relation de conversion est donc :

Mot binaire = Valeur entière $[V_{\text{entrée}} \cdot (2^n - 1) / V_r]$

La courbe de conversion idéale (CAN 3 bits) :

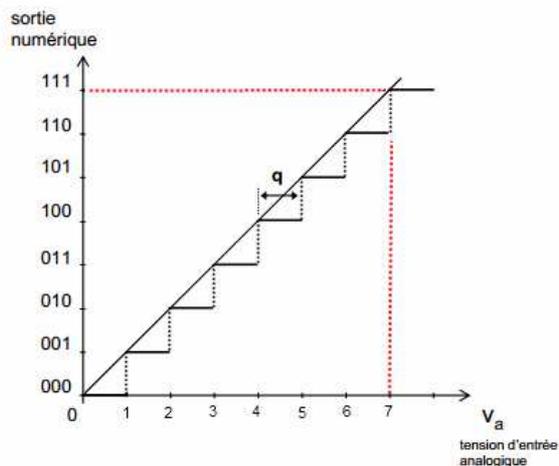
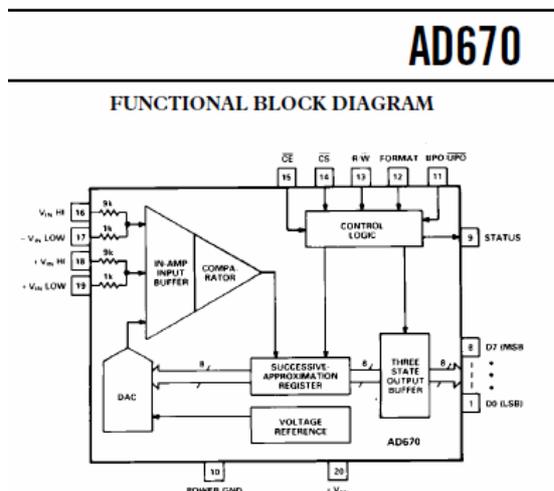


Schéma bloc d'un AD670



Caractéristiques

Selon les applications et l'importance de la fonction conversion dans le système de traitement de données, les critères de choix du convertisseur peuvent être nombreux.

De nombreuses caractéristiques permettent d'affiner les critères de choix. Dans l'idéal, une CAN suivi d'une CNA permet de retrouver en sortie le signal d'entrée.

Ce n'est malheureusement jamais le cas.

Caractéristiques principales

Résolution

Pour un CAN, il s'agit de la plus petite variation de la tension d'entrée qui provoque un changement de code.

Pour un CNA il s'agit de l'écart minimum en sortie lorsque l'on change le LSB.

Elle est exprimée en %, mais par abus de langage on associe souvent la résolution au nombre de bits du mot numérique.

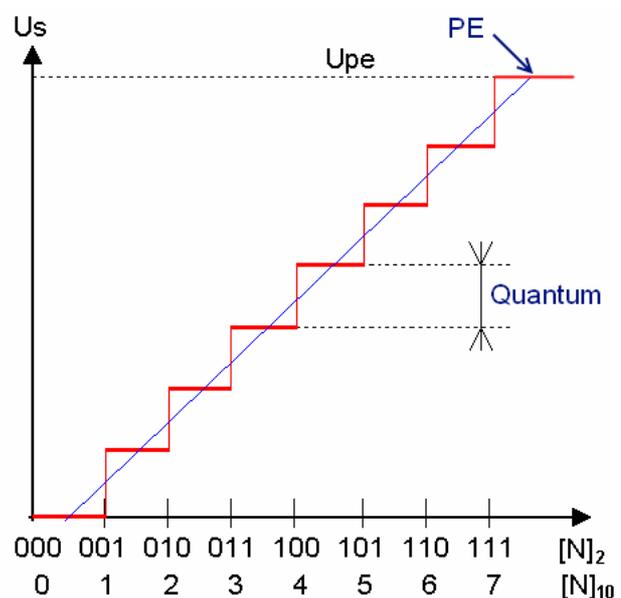
Pleine échelle

La tension pleine échelle est la tension maximale que l'on peut obtenir en sortie du CNA. Elle est égale à $V_{PE} = (2^n - 1) \cdot V_{ref} / 2^n$

Quantum ou LSB

C'est la variation de tension que l'on obtient lorsqu'on change la valeur du LSB d'un CNA.

C'est la plus petite variation de tension d'entrée nécessaire du CAN pour provoquer le changement de la sortie.



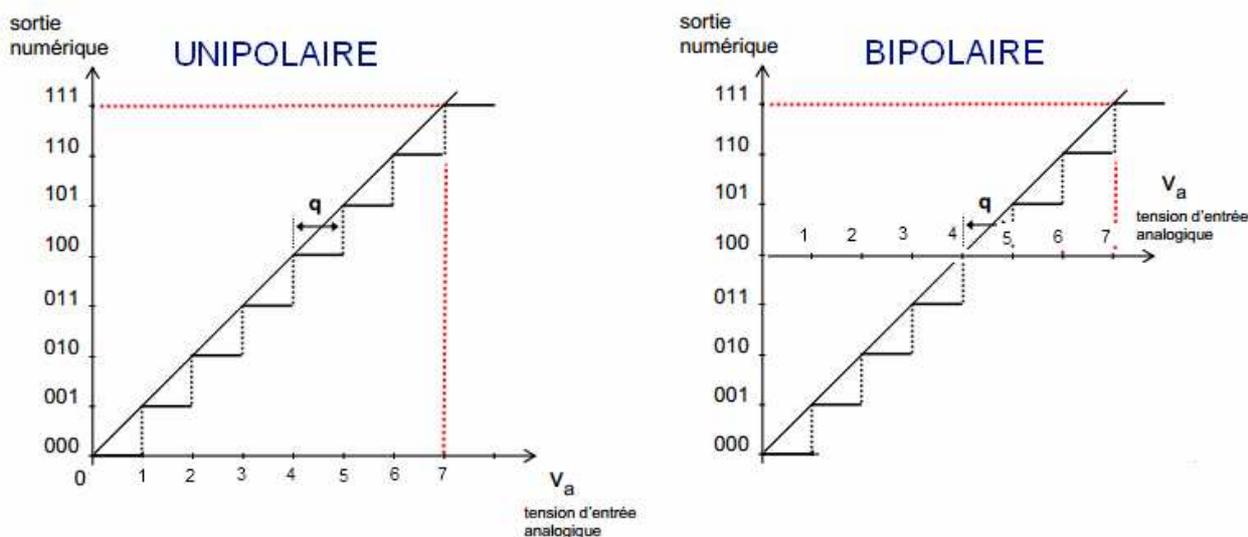
Temps de conversion

C'est le temps nécessaire pour que la sortie prenne la valeur indiquée par le code d'entrée et soit stable. (quelques ns pour des CNA et des μ s pour les CAN).

Bipolaire/Unipolaire

Afin d'accepter ou de restituer des tension négatives, les convertisseurs peuvent fonctionner en mode bipolaire. Dans ce cas, dans la majorité des cas, la valeur 0V correspond à la situation où tous les bits sauf le MSB sont

à 0.



Codage

Le code le plus ordinaire utilisé par les convertisseurs est le code binaire naturel, mais d'autres codes sont parfois utilisés : Code thermomètre, binaire signé, binaire décalé, complément à 2.

D	binaire	code thermomètre
7	111	1111111
6	110	0111111
5	101	0011111
4	100	0001111
3	011	0000111
2	010	0000011
1	001	0000001
0	000	0000000

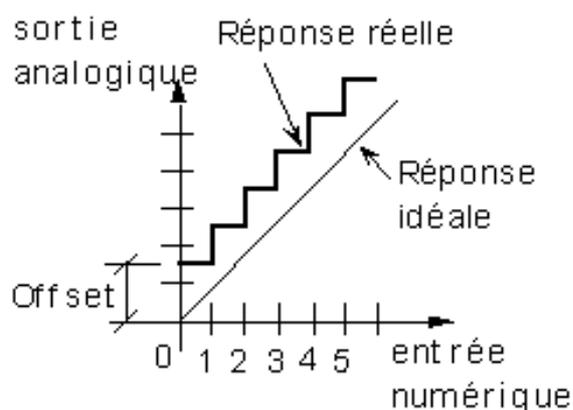
D	signé	binaire décalé	complément à 2
3	011	111	011
2	010	110	010
1	001	101	001
0	000/100	100	000
-1	101	011	111
-2	110	010	110
-3	111	001	101
-4	-	000	100

Les erreurs des convertisseurs

Erreur d'offset

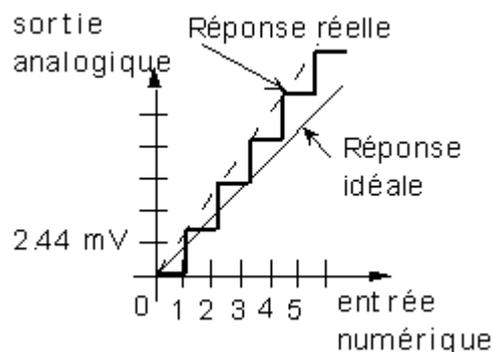
C'est la tension de décalage entre la réponse réelle et la réponse théorique d'un CNA.

On peut la mesurer en mettant une valeur nulle à l'entrée d'un CNA

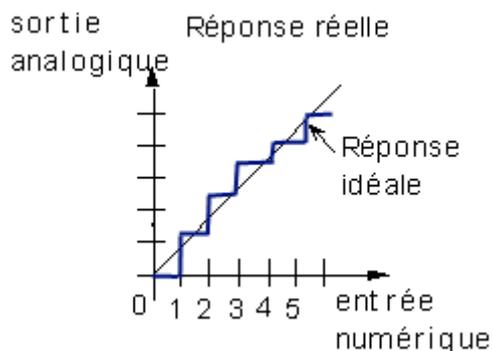


Erreur de gain

La pente de la fonction de transfert est différente de la pente idéal :



Erreur de linéarité



C'est l'écart existant entre la valeur de la sortie prévue pour un mot quelconque d'entrée. Lorsque cette erreur est inférieure à $1/2$ LSB (en valeur absolue) le convertisseur est dit linéaire.

Erreur de Glitch

C'est un défaut propre au CNA. Les pointes de tension apparaissent lors des transitions des codes d'entrées (les commutateurs ne travaillent pas en même temps).

