

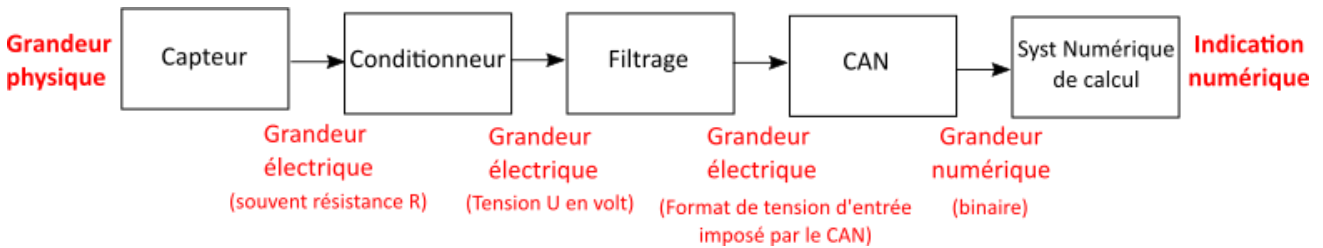


Fiche de synthèse n° 1

Transmission de signaux numériques

1. Chaîne d'informations

Dans cette partie, nous nous placerons dans le cadre d'une chaîne de mesure. Elle permet de transformer une information physique (vitesse, débit, etc.) en une indication numérique image de la valeur de la grandeur physique associée. La chaîne de mesure est essentiellement constituée d'un capteur, d'un conditionneur, d'un dispositif de filtrage si nécessaire, d'un convertisseur analogique numérique puis d'un système numérique de calcul.



L'objectif est de réaliser un traitement du signal électrique issu du capteur afin d'afficher en bout de chaîne une valeur numérique à l'image de la grandeur physique à laquelle est sensible le capteur.

2. Capteur

2.1. Rôle

Le capteur de mesure est un dispositif destiné à modifier le support physique d'informations. En particulier, les capteurs convertissent une grandeur physique quelconque en grandeur électrique.

La majorité des capteurs utilisés au laboratoire (Pt100, photorésistance, jauge de contraintes...) convertissent la grandeur physique (respectivement la température, la quantité de lumière, la force...) en résistance électrique.

2.2. Caractéristique statique

La caractéristique statique d'un capteur permet de donner le lien entre la grandeur électrique de sortie et la grandeur physique à laquelle il est sensible. Il s'agit soit d'une expression mathématique soit d'un graphique.

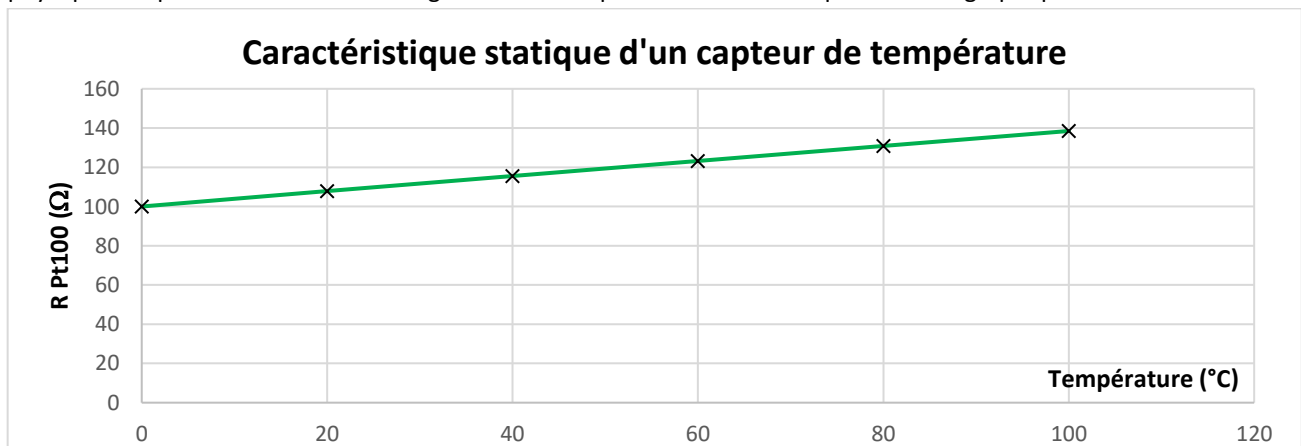


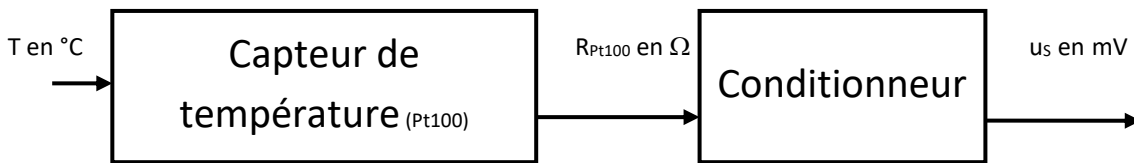
Figure 1 : Exemple d'un capteur de température



3. Conditionneur

3.1. Rôle

Le capteur délivre une grandeur électrique (souvent sous forme de résistance en ohms) alors que l'élément principal de la chaîne (le CAN voir partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) nécessite une tension en entrée.



Le conditionneur sert à transformer cette grandeur électrique peu exploitable en une autre plus adaptée au dispositif d'acquisition de données (une tension normalisée 0 à 10 V pour une numérisation ou une intensité normalisée 4 à 20 mA dans le cas d'une boucle de courant).

3.2. L'amplification d'une tension

L'information résistance en ohms issue du capteur est transformée en tension mais le niveau de tension est parfois faible : de l'ordre du millivolt. La transformation d'une tension en mV vers une tension en volt est réalisée par un amplificateur.

Un montage amplificateur permet d'obtenir une tension de sortie de la même forme que la tension d'entrée mais amplifiée. Le montage amplificateur est caractérisé par le **coefficient d'amplification A** du montage. A est le rapport de la tension de sortie sur la tension d'entrée : $A = \frac{V_S}{V_E}$.

Pour déterminer le coefficient d'amplification, on peut tracer la caractéristique de transfert $V_S(V_E)$ du montage amplificateur et déterminer le coefficient directeur de la droite.

4. Le filtrage d'une tension

4.1. Rôle

Tout comme en optique, un **filtre** en électronique permet de ne sélectionner qu'une bande de fréquences dans le spectre du signal d'entrée.

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** donne un exemple de l'oscillogramme du signal à la sortie du conditionneur. On observe un signal variant autour d'une valeur moyenne de 4 V. Seule cette valeur moyenne est utile pour retrouver la valeur de la grandeur mesurée, les variations du signal correspondent à des oscillations parasites qu'il faut chercher à supprimer. Un **filtre** électronique, intégré dans la chaîne de mesure, va permettre de conserver la valeur moyenne et de supprimer les oscillations parasites.

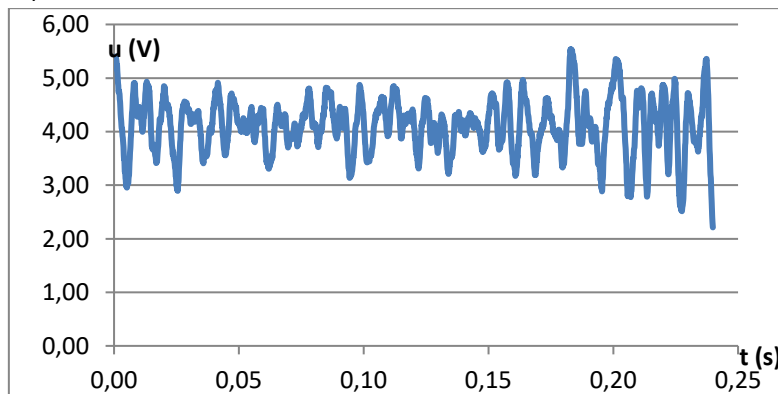


Figure 2 : oscillogramme du signal conditionné

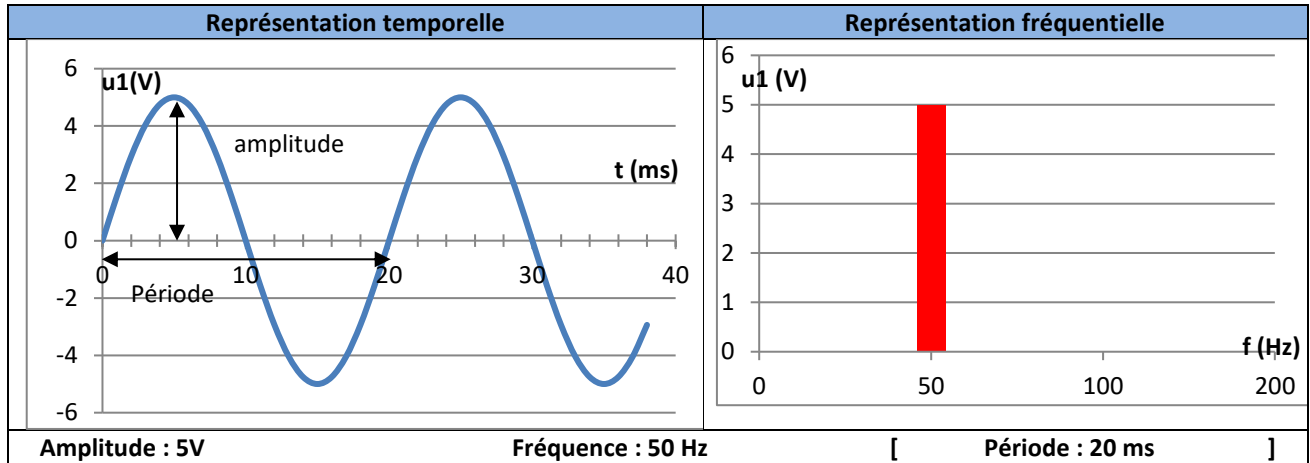
4.2. Spectre d'un signal

Signal sinusoïdal simple

On connaît un signal sinusoïdal si on a accès à deux grandeurs caractéristiques :

- Amplitude (en V)
- Fréquence (en Hz)

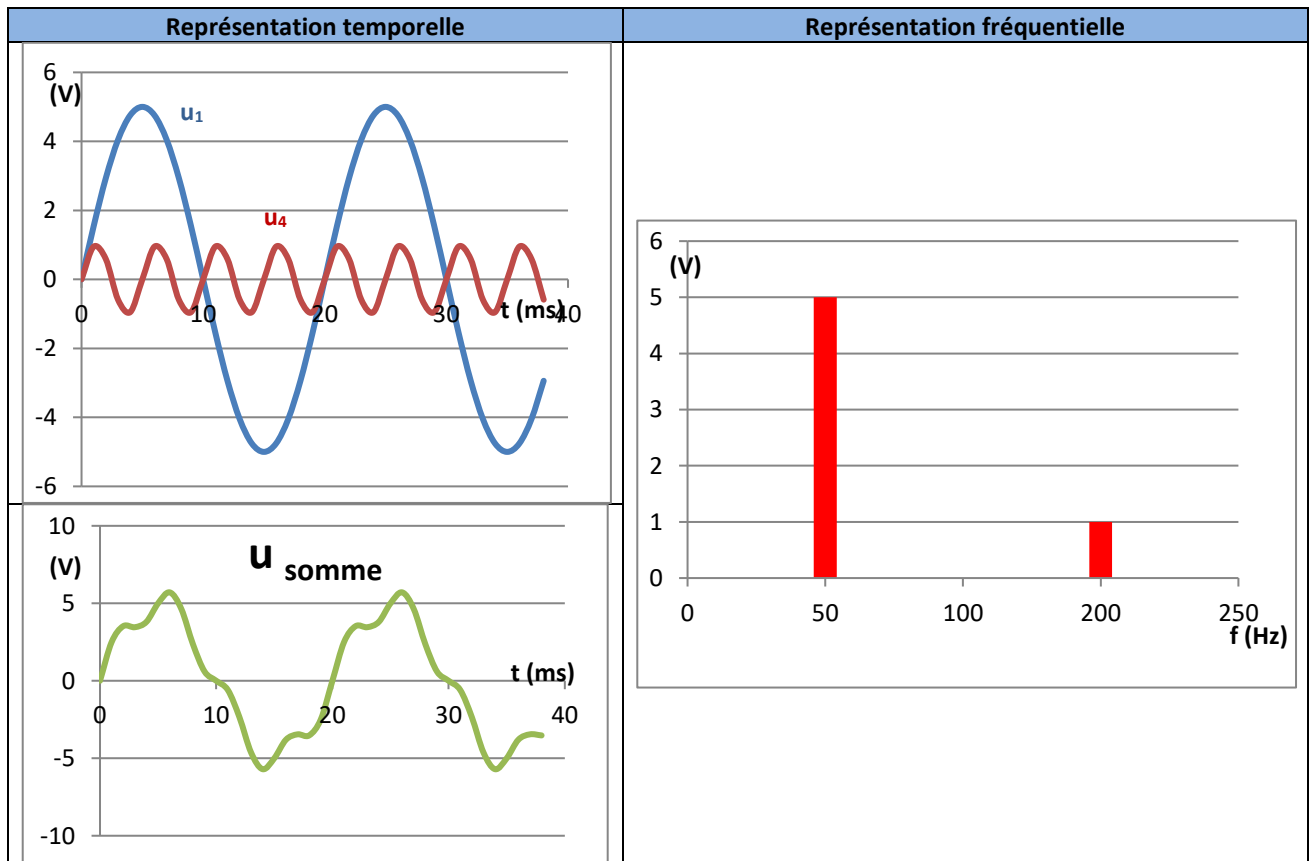
Ce signal admet alors deux types de représentations :



Dans la représentation fréquentielle (le spectre), une raie représente un signal sinusoïdal.

Le **spectre** d'un signal correspond à la représentation fréquentielle du signal. Dans le cas d'un signal périodique, il s'agit de raies (des signaux sinusoïdaux dont l'amplitude est donnée par la hauteur de la raie correspondante et la fréquence son abscisse).

Somme de deux signaux sinusoïdaux





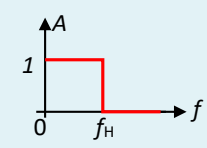
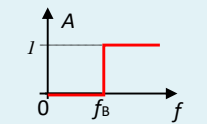
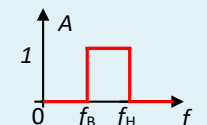
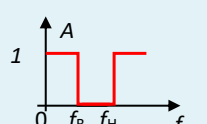
Le signal u_{somme} est obtenu en effectuant la somme des deux signaux sinusoïdaux u_1 (de fréquence 50Hz) et u_4 (de fréquence 200Hz). Le signal u_{somme} n'est pas un signal sinusoïdal mais il est périodique. Sa représentation fréquentielle montre clairement qu'il est constitué de deux signaux sinusoïdaux.

Remarque : un signal continu est un signal sinusoïdal de fréquence nulle. Sa représentation fréquentielle sera donc une raie de fréquence nulle et d'amplitude égale à la valeur de la tension continue.

4.3. Les différents filtres

Un filtre est défini par l'évolution de sa fonction de transfert A en fonction de la fréquence f avec $A = \frac{U_s}{U_e} = \frac{\hat{u}_s}{\hat{u}_e}$

Les filtres sont classés suivant la bande de fréquence qu'ils laissent passer, on parle de **bande passante**. Il existe quatre types de filtre :

- Les **filtres passe bas** laissant passer les signaux de fréquences basses comprises dans la bande passante $[0 ; f_H]$:
 
- Les **filtres passe haut** laissant passer les signaux de fréquences hautes comprises dans la bande passante $[f_B ; +\infty[$:
 
- Les **filtres passe bande** laissant passer les signaux de fréquences comprises dans la bande passante $[f_B ; f_H]$:
 
- Les **filtres réjecteurs de bande** laissant passer les signaux de fréquences comprises dans la bande passante $[0 ; f_H] \cup [f_B ; +\infty[$:
 

La fréquence limite (f_B ou f_H) entre un signal qui passe et un signal qui ne passe pas s'appelle **la fréquence de coupure**.

Remarques :

- La plage de fréquence étant grande, l'axe des fréquences est souvent représenté avec une échelle logarithmique.
- Dans la bande passante, A peut être différent de 1. Si $A > 1$ alors le filtre amplifie le signal électrique et joue le rôle d'amplificateur (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)
- Un filtre est aussi caractérisé par son gain G exprimé en décibel (dB). Le gain est défini à partir du coefficient d'amplification par la relation : $G = 20 \times \log(A)$.
 Lorsque $A > 1$ alors $G > 0$ le signal est amplifié.
 Lorsque $A = 1$ alors $G = 0$ dB, le signal passe.
 Lorsque $A = 0$ alors G tend vers $-\infty$, le signal ne passe pas.

4.4. Répondre à un cahier des charges

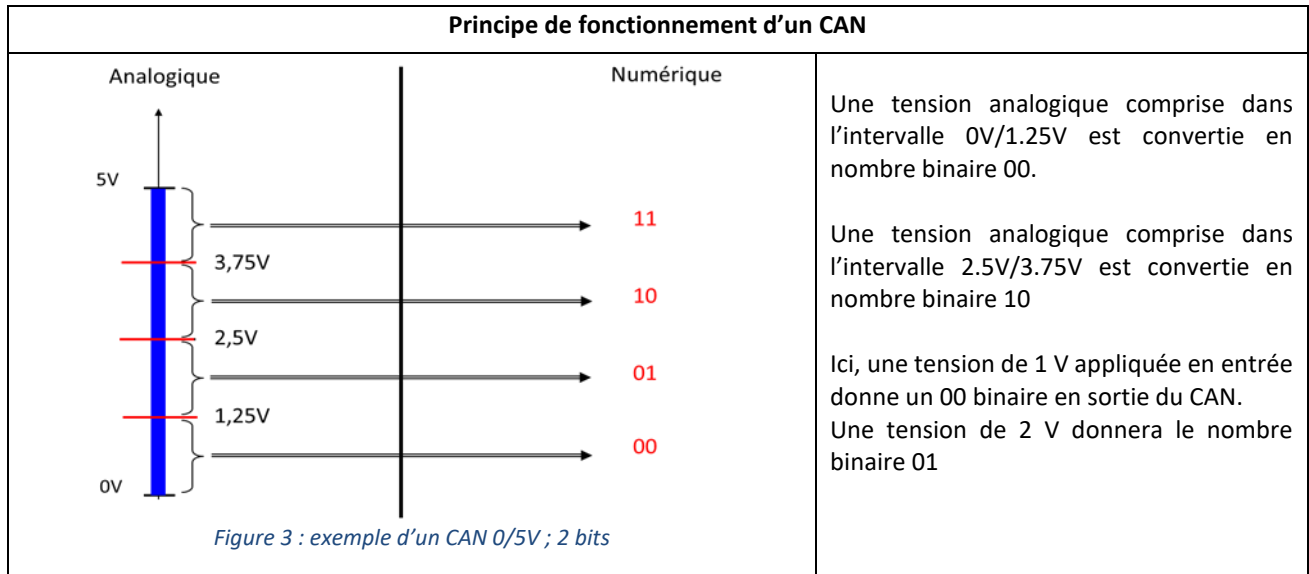
Les tensions électriques sont souvent la somme de signaux de différentes fréquences dont un seul est utile. La fonction filtrage permet de supprimer les parties des signaux de fréquences non désirées. La bande passante (BP) du filtre et donc la ou les fréquences de coupure sont choisies de telle sorte que la tension de sortie ne contienne que le signal utile.



5. La numérisation d'une tension

5.1. Rôle d'un convertisseur numérique analogique (CAN)

Un **convertisseur analogique-numérique** permet de convertir un signal analogique issu d'un **transmetteur** (ensemble capteur + conditionneur) en signal numérique. Il permet donc le passage d'un ensemble contenant une infinité de valeurs (le monde analogique) à un ensemble contenant une quantité finie de nombres (le monde numérique).



Cela signifie que le nombre binaire 01 en sortie du CAN indique que la tension en entrée du CAN appartient à l'**intervalle** [1,25 V – 2,5 V].

5.2. Caractéristiques d'un CAN

Comme indiqué dans l'exemple précédent, deux éléments sont caractéristiques du CAN : sa **gamme de tension en entrée** et le **nombre de bits N** en sortie. Cela permet de déterminer le quantum (1,25 V dans notre exemple) :

Le **quantum** Q correspond à la largeur d'un intervalle : $Q = \frac{\text{gamme}}{2^N}$

La conversion du signal analogique en nombre ne s'effectue pas de façon continue mais à un rythme particulier, on parle de période d'échantillonnage T_e .

On définit la fréquence de conversion : $f_e = \frac{1}{T_e}$