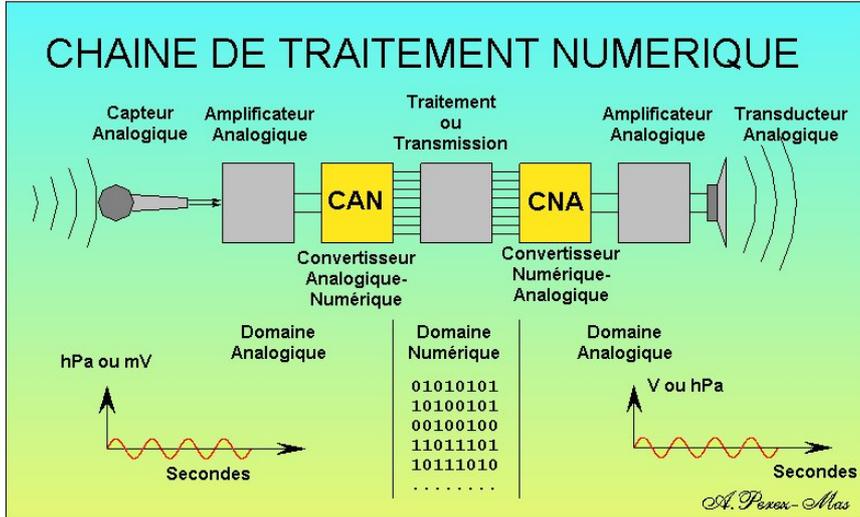
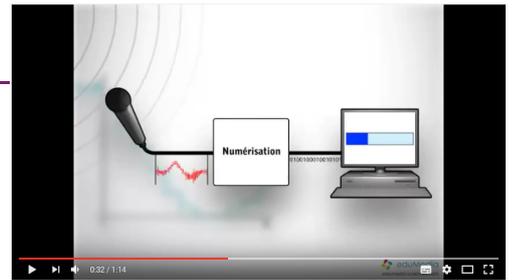


Présentation de la conversion analogique numérique

Cliquer sur l'image pour accéder à la vidéo YouTube



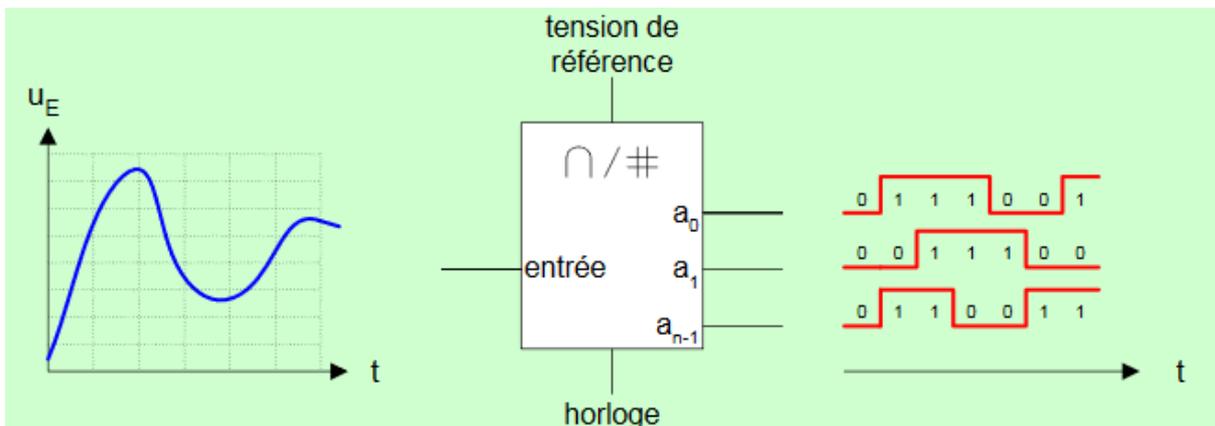
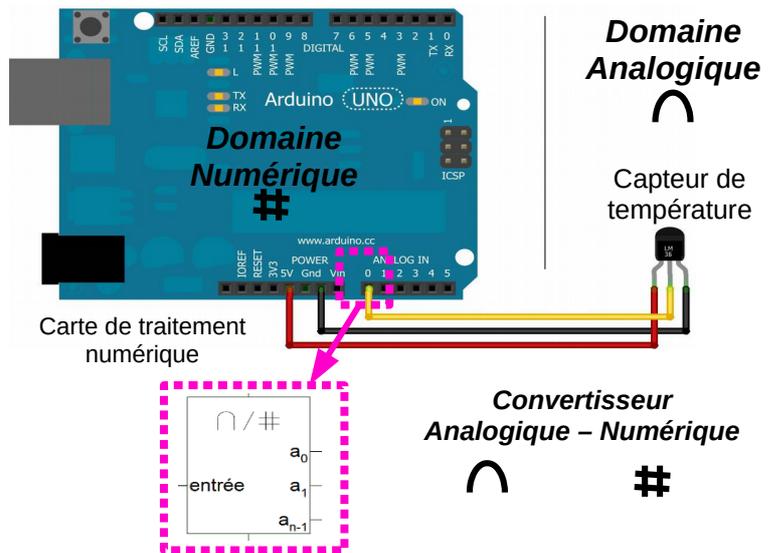
Généralités Conversion Analogique / Numérique (CAN) et Numérique / Analogique (CNA)

Conversion analogique / numérique

Le convertisseur analogique/numérique permet de communiquer d'un système analogique vers un système numérique.

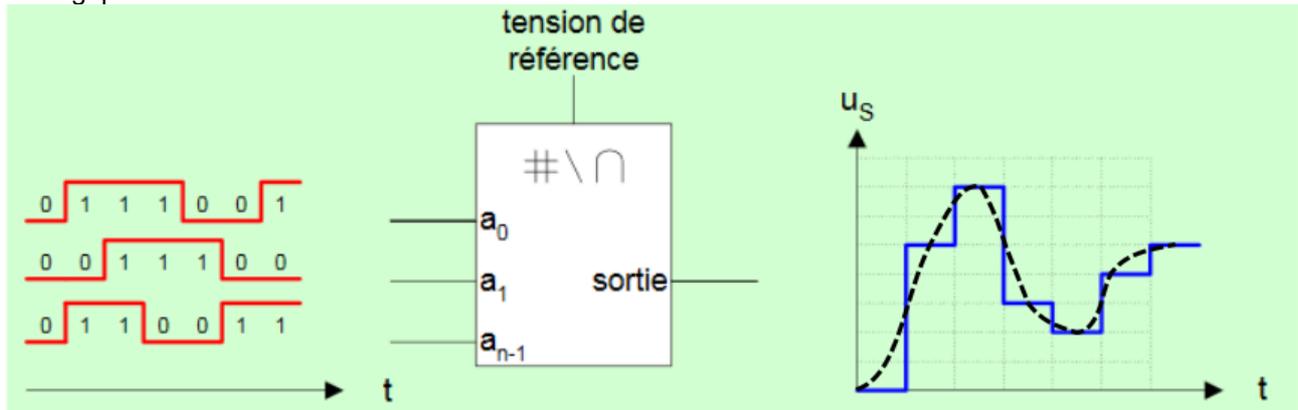
Exemples :

- Capteur de son (microphone) $\cap \rightarrow$ Carte-son \rightarrow Ordinateur #
- Capteur de température $\cap \rightarrow$ Carte d'acquisition \rightarrow Ordinateur #



Conversion numérique / analogique

Le convertisseur numérique/analogique permet de communiquer d'un système numérique vers un système analogique



Des filtres en sorties de convertisseurs permettent d'obtenir une courbe lissée (en pointillés).

Exemples :

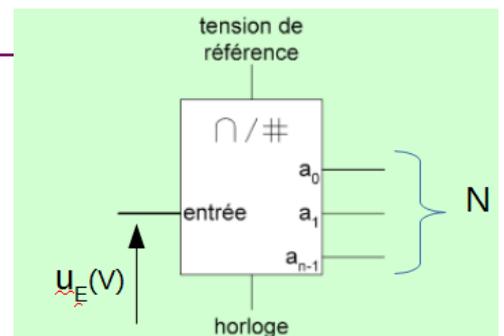
- Ordinateur # → Carte-son → amplificateur et haut-parleurs \cap
- CD # → Lecteur CD → amplificateur et haut-parleurs \cap

Conversion Analogique / Numérique (CAN)

Analog to Digital Converter (ADC)

Définition :

Un CAN convertit une tension (ou un courant) en un nombre binaire qui lui est proportionnel.
L'entrée est une tension analogique comprise entre u_{Emin} et u_{Emax}



La sortie est numérique (n bits) : exemple avec 12 bits : $N = 110010011011_{(2)}$

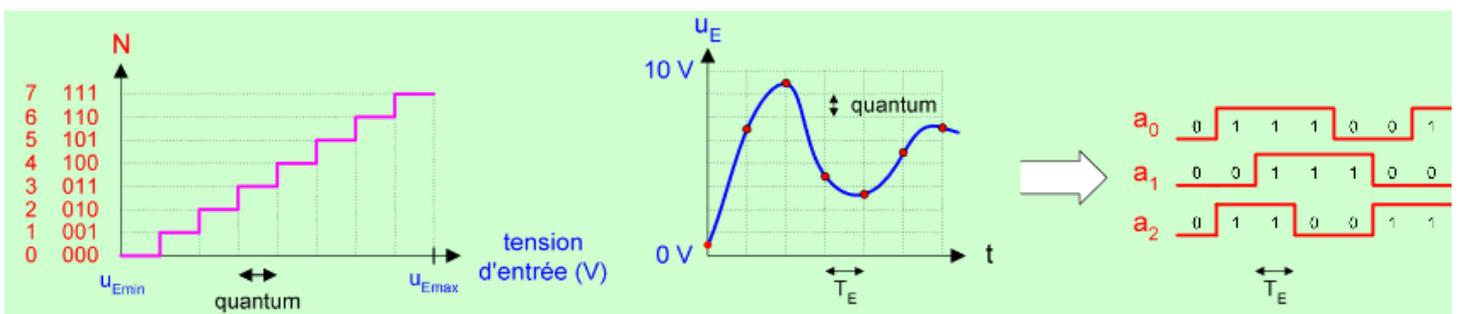
La valeur maximale de N vaut $N_{max} = 2^n - 1$ exemple avec 12 bits : $N_{max} = 2^{12} - 1 = 4095$

Fonction de transfert :

$$N = \frac{u_E - u_{Emin}}{q} \quad \text{Avec le quantum (précision)} \quad q = \frac{\Delta u_{Pleine \text{ échelle}}}{2^n - 1} = \frac{u_{Emax} - u_{Emin}}{2^n - 1}$$

La **résolution numérique** d'un convertisseur correspond à son nombre de bits n .

Remarque : $\frac{1}{q}$ représente la pente



Conversion Numérique / Analogique (CNA)

Digital to Converter Analog (DAC)

Définition :

Un CAN convertit un nombre binaire en une tension (ou un courant) qui lui est proportionnelle.

L'entrée est numérique (n bits) : exemple avec 8 bits $N = 10011011_{(2)}$

La valeur maximale de N vaut $N_{max} = 2^n - 1$ exemple sur 8 bits $N_{max} = 2^8 - 1 = 255$

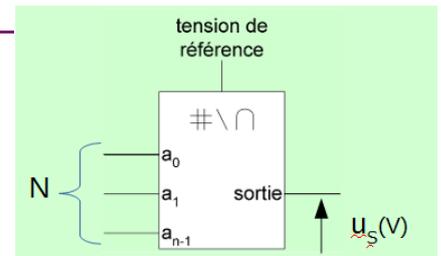
La sortie est une tension analogique comprise entre u_{Smin} et u_{Smax}

Fonction de transfert :

$$u_S = q \cdot N + u_{Smin} \quad \text{Avec le quantum (précision)} \quad q = \frac{\Delta u_{\text{Pleine échelle}}}{2^n - 1} = \frac{u_{Smax} - u_{Smin}}{2^n - 1}$$

La **résolution numérique** d'un convertisseur correspond à son nombre de bits **n**.

Remarque : q représente la pente



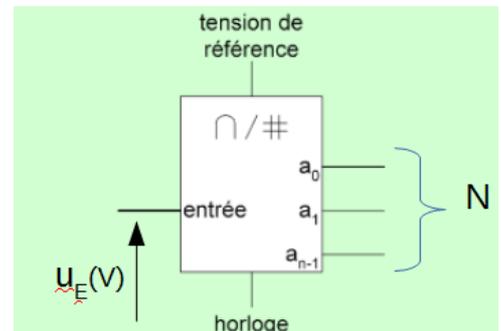
Exercice 1

Soit un C.A.N 12 bits d'excursion pleine échelle 0/+5 Volts.

Tracer la caractéristique de transfert ;

Déterminer le quantum (résolution) ;

Déterminer N en base 2 et base 10 pour $U_E = 3.2V$



Exercice 2

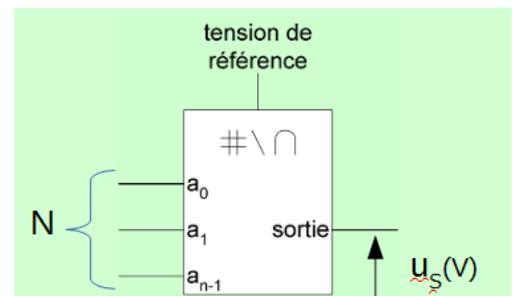
Soit un C.N.A 10 bits d'excursion pleine échelle 0/+10V

Tracer la caractéristique de transfert ;

Déterminer le quantum (résolution) ;

Déterminer U_S pour $N=804_{(10)}$

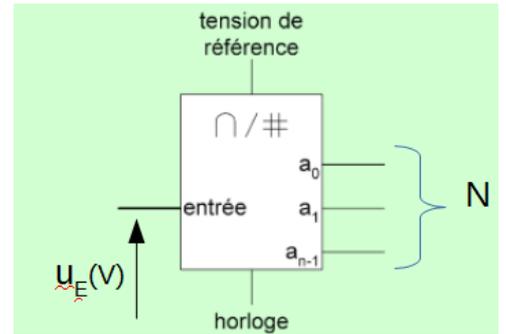
- donner la résolution du CAN ;
- calculer le quantum pour une pleine échelle de mesure de 10V ($U_{Emin}=0$ et $U_{Emax}=10V$) ;
- déterminer la valeur de N pour $u_E = 3,2V$.



Exercice 3 :

Soit un C.A.N 11 bits d'excursion pleine échelle -5/+5 Volts.
Le bit de poids fort (MSB) est utilisé pour le bit de signe.

- Tracer** la caractéristique de transfert ;
- Déterminer** le quantum (résolution) ;
- Déterminer** N en base 2 et base 10 pour $U_e = 2.7\text{ V}$

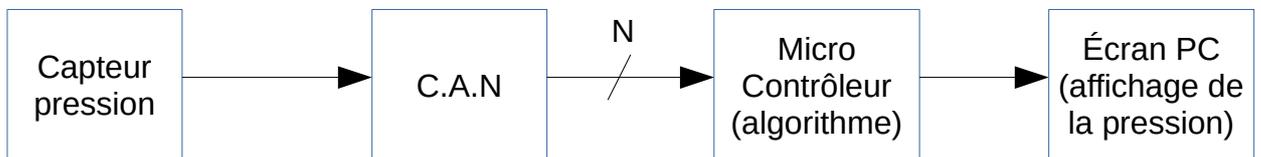


Exercice 4 :

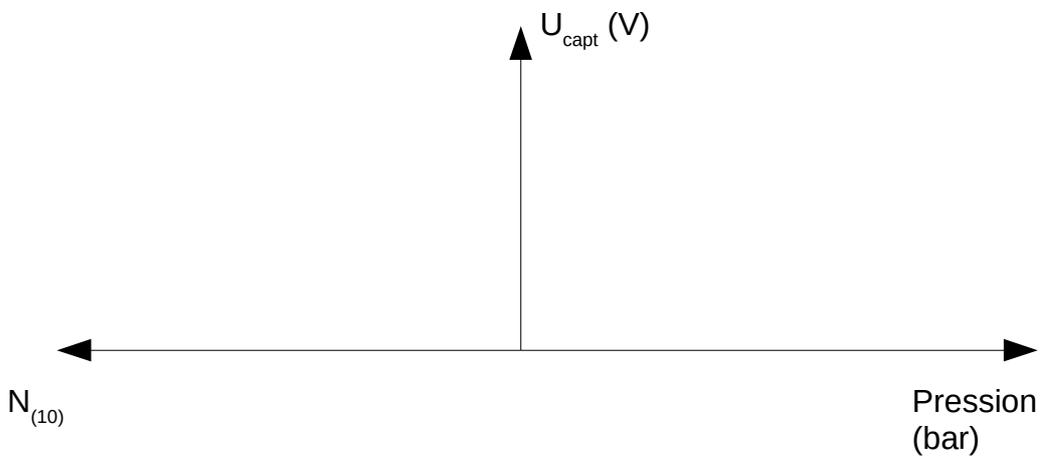
Vous souhaitez afficher sur l'écran d'un Ordinateur (PC) la pression mesurée par un capteur de pression.
La chaîne d'information est représentée ci-après.

0/+3 bars - 0/+10 V

12 bits



- Tracer** la caractéristique pression/tension du capteur de pression en regard de la caractéristique de transfert du C.A.N (à faire sur la figure ci-après) ;
- Exprimer** $N = f(\text{pression})$ puis $\text{Pression} = f(N)$;
- Déterminer** la plus petite valeur de pression détectable.

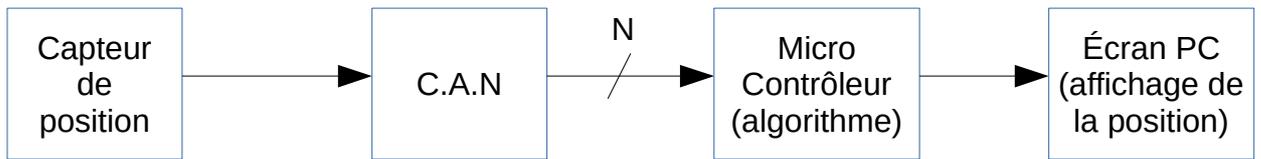


Exercice 5 :

Vous souhaitez afficher sur l'écran d'un Ordinateur (PC) la position mesurée par un capteur de position. La chaîne d'information est représentée ci-après.

0/+100 cm - 0/+5 V

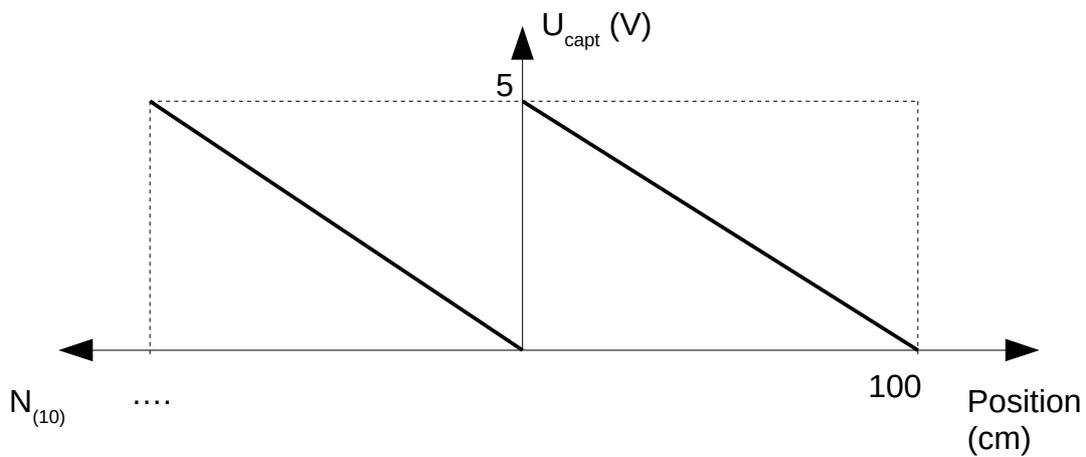
10 bits



Compléter la caractéristique position/tension du capteur de pression en regard de la caractéristique de transfert du C.A.N (à faire sur la figure ci-après) ;

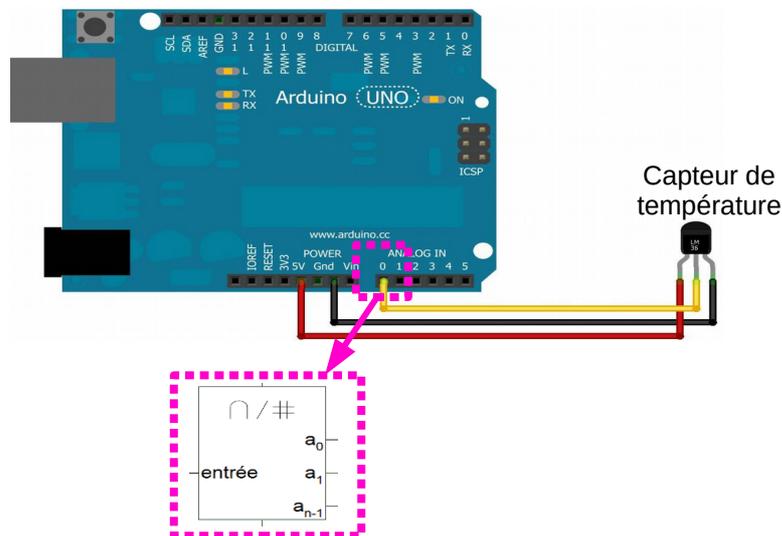
Exprimer $N = f(\text{position})$ puis $\text{Position} = f(N)$;

Déterminer la plus petite valeur de position détectable.

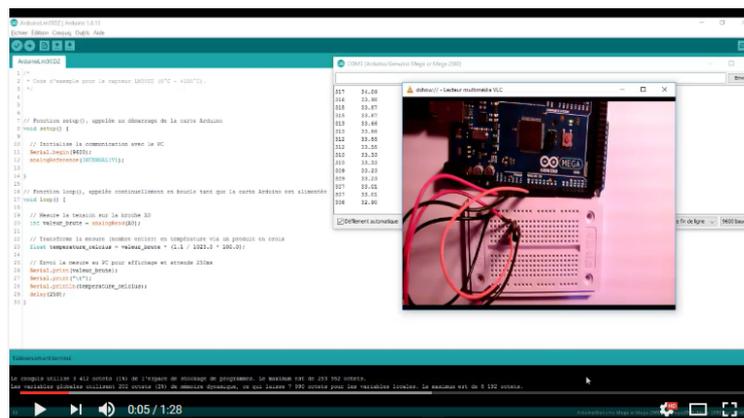


Exercice 6 :

Le C.A.N utilisé dans la carte Arduino est de 10 bits avec une entrée pouvant varier de 0 à 5V. Le capteur de température utilisé figure ci-après, fournit une tension de 10mV/°C (plage de mesure du capteur 0 à 100°C).



La vidéo suivante met en évidence la conversion analogique numérique dans le cas de l'exemple ci-dessus.



- 1- Déterminer le quantum du C. A .N.
- 2- Tracer la caractéristique température/tension du capteur et en correspondance celle du CNA
- 3-Déterminer la valeur numérique N contenue dans la carte Arduino pour une température de 20°C par la méthode « proportionnelle » puis par application de la formule régissant un CAN.
- 4-Déterminer la précision de la mesure en °C (liée à la précision du CNA).

Le quantum peut être amélioré dans une carte Arduino Méga (et par voie de conséquence, la précision du capteur) en ajoutant la commande « analogReference(INTERNAL1V1) ». La conséquence est que l'étendue pleine échelle du CAN passe de 0-5V à 0-1,1V.

Refaire les questions précédentes (de 1 à 4) pour la nouvelle étendue pleine échelle.