

td	td ACQ 2.2	TSI1 (Période 3)
	Conversion Analogique Numérique CAN ou Numérique Analogique CNA	2h
	Cycle 8 : Acquérir Conditionner Traiter	4 semaines

ANALYSER Caractériser un constituant de la chaîne d'information.

MODELISER Identifier les phénomènes physiques à modéliser.

MODELISER Établir un modèle de comportement à partir d'une réponse temporelle ou fréquentielle. \leq

EXPERIMENTER Justifier le choix d'un appareil de mesure ou d'un capteur vis-à-vis de la grandeur physique à mesurer.

EXPERIMENTER Identifier les erreurs de mesure et de méthode.

CONCEVOIR Choisir la technologie des composants de la chaîne d'information.

1 Numérisation d'un signal sinusoïdal

Un signal sinusoïdal $u(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi ft)$ est échantillonné à la fréquence $f_E = 12 \cdot f$.

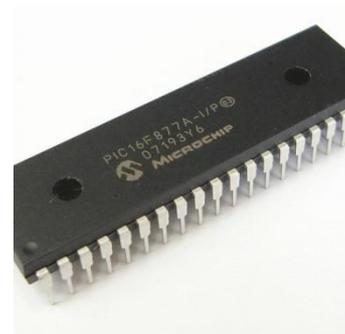
- 1) Quel est le nombre N d'échantillons par période ?
- 2) Calculer les valeurs numériques u_n des N échantillons lorsque $\hat{U} = 10 \text{ V}$ en supposant $u_0 = 0$.
- 3) Tracer sur le même graphique :
le signal échantillonné $u_e(t)$;
le signal échantillonné-bloqué $u_b(t)$;
le signal analogique $u(t)$.
- 4) Calculer la valeur efficace du signal échantillonné-bloqué $u_b(t)$. Le comparer à la valeur efficace

$$U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} \text{ du signal } u(t).$$

2 CAN du microcontrôleur 16F877A

Caractéristique du CAN du microcontrôleur 16F877A

Le microcontrôleur 16F 877A est doté d'un convertisseur analogique/numérique. Ceci lui permet de traiter des informations analogiques pour mesurer des grandeurs physiques par exemple. Ce CAN a une résolution de 10 bits et possède une tension de référence $V_{ref} = +5\text{V}$.



- 5) Calculer le quantum du convertisseur
- 6) Pour les différentes valeurs de la tension d'entrée V_e , calculer N la valeur décimale de sortie du convertisseur. Donner les valeurs binaires correspondantes :

V_e (V)	N (décimal)	N binaire (b9 à b0)											
1													
2													
3													
4													
5													

3 Conversion numérique analogique

Une carte d'acquisition (et de pilotage) **Arduino Uno** dispose en sortie de convertisseurs numériques analogiques dont les caractéristiques sont les suivantes :

- *tension pleine échelle* : $V_{pe}=5V$,
- *codage sur $n=8$ bits*.

7) Calculer le quantum q du CNA des ports de sortie.

8) Quel est le plus petit et le plus grand mot décimal codable pour cette sortie numérique ?

9) Quelle tension V_i sera délivrée en sortie pour les mots b_i suivants :

- $b_1="00000001"$,
- $b_2="11111111"$,

10) Calculer le mot binaire b à envoyer au niveau du port de sortie pour coder le mot décimal $M=235_{(10)}$.

11) Ecrire une fonction **binaire()** qui admet en entrée un nombre décimal et qui renvoie en sortie sa conversion en binaire sous la forme d'une chaîne de caractère (voir le pseudo-code suivant).

Fonction binaire (M)

$n \leftarrow 0$

tant que $2^n < M$ répéter

$n \leftarrow n+1$

$b \leftarrow$ chaîne de caractère vide

$R \leftarrow M$

Pour i variant de n à 0 inclus par pas de -1 faire

 Si $2^{**i} \geq R$ alors

$R \leftarrow R - 2^{**i}$

 Ajouter l'élément "1" à b

 Sinon

 Ajouter l'élément "0" à b

 Fin Si

Fin Pour

Renvoyer b

Fin fonction binaire

12) En déduire l'expression qui permet d'affecter à b_1 le mot binaire associée au mot décimal contenu dans M_1 .

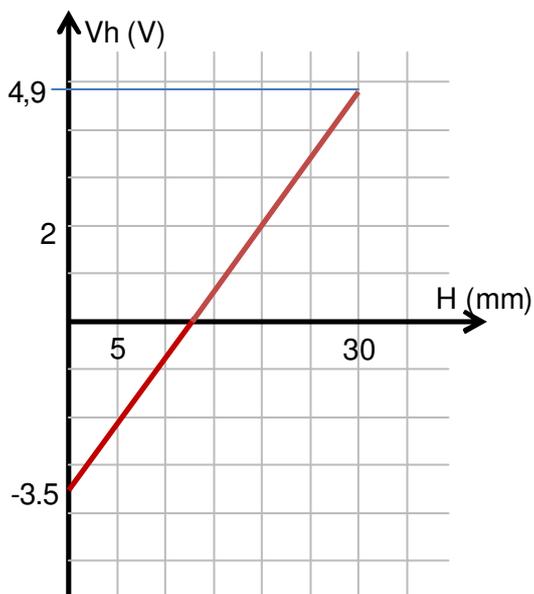
13) Proposer une adaptation de la fonction **binaire()** afin qu'elle renvoie une chaîne de caractères au format attendu pour un nombre binaire : la chaîne de caractères doit commencer par "**0b**" (on n'indiquera que la ligne à modifier).

4 Mesure de la hauteur d'une pièce

Il est possible d'utiliser un micromètre analogique pour mesurer la hauteur H des pièces. Le micromètre entraîne le curseur d'un potentiomètre qui délivre une tension V_h proportionnelle à la hauteur de la pièce mesurée.

Cette tension est ensuite convertie en un nombre binaire proportionnel N codé sur 11 bits auquel s'ajoute un bit de signe. (La tension de référence du convertisseur V_{ref} vaut 5 V).

On donne la caractéristique $V_h=f(h)$ ci-après :



14) Déterminer a et V_{h0} afin d'établir l'équation de la droite $V_h = a.H + V_{h0}$.

15) Calculer le quantum q du convertisseur.

16) Donner la relation liant le nombre N en sortie du convertisseur en fonction de V_h .

17) Pour les 2 valeurs limites de la tension d'entrée V_h délivrée par le capteur, calculer la valeur décimale de sortie N du convertisseur. Donner les valeurs binaires correspondantes.

18) Déterminer les hauteurs minimales H_{min} et maximales H_{max} des pièces qui peuvent être mesurées par le convertisseur analogique numérique.

5 Mesure de la température d'une pièce

On désire mesurer la température dans un local entre $[-10 ; +40]$.

19) Si l'on veut un affichage avec une précision du degré, sur combien de bits n doit-on coder pour respecter le cahier des charges ?

Cet affichage ne nous permet pas une précision de lecture suffisante et l'on veut maintenant une précision du dixième de degré.

20) Sur combien de bits n doit-on coder pour respecter le nouveau cahier des charges ?

Le capteur fonctionne sous une tension de référence de +10V.

21) Quel est le quantum q du convertisseur intégré avec le capteur ?

22) Quel est la sensibilité S du capteur s'il délivre effectivement au maximum une tension 10V.

La carte de contrôle vient de recevoir le mot binaire suivant : "011110000"

23) Déterminer la température à laquelle cela correspond.

24) Ecrire une fonction **dec()** qui admet en entrée un nombre binaire **b** (chaîne de caractères contenant des "0" ou/et des "1") et renvoie en sortie un entier **d** dont la valeur est obtenu par conversion de **b** en base 10 (attention le résultat de la conversion devra effectivement être un entier).

25) Ecrire une instruction qui affiche du programme vers la console le nombre décimal associé au nombre binaire **b1= "011110000"**.

26) Ecrire une fonction **temp()** qui admet en entrée un nombre binaire **b** (chaîne de caractères contenant des "0" ou/et des "1") et renvoie en sortie un flottant **teta** égale à la température en °C dont **b** est l'image (on utilisera la fonction **dec()**).

27) Ecrire une instruction qui affiche du programme vers la console la température associée au nombre binaire **b1= "011110000"**.