

## La fonction Conversion Numérique Analogique

Domaine d'application :  
**Conversion de donnée**

Type de document :  
**Cours**

Classe :  
**Terminale**

Date :

### I - Information analogique et information numérique

Une **information analogique** est une information dont la valeur varie de manière continue dans le temps. L'intérêt de l'information analogique est qu'elle peut représenter une grandeur physique avec une infinité de valeurs intermédiaires. Les inconvénients majeurs de l'information analogique sont d'une part l'impossibilité d'un traitement numérique de celle-ci, et d'autre part la distorsion possible du signal causée par des bruits quelconques générés par les systèmes et leur environnement : un signal analogique est très sensible aux *parasites*.

L'**information numérique** en revanche, a l'avantage de pouvoir être traitée par des calculateurs numériques [ordinateur, micro-ordinateur, microprocesseur, microcontrôleur, etc.], et ce type de signal est peu sensible aux bruits et aux parasites.

C'est pour ces raisons que l'on va préférer *transformer* une information analogique en une information numérique pour traitement de celle-ci à l'aide de microsystèmes, et éventuellement retransposer le résultat numérique en information analogique dans la chaîne du système si un récepteur doit être commandé ainsi [moteur, table traçante, etc.].

Le synoptique ci-dessous montre la chaîne de traitement numérique d'un signal analogique :

- 1 - le signal analogique est converti en numérique [mot binaire sur n bits]
- 2 - le mot binaire ainsi obtenu est traité par le calculateur
- 3 - enfin, le résultat du calculateur est reconverti en signal analogique

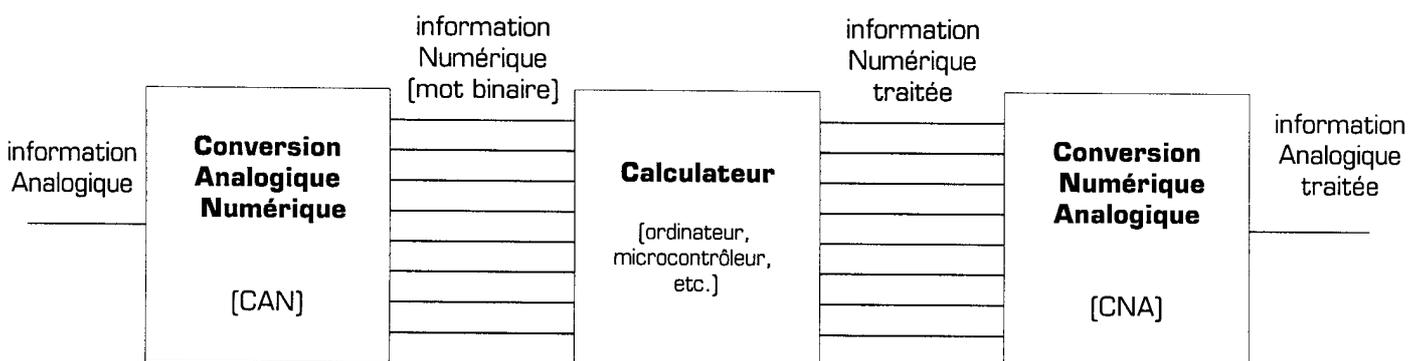


Figure 1

La chaîne de traitement numérique d'une information analogique fait apparaître deux fonctions électroniques :  
la fonction C.A.N. et la fonction C.N.A.

La fonction conversion permet de passer d'un signal analogique à un signal numérique et inversement. Il existe donc deux types de conversion : la C.A.N. et la C.N.A.

Nous allons maintenant étudier la fonction **Conversion Numérique Analogique** [CNA].

## II - Identification de la fonction

Une *grandeur numérique* est un nombre que l'on peut éventuellement présenter sous forme binaire. C'est une grandeur *discontinue* qui ne peut varier que par sauts.

On lui oppose une *grandeur analogique*, signal pouvant varier continuellement [au sens mathématique] d'une valeur à une autre.

La fonction *Conversion Numérique Analogique* [ou C.N.A.] est chargée d'établir la conversion de ces deux grandeurs, l'entrée du CNA étant l'information numérique.

Un *Convertisseur Numérique Analogique* a donc pour rôle de transformer une grandeur numérique **N** exprimée sur **n** bits en une grandeur électrique analogique [tension ou courant].

La grandeur analogique de sortie est proportionnelle à la valeur *quantifiée* de la grandeur numérique d'entrée.

Symbole de la fonction CNA :

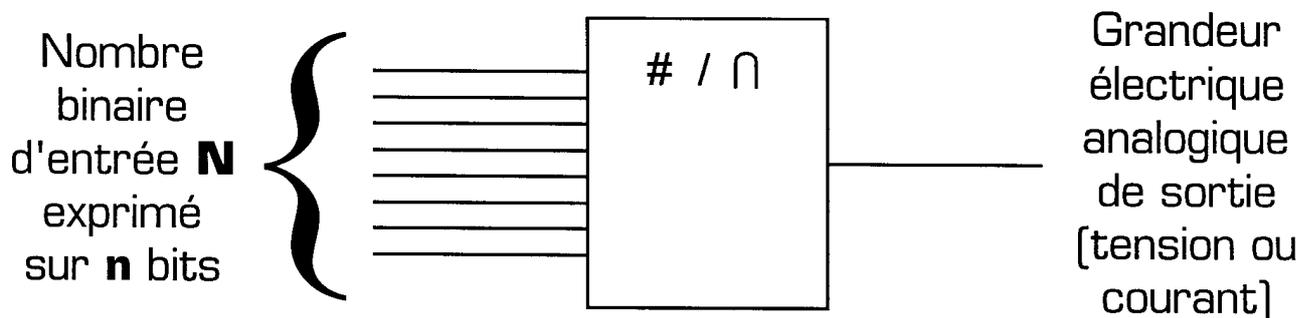


Figure 2

N est le mot binaire d'entrée sur n bits :  $B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, \dots \text{etc.}, B_{n-1}$

- $B_0$  est le bit de poids faible [le L.S.B.]
- $B_{n-1}$  est le bit de poids fort [le M.S.B.]

Le signe # indique que la grandeur est de type **numérique** [il s'agit ici de l'entrée].

Le signe ∩ indique que la grandeur est de type **analogique** [il s'agit ici de la sortie].

Nous considérerons pour la suite de l'étude du CNA, que la grandeur analogique de sortie est une tension, que nous appellerons  $V_s$ .

### III - Caractéristique $V_s = f(N)$ d'un CNA

La grandeur analogique de sortie  $V_s$  étant proportionnelle à la grandeur numérique d'entrée  $N$ , la courbe  $V_s = f(N)$  est une droite, et la caractéristique du CNA est linéaire :

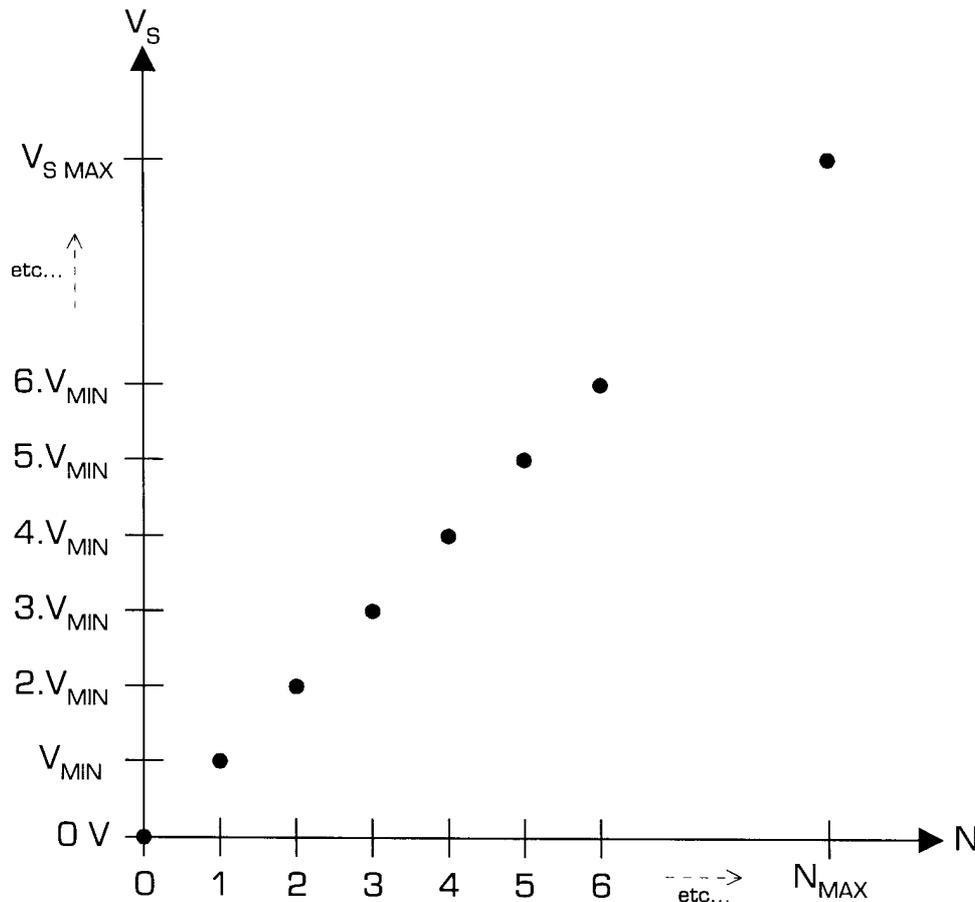


Figure 3

La grandeur numérique d'entrée  $N$  peut varier de  $0$  à une valeur maximale  $N_{\text{MAX}}$ . Si  $N$  est codé sur  $n$  bits en binaire naturel, on a :

$$N_{\text{MAX}} = 2^n - 1$$

Exemple :  $N$  varie de  $0$  à  $255$  sur un CNA  $8$  bits [ $2^8 = 256$ ], donc  $N_{\text{MAX}} = 255$ .

La grandeur analogique de sortie  $V_s$  varie de  $0V$  à une valeur maximale appelé  $V_{\text{MAX}}$  en fonction de la valeur numérique de  $N$ .

On remarque que :

- Si  $N = 0$  on a  $V_s = 0V$
- Si  $N = 1$  on a  $V_s = V_{\text{MIN}}$  (plus petite valeur possible, non nulle, de  $V_s$ )
- La tension de sortie  $V_s$  augmente d'une quantité  $V_{\text{MIN}}$  chaque fois que le nombre  $N$  augmente de  $1$  :  $V_s$  évolue de manière linéaire en fonction de  $N$ .
- Si  $N = N_{\text{MAX}}$  on a  $V_s = V_{s\text{ MAX}}$

Le grandeur  $N$  étant une grandeur numérique, elle peut prendre toutes les valeurs entières entre  $0$  et  $N_{\text{MAX}}$ , **mais ne peut prendre aucune valeur intermédiaire entre ces valeurs entières** [ $N$  passe directement de  $0$  à  $1$ , puis de  $1$  à  $2$ , etc.]. La conséquence est

que la tension de sortie  $V_s$  ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs, et évolue par sauts [et non de manière continue] lorsque  $N$  augmente.

#### **IV - Définitions des paramètres d'un CNA**

##### **IV - 1 - La pleine échelle d'un CNA**

La valeur maximale  $V_{MAX}$  de la tension de sortie s'appelle la **pleine échelle** [notée P.E.]. Elle s'exprime en volts si la sortie analogique du CNA est une tension.

$$\text{P.E.} = V_{MAX} = \text{valeur de } V_s \text{ lorsque } N = N_{MAX}$$

##### **IV - 2 - Le quantum d'un CNA**

La valeur de  $V_s$  correspondant à  $N=1$  [notée  $V_{MIN}$  sur la caractéristique Figure 3] est appelée **le quantum** du CNA ; on le note **q**.

Le quantum du CNA est donc :

- La valeur analogique de la grandeur de sortie du CNA correspondant au LSB [ $N=1$ ]
- La plus petite valeur analogique observable [non nulle] en sortie du CNA.

Lorsque le nombre  $N$  en entrée du CNA passe d'une valeur  $A$  à une valeur  $A+1$  [ $N$  est incrémenté d'une unité], la tension de sortie  $V_s$  varie *d'un quantum*. On en déduit :

$$V_s = q.N$$

Le nombre  $N$  d'entrée [exprimé en *décimal* dans cette relation] n'ayant pas d'unité, le quantum  $q$  a la même unité que la grandeur analogique de sortie du CNA :  $q$  s'exprime en volts si la grandeur de sortie du CNA est une tension.

##### **IV - 3 - La résolution d'un CNA**

Un mot binaire exprimé sur  $n$  bits peut prendre  $2^n$  valeurs différentes [ $2^n$  combinaisons différentes].

On appelle **résolution** d'un CNA, l'inverse du nombre de combinaisons possibles sur le nombre binaire d'entrée. La résolution se note **r**, et pour un CNA à  $n$  bits, elle vaut :

$$r = \frac{1}{2^n}$$

##### **IV - 4 - Relation entre la pleine échelle et le quantum**

Si on prend la relation  $V_s = q.N$  lorsque  $N = N_{MAX}$ , on a alors  $V_s = V_{MAX}$ , et sachant que  $V_{MAX} = \text{P.E.}$  et  $N_{MAX} = 2^n - 1$ , il vient :

$$\text{P.E.} = q.(2^n - 1)$$

**Retrouvez d'autres cours sur le site ressource**

**[www.gecif.net](http://www.gecif.net)**

**Téléchargez librement sur Gecif.net :**

- ✍ **des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✍ **des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✍ **des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✍ **des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✍ **des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✍ **des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✍ **des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✍ **des sujets de BAC**
- ✍ **et bien plus encore sur Gecif.net !**