

# TP08 : LE CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE (CAN), première partie

## I. LES DIFFERENTS TYPES DE SIGNAUX :

Le signal est le moyen qui rend possible la communication entre un système source et un système récepteur. Cette communication permet au système récepteur d'apprendre quelque chose (au sens large) qu'il ne savait pas. Il reçoit donc une information de la part du système source qui va modifier son comportement.

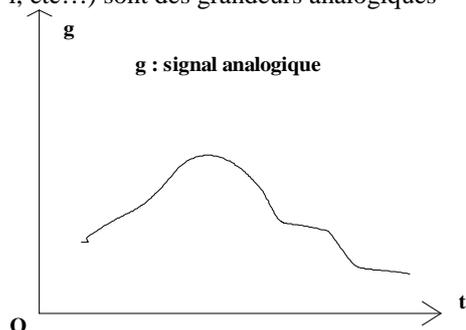
Le signal est une grandeur physique de nature quelconque. Un système qui utilise des signaux de nature électrique est un système électronique.

2 types de signaux électriques sont utilisés par les systèmes électroniques: les signaux analogiques, et les signaux logiques.

### 1. Signal analogique

Un signal est dit " analogique " si sa valeur varie de façon continue au cours du temps.

Les grandeurs physiques (température T, tension u, intensité i, etc...) sont des grandeurs analogiques



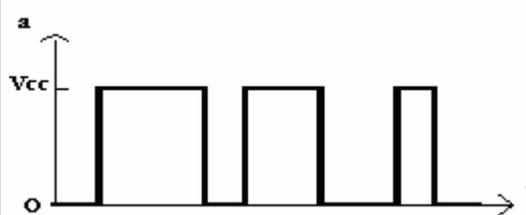
### 2. Signal logique

Un signal logique est caractérisé par l'existence de deux seuls états possibles:

- L'état haut ou « 1 » ou « H » (généralement la valeur de la tension d'alimentation Vcc du système source).

- L'état bas ou « 0 » ou « L » (généralement « 0 V »).

L'information transportée est la succession de 0 et de 1.



### 3. Information numérique

Pour traiter ou transmettre un nombre binaire, il est nécessaire d'utiliser plusieurs liaisons qui véhiculeront chacune une information logique (0 ou 1). Chacune de ces liaisons sera le support d'un chiffre binaire (bit : binary digit).

On dit alors que l'information ainsi constituée (association de plusieurs signaux logiques) est une information numérique.

Exemple : Donnée D sur 4 bits : D<sub>3</sub>D<sub>2</sub>D<sub>1</sub>D<sub>0</sub>

Contrairement à une information analogique une information numérique ne peut prendre qu'un nombre limité de valeurs distinctes

### 4. Comparaison des informations analogiques et numériques :

a) Les informations analogiques représentent directement les grandeurs physiques mais elles sont :

- difficiles à mémoriser
- difficiles à traiter mathématiquement
- sensibles aux petites variations

b) Les informations numériques sont :

- faciles à mémoriser (mémoires RAM ou ROM)
- faciles à traiter mathématiquement (microprocesseur)
- insensibles aux petites variations

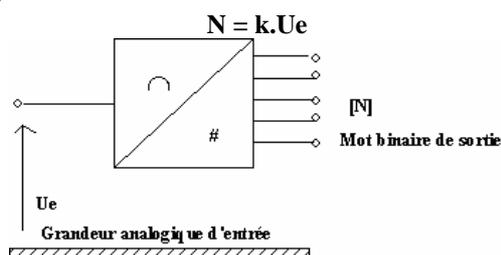
## II. LE RÔLE D'UN CONVERTISSEUR :

Le traitement mathématique et la mémorisation des données par l'unité centrale d'un micro-ordinateur ne peuvent se faire que sur des informations numériques, par conséquent il est nécessaire de convertir les grandeurs physiques continues (analogiques) en signaux numériques.

Par exemple lors d'une acquisition de mesures, le Convertisseur Analogique Numérique (CAN) traduit la grandeur analogique mesurée en une grandeur numérique codée en binaire que l'ordinateur pourra facilement traiter et mémoriser.

## III. PRESENTATION DE LA FONCTION CAN :

Le CAN transforme une grandeur analogique d'entrée U<sub>e</sub> en une information numérique [N] de sortie, proportionnelle à cette grandeur.



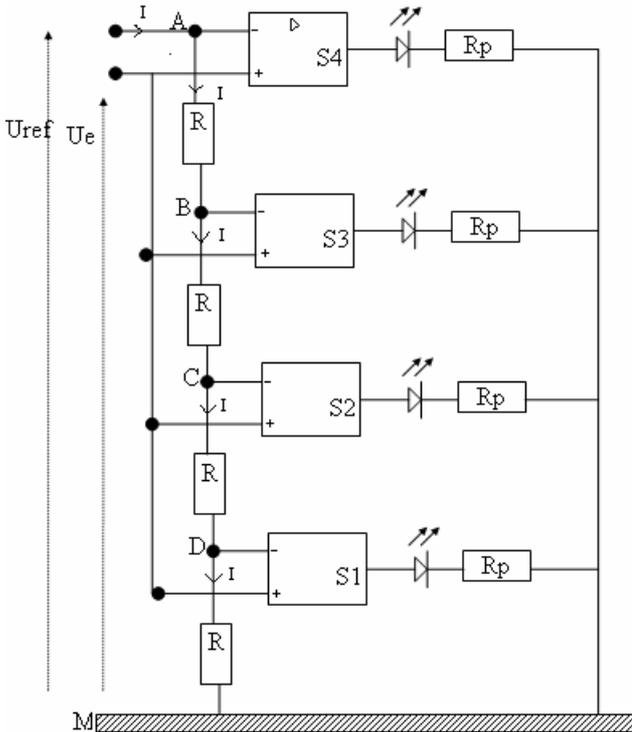
Il existe diverses techniques de CAN :

- Conversion avec comparateurs en échelle (Flash)
- Conversion simple rampe
- Conversion double rampe
- Conversion par approximations successives

On étudiera la première technique

## IV. CAN A COMPAREURS EN ECHELLE :

### 1°) Montage :



$U_e$  = tension d'entrée réglable (analogique)  
 $U_{ref}$  = tension de référence = 10 V (fixe)

L'alimentation des amplificateurs opérationnels n'est pas représentée  
 : +V = +15 V et -V = -15 V

### 2°) Etude théorique :

Les AO sont montés en comparateurs :

$$U_{ref} = U_{AM} = 10 \text{ V}$$

Exprimer  $U_{BM}$  ;  $U_{CM}$  ;  $U_{DM}$  en fonction de R et de I.

Exprimer  $U_{ref}$  en fonction de R et de I.

En déduire l'expression de  $U_{BM}$  ;  $U_{CM}$  ;  $U_{DM}$  en fonction de  $U_{ref}$

### 3°) Simulation à l'aide de crocodile physics :

Réaliser le montage en adaptant les composants.

$$R = 1 \text{ k}\Omega ; R_p = 750 \Omega$$

LEDS rouges

Dans le menu Options cocher « Composants indestructibles »

#### Observation du comparateur simulé

Observer le comportement du convertisseur quand  $U_e$  varie de 0 à  $U_{ref}$ .

Pour quelle valeur de  $U_s$  (tension en sortie d'un comparateur) la diode électroluminescente s'allume-t-elle ? Quelle est la condition sur  $U_+$  et  $U_-$  ?

Grâce à la simulation, remplir le tableau ci-dessous :

$U_{AM}$	$U_{BM}$	$U_{CM}$	$U_{DM}$

Exprimer en fonction de  $U_{AM}$

$$U_{BM} =$$

$$U_{CM} =$$

$$U_{DM} =$$

Noter l'état des diodes électroluminescentes :

LED en sortie de	S1	S2	S3	S4
Si $0 < U_e < U_{ref}/4$				
Si $U_{ref}/4 < U_e < U_{ref}/2$				
Si $U_{ref}/2 < U_e < 3U_{ref}/4$				
Si $3U_{ref}/4 < U_e < U_{ref}$				
Si $U_{ref} < U_e$				

Expliquer comment ce montage permet de mesurer une tension  $U_e$  comprise entre 0 et  $U_{ref}$ .

On appelle « pas » de l'échelle la tension aux bornes de chaque résistance R du diviseur de tension. Si N est le nombre de résistances, vérifier que  $p = U_{ref}/N$ .

Quelle est l'incertitude sur la mesure de  $U_e$  par cette méthode visuelle ?

Tracer la courbe Nb de LED allumées =  $f(U_e)$