

Conversion de données - CAN/CNA

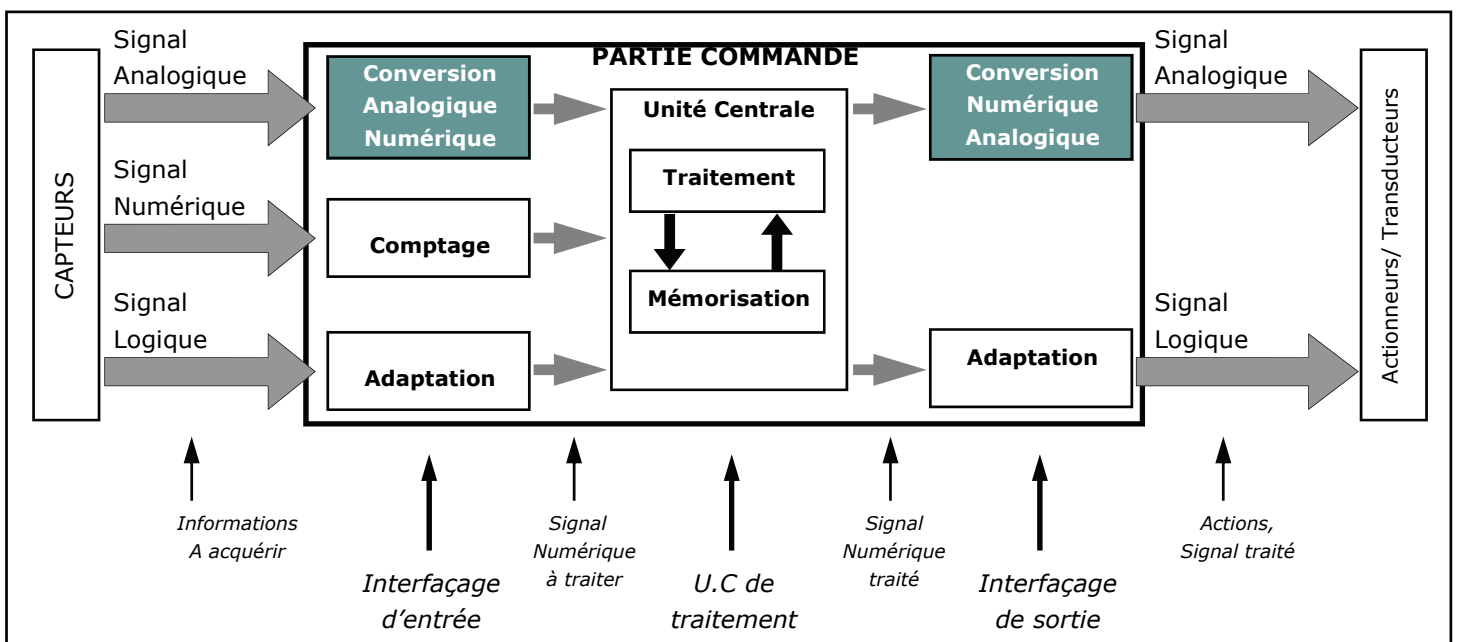
1. Présentation :

Les fonctions de conversions de données sont utilisées à chaque fois qu'il est nécessaire de convertir une grandeur analogique (valeur de tension) en son équivalent « numérique » (un nombre) ou vice-versa.

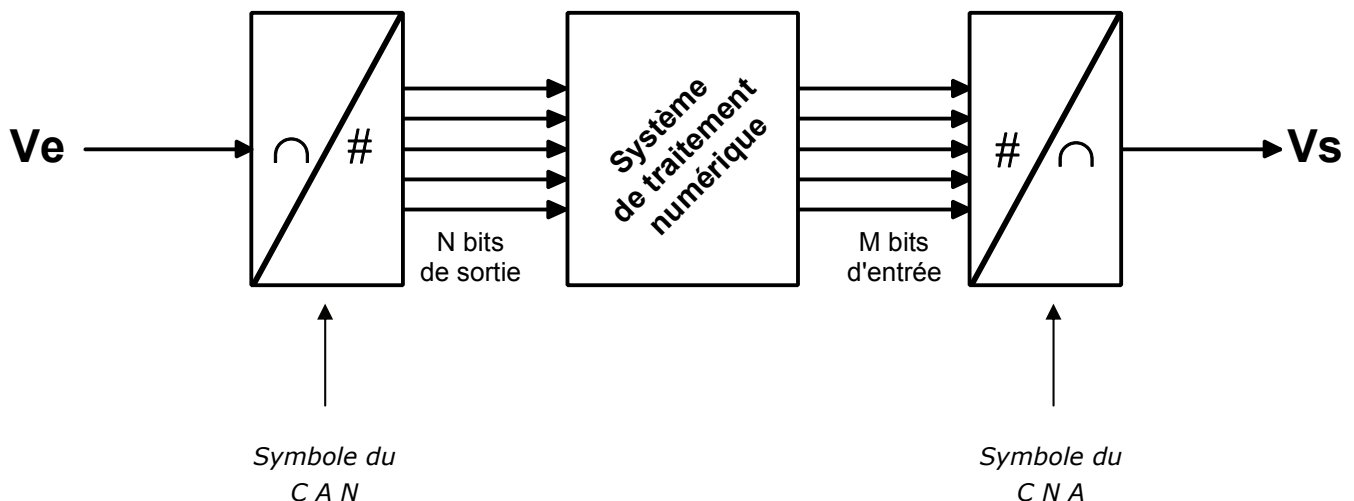
=> **C'est un interfaçage entre le monde "extérieur"** (température, intensité lumineuse, signal audio, vidéo etc..) **et un système numérique** (ou l'information est traitée et sauvegardée sous forme de nombres [valeurs binaires]).

Exemples de système : Régulation de débit, CD audio numérique, etc.

Exemple de chaîne de traitement :



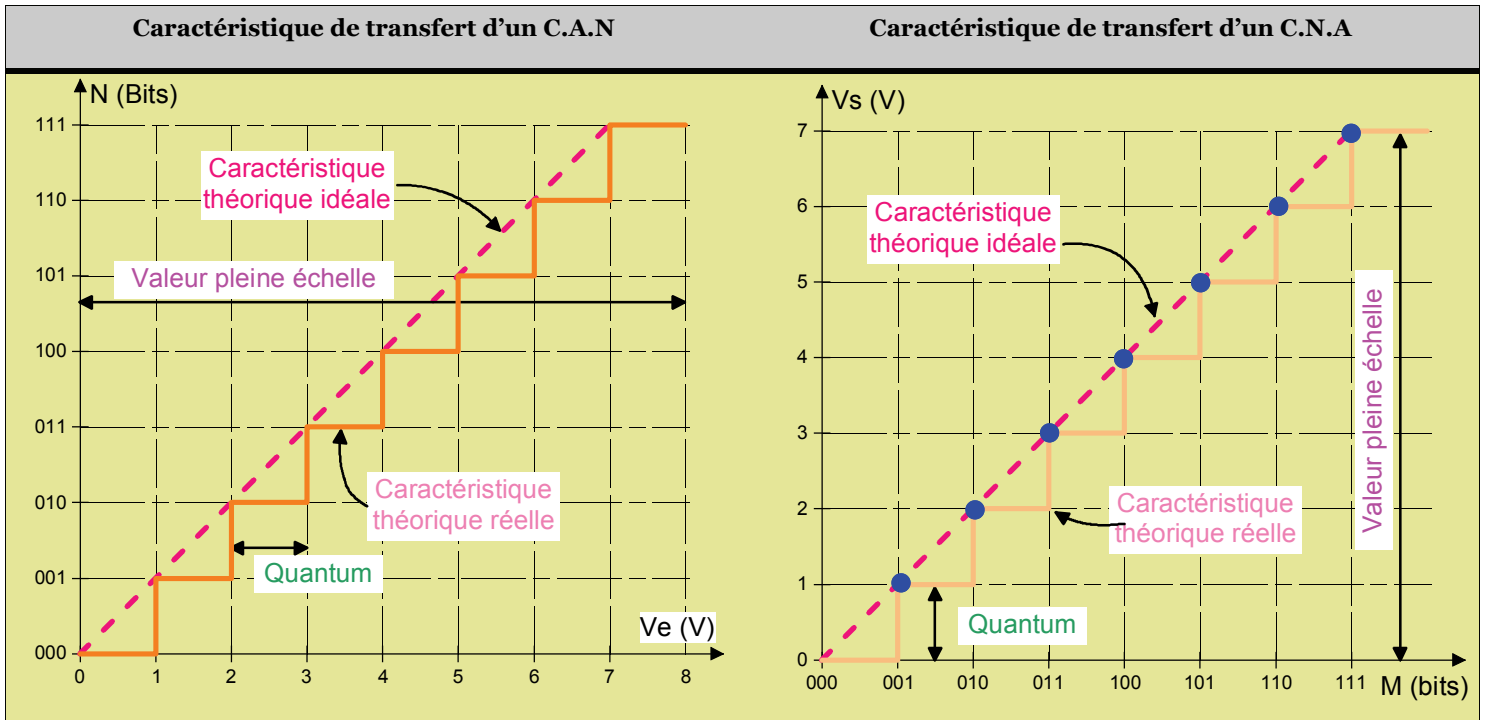
La fonction de Conversion Analogique Numérique (CAN) ou de Conversion Numérique Analogique (CNA) est représenté par les symboles suivants :



2. Caractéristiques des convertisseurs :

2.1 Caractéristique de transfert :

La caractéristique d'un convertisseur (numérique / analogique ou analogique / numérique) est la courbe représentant la grandeur de sortie en fonction de la grandeur d'entrée.



2.2 Quantum et résolution du convertisseur

Sur les courbes ci-dessus on remarque que plus le nombre de paliers est important plus la hauteur du palier devient petite et plus la courbe théorique réelle du convertisseur (en marche d'escalier) se rapproche de la caractéristique théorique idéale (droite en pointillée).

Cette caractéristique est directement liée au nombres de marches et donc à ce qu'on appelle la résolution.

Cas du C.A.N	Cas du C.N.A
La résolution est la plus petite variation du signal analogique d'entrée qui provoque un changement d'une unité sur le signal numérique de sortie. Elle est liée au quantum.	La résolution est la plus petite variation qui se répercute sur la sortie analogique à la suite d'un changement d'une unité sur le signal numérique d'entrée. Elle est liée au quantum.
La valeur du quantum dépend de la tension Pleine Échelle (PE, FS), elle est donnée par la relation :	La valeur du quantum dépend de la tension Pleine Echelle (PE, FS), elle est donnée par la relation :
$q = \frac{\text{Valeur pleine échelle}}{2^{\text{Nombre de bits}}} = \frac{\text{Valeur Max} - \text{Valeur Min}}{2^{\text{Nombre de bits}}}$	$q = \frac{\text{Valeur pleine échelle}}{2^{\text{Nombre de bits} - 1}} = \frac{\text{Valeur Max} - \text{Valeur Min}}{2^{\text{Nombre de bits} - 1}}$

La résolution est définie en % de la pleine échelle (FULL SCALE ou FS). La valeur pleine échelle est donnée dans la documentation du circuit. (soit $r = 1/2^n$)

Elle peut aussi s'exprimer en bits (résolution de 12 bits par exemple)

2.3 Temps de conversion

Il faut un certain laps de temps pour convertir :

- Une valeur de tension en un nombre représentatif (pour un CAN)
- Un nombre numérique en une tension analogique proportionnelle (pour un CNA)

Ce laps temps s'appelle : Temps de conversion ou temps d'établissement (Setting time)

Il dépend de la technique employé pour la conversion. Il est donné par la documentation constructeur du composant.

2.4 Précision, erreurs :

La précision est exprimé par l'écart entre la valeur réelle du signal en entrée et sa valeur discrétisée. Cet écart est donné en pourcentage sans excéder +/- 50 % du quantum.

Les erreurs introduites dans la conversion proviennent des différents réglages à effectuer :

- erreur de décalage (la valeur attendue en sortie ne correspond pas à la valeur lue),
- erreur de gain (correction du facteur d'échelle ou pente de conversion du convertisseur),
- erreur de linéarité (la pente de conversion du convertisseur n'est pas linéaire).

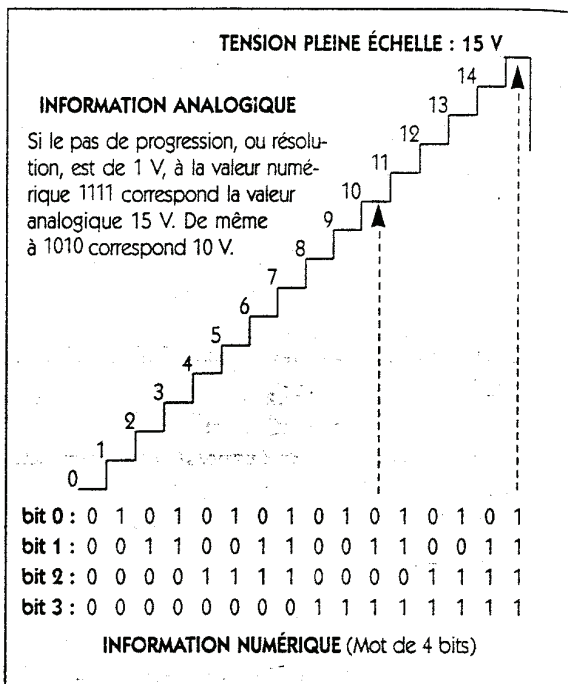
Récapitulatif des différents types de C.A.N.

Type de convertisseur	Principe de fonctionnement	Remarques :
Convertisseur à intégration simple rampe	Le principe consiste à comparer, en temps contrôlé, la tension analogique d'entrée à une tension de consigne qui croît linéairement avec le temps (cette rampe analogique est générée le plus souvent avec l'aide d'un AIL monté en intégrateur). Lorsque la rampe atteint la valeur de l'entrée, le comparateur envoie un ordre d'arrêt au compteur dont le contenu à cet instant, est l'image numérique binaire de la tension d'entrée.	Le temps de conversion dépend de la valeur même de la tension à convertir. La précision dépend des tolérances des composants générant la rampe de tension et de la stabilité de l'horloge qui séquence le compteur. Il est sensible aux bruits mais comporte une excellente linéarité.
Convertisseur à intégration double rampe	La tension à convertir est appliquée en entrée du générateur de rampe (circuit intégrateur) durant un temps prédéterminé. Un compteur mesure ce temps soit N_1 impulsions. Ensuite, la logique de commande commute l'entrée du générateur de rampe à une tension de référence $V_{réf}$ de polarité opposée à celle de la tension à convertir. Un compteur mesure la durée de cette décroissance soit N_2 impulsions. La valeur de la tension E à convertir est donnée par $E = (N_1/N_2) \cdot V_{réf}$	Dans ce type de convertisseur, la première rampe est à temps constant, la seconde rampe est à pente constante. Ce convertisseur est simple, précis (précision qui ne dépend que de $V_{réf}$), économique mais lent.
Convertisseur à approximations successives	Par recherche successive et en partant du bit le plus fort (MSB), on code la valeur d'entrée en déterminant pas à pas l'intervalle dans lequel elle se trouve.	Ce convertisseur est le plus employé des CAN car il possède un bon compromis prix, précision, temps de conversion.
Convertisseur parallèle ou « flash »	La conversion est basée sur la comparaison simultanée de la grandeur d'entrée aux 2^n valeurs de tensions possibles prédéterminées et constituant les éléments de comparaison. Les sorties des différents comparateurs sont décodés pour former le mot binaire de sortie.	Ce convertisseur est très performant, le temps de conversion est limité que par le temps de commutation des comparateurs et de la logique de décodage. Son coût est élevé par le nombre $(2^n - 1)$ de comparateurs nécessaires.

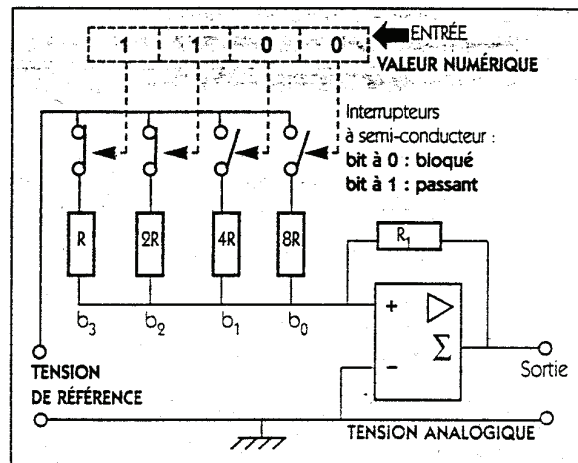
Récapitulatif des différents types de C.N.A.

Type de convertisseur	Principe de fonctionnement	Remarques :
Convertisseur à résistances pondérées	Chaque bit du mot binaire à convertir commute un courant ou une tension, à travers une résistance inversement proportionnelle au poids du bit considéré. Ces tensions (ou courants) sont additionnés par un AIL monté en sommateur dont la sortie délivre une tension analogique.	Dans ce type de réseau les résistances sont nombreuses et demandent une grande précision et une grande facilité.
Convertisseur à réseau R-2R	Seules deux valeurs de résistances sont utilisées. La tension de référence se distribue sur le réseau R-2R, avec les valeurs $V_{réf}/2$; $V_{réf}/4$; $V_{réf}/8$; $V_{réf}/16$ etc ... Selon le point d'intersection considéré. Chaque bit commande un courant qui s'exprime par l'inverse d'une puissance de 2 à partir d'un courant de référence I_0 . Un AIL monté en sommateur délivre une tension analogique proportionnelle au courant partiel et pondéré par rapport aux bits à « 1 » considérés.	Dans ce type de convertisseur, le réseau R-2R ne comporte que deux valeurs de résistances, plus facile à réaliser.

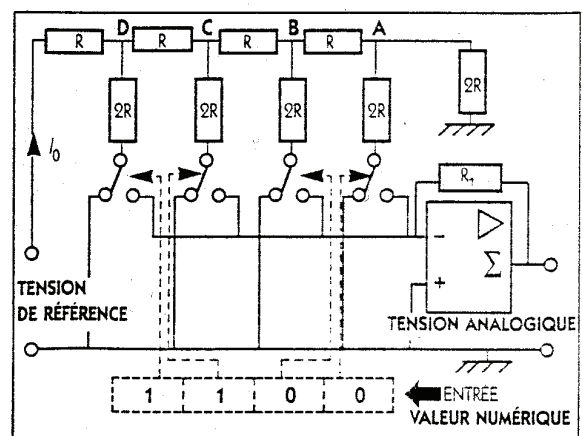
Schémas de principes des CNA.



3a) Fonction de transfert d'un C.N.A. 4 bits.



3b) Principe d'un C.N.A. à réseau de résistances pondérées.



3c) Principe d'un C.N.A. à réseau de résistances R-2R

Schémas de principes des CAN.

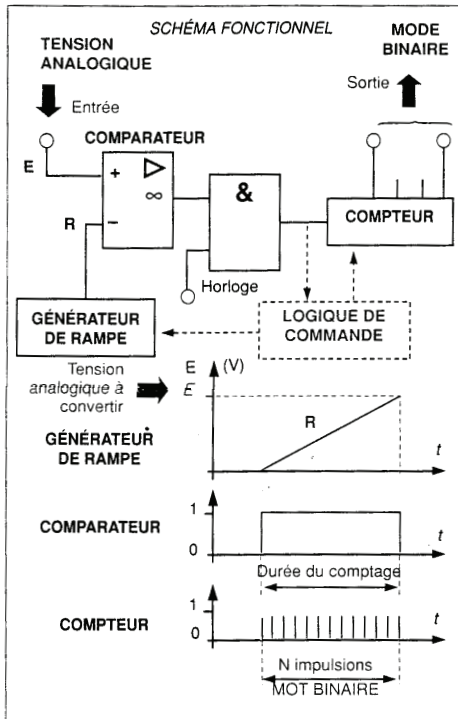


Fig. 5-08 : Principe d'un C.A.N. à intégration, simple rampe.

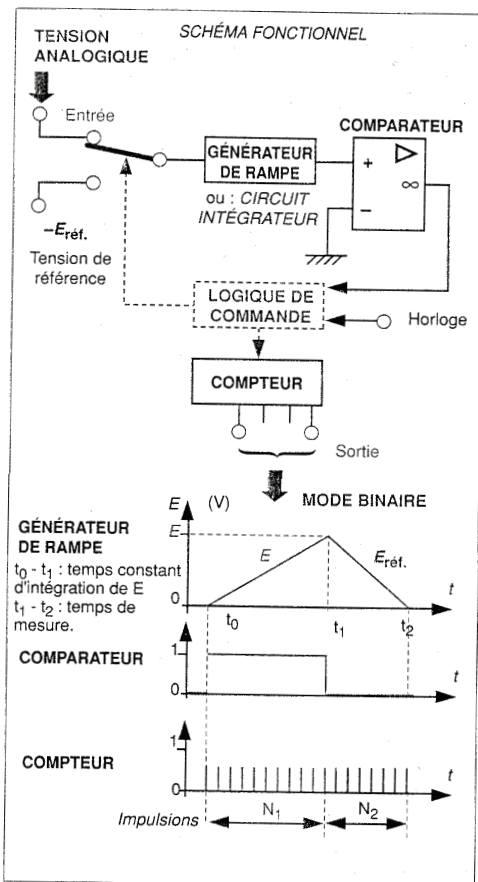


Fig. 5-09 : Principe d'un C.A.N. à intégration, double rampe.

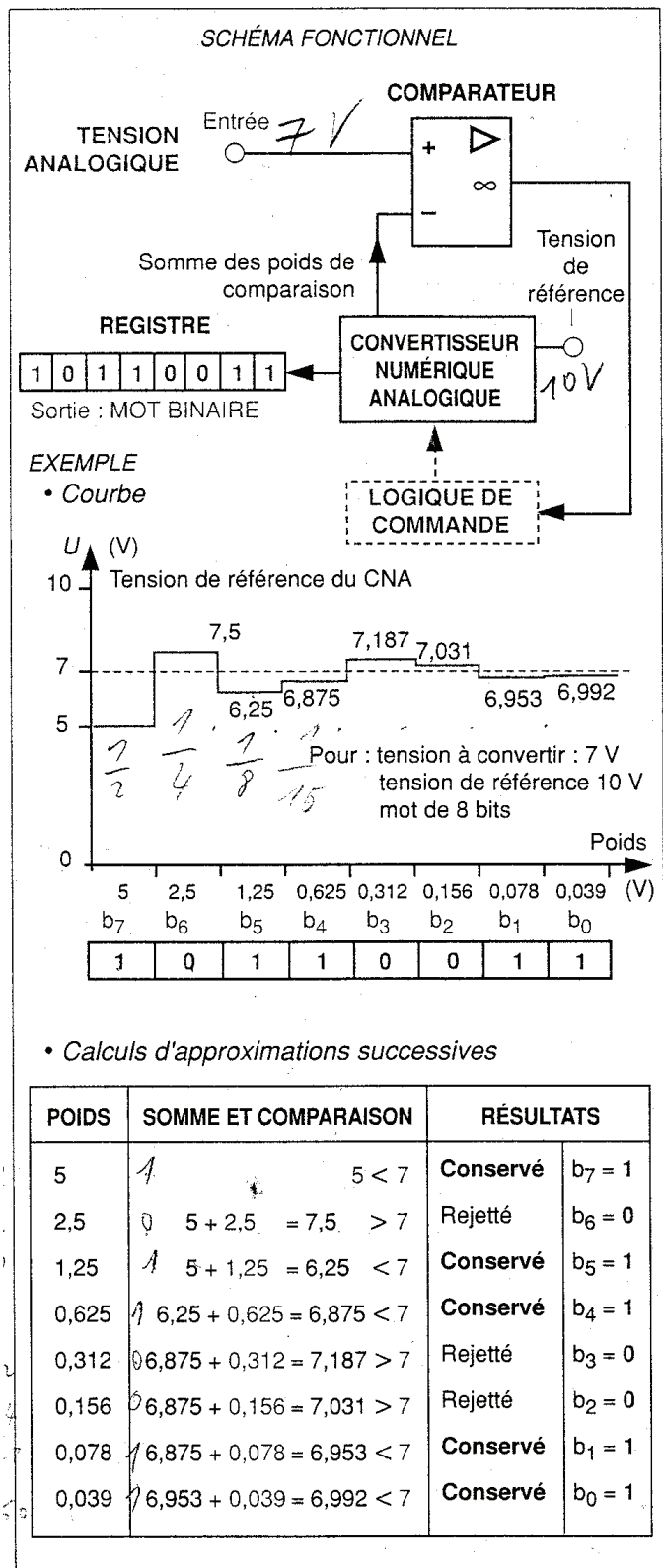


Fig. 5-10 : Principe d'un C.A.N. à approximations successives.