



SIN COURS

Microcontrôleur – CAN CNA PWM

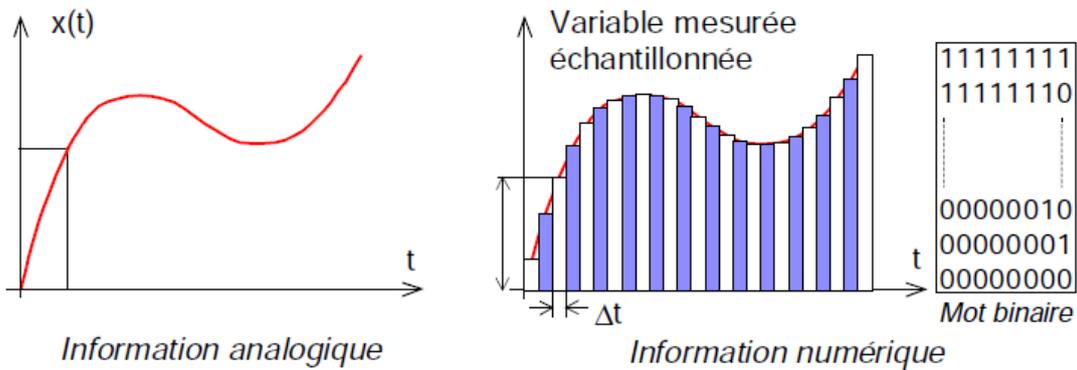


1- Les 4 principaux types d'entrées sorties d'un microcontrôleur.

Logiques, analogiques

2- Information analogique – Information numérique

Un microcontrôleur ne peut traiter que des signaux numériques. Pour transformer une information analogique en information numérique, on utilise un Convertisseur Analogique/Numérique ou CAN.



Le mot binaire permet de représenter de façon numérique l'information analogique. Ce mot est constitué de bits. Chaque bit est à 1 ou 0. Le nombre d'états que peut prendre le mot binaire est donné par la formule suivante:

$$\text{Nb états} = 2^n \quad \text{avec } n = \text{nombre de bits qui constitue le mot.}$$

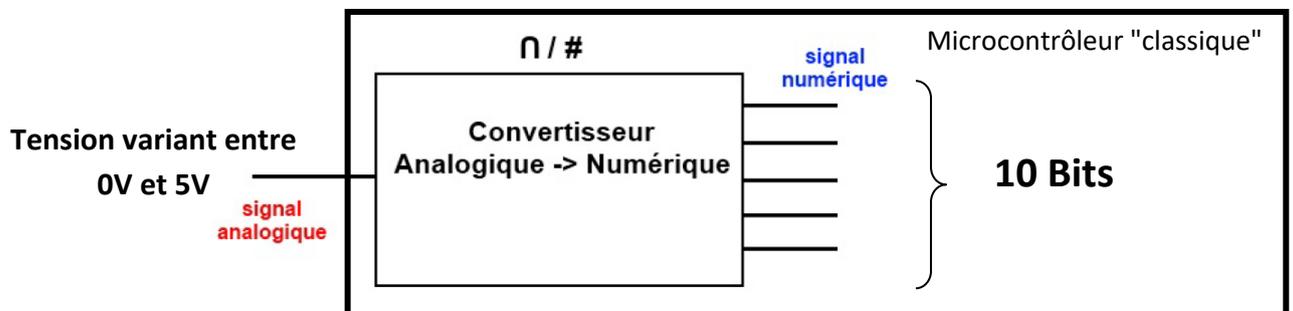
A connaître :

Le **LSB** (Least Significant Bit): Le bit de poids le moins significatif (le bit de droite le plus souvent).

Le **MSB** (Most Significant Bit): Le bit de poids le plus significatif (le bit de gauche le plus souvent).

Un **quartet** est un mot de 4 bits ; Un **octet** (ou **byte** en anglais) est un mot de 8 bits.

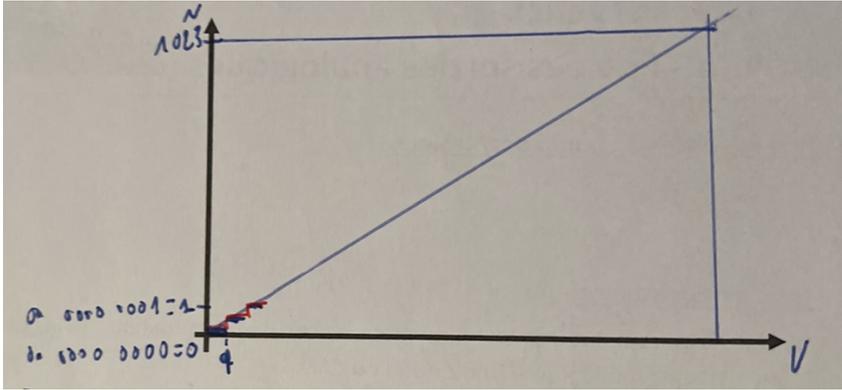
3- Convertisseur Analogique Numérique (CAN)



Le quantum est la variation la plus petite du signal analogique qui fait changer la valeur numérique.

$$\text{Quantum : } q = \frac{\text{Valeur Pleine échelle}}{2^{\text{nombre de bits}}} = \frac{\text{Valeur}_{\text{MAX}} - \text{Valeur}_{\text{min}}}{2^{\text{nombre de bits}}}$$

→ Caractéristique théorique du CAN ci-dessus.



→ Calculer la résolution (ou quantum) du CAN de l'Arduino.

+ petite var du signal analogique d'entrée qui provoque un changement d'une unité sur le signal numérique

→ Comment trouver la valeur numérique de sortie lorsque l'on connaît la tension analogique en entrée.

$$Ve = q \times N \quad N = \frac{Ve}{q} \quad q_{10} = \frac{5-0}{2^{10}} = 0.00488$$

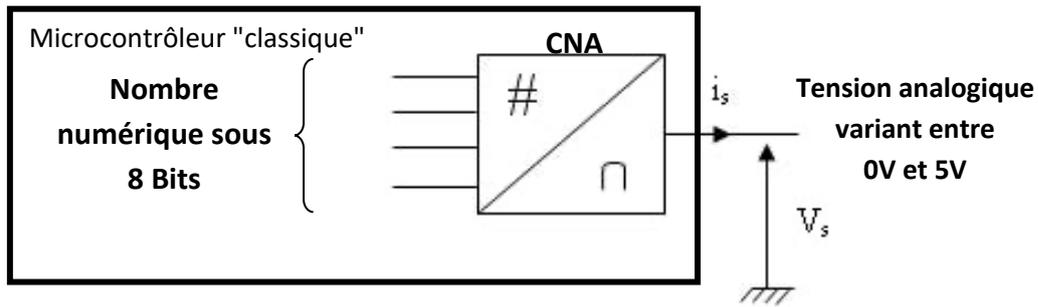
Tension analogique	Mot numérique en décimal en sortie du CAN
0V	$\frac{0}{0.00488} = 0$
5V	$\frac{5}{q} = 1024$
3.4V	696

→ Comment lire et afficher sur un moniteur série, le résultat d'une conversion analogique numérique ?

Un capteur de température analogique est connecté à la patte A1 d'un microcontrôleur Arduino.
Afficher le résultat de la lecture de A1

```
int temp = A1 ; // Déclaration de la variable temp sur la broche analogique A1
int N ; // Déclaration de la variable N pour la valeur après conversion
void setup() {
  Serial.begin(9600); // démarrage de la liaison série
}
void loop() {
  N = analogRead(temp); // Lecture et conversion de la tension en sortie du capteur de température
  Serial.print("N = "); // Affichage de la chaîne de caractères « N = »
  Serial.println(N); // Affichage de la valeur N puis saut de ligne
  Delay(1000); // attendre une seconde pour que l'affichage ne soit pas trop rapide
}
```

4- Convertisseur Numérique Analogique (CNA).



Le quantum pour un CNA sera :

$$q = \frac{\text{Valeur Pleine échelle}}{2^{\text{nombre de bits}} - 1} = \frac{\text{Valeur}_{\text{MAX}} - \text{Valeur}_{\text{min}}}{2^{\text{nombre de bits}} - 1}$$

→ Caractéristique théorique du CNA ci-dessus.



→ Calculer la résolution (ou quantum) du CNA d'un microcontrôleur "classique".

→ Comment trouver la tension analogique en sortie lorsque l'on connaît le nombre numériques en entrée.

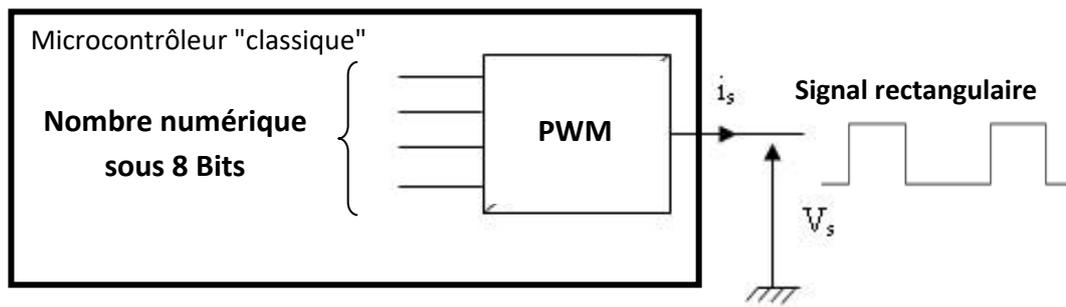
$$V_s = q \times N$$

Nombre numérique en entrée du CAN	Tension analogique en sortie
0	
64	
255	

5- Les sorties « analogiques » de l'Arduino

Dans la réalité, il n'y a pas de CNA dans un Arduino (le composant est trop cher), mais un PWM.

Le PWM (Pulse Width Modulation) s'appelle aussi MLI (modulation à largeur d'impulsions).



Beaucoup de système peuvent être alimentés par un signal rectangulaire au lieu d'un signal continu (LED, moteur) Ces récepteurs réagissent alors à la valeur moyenne du signal rectangulaire.

Le nombre numérique en entrée est proportionnel à la valeur moyenne du signal rectangulaire, nous pouvons donc piloter ces récepteurs avec le nombre numérique.

En pratique, pour l'exemple ci-dessus, nous avons la relation suivante entre l'entrée et la sortie:

$$V_{s_{moy}} = E \times \text{Nombre numérique} / 255 \quad \text{Avec } E = \text{Tension d'alimentation.}$$

→ Exemple :

Nombre numérique	Tension moyenne en sortie
127	

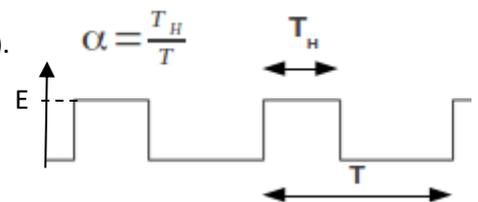
6- Fonctionnement des sorties PWM

Le signal rectangulaire est à fréquence fixe élevée (souvent autour de 20 KHz).

Le temps à l'état haut T_H est variable.

On définit aussi le **rapport cyclique α** comme ci-dessus.

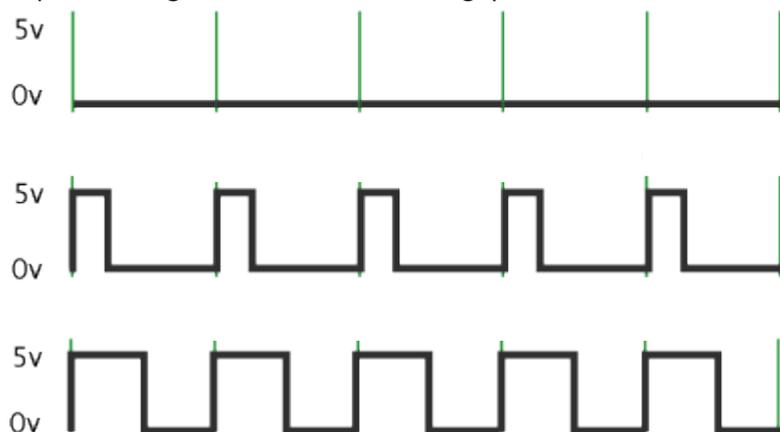
α est compris entre 0 et 1. En pratique, on note α en %.



On peut écrire : $V_{s_{moy}} =$

Dans un microcontrôleur, les nombres sont souvent au format 8 bits. α sera donc donné par rapport à 255 et non en %. Le nombre numérique sous 8 bits est le rapport cyclique par rapport à 255.

Sous Arduino, on utilise l'instruction **analogWrite(nom de la patte de sortie, rapport cyclique par rapport à 255)**; pour imposer un signal sur une sortie analogique.



Rapport cyclique (en %) : $\alpha =$ _____
 analogWrite(3, _____) $V_{s_{moy}} =$ _____

Rapport cyclique (en %) : $\alpha =$ _____
 analogWrite(3, _____) $V_{s_{moy}} =$ _____

Rapport cyclique (en %) : $\alpha =$ _____
 analogWrite(3, _____) $V_{s_{moy}} =$ _____