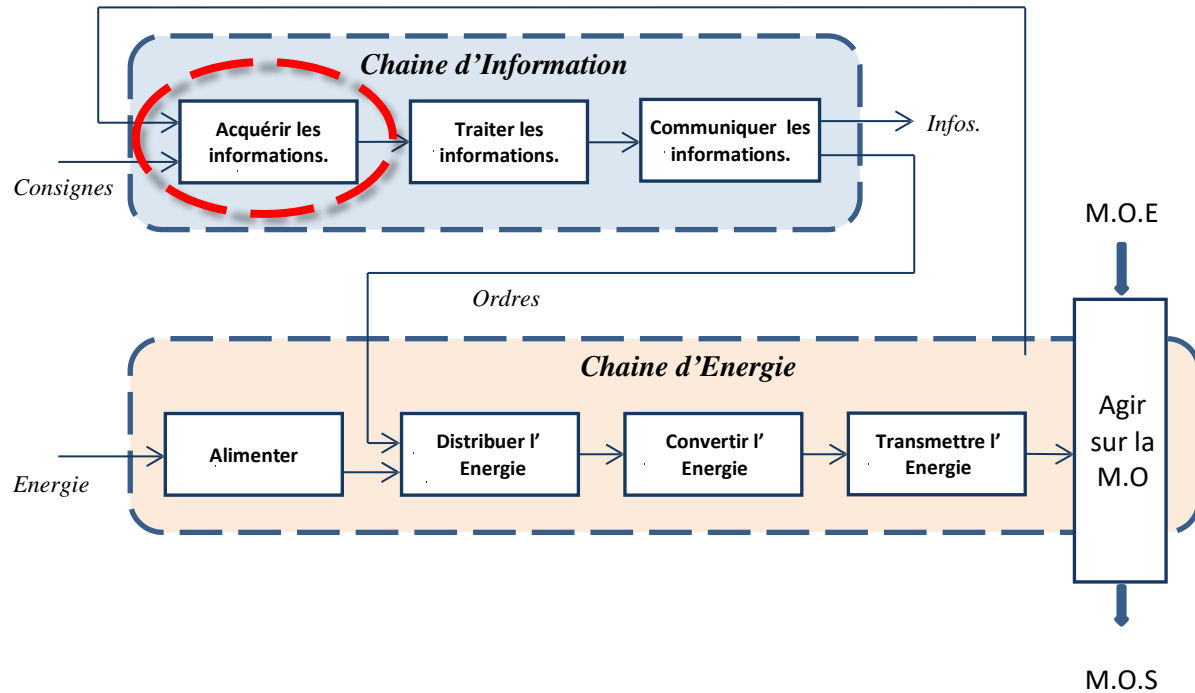


Date : _ _ _ _ _

A collection of various electronic components including resistors, capacitors, diodes, a microcontroller board, a potentiometer, a breadboard, a ribbon cable, a circular PCB, and a small circular component.

- ✓ Identifier la nature de l'information et la nature du signal
- ✓ Qualifier les caractéristiques d'entrée - sortie d'un capteur
- ✓ Identifier la nature et les caractéristiques des grandeurs en divers points de la chaîne d'information

1 INTRODUCTION



La chaine d'information d'un système pluri-technique reçoit :

- Des consignes provenant de l'utilisateur par une « interface homme-machine »
- Des mesures des paramètres de fonctionnement du système, ou des mesures de grandeurs physiques prises dans l'environnement du système.

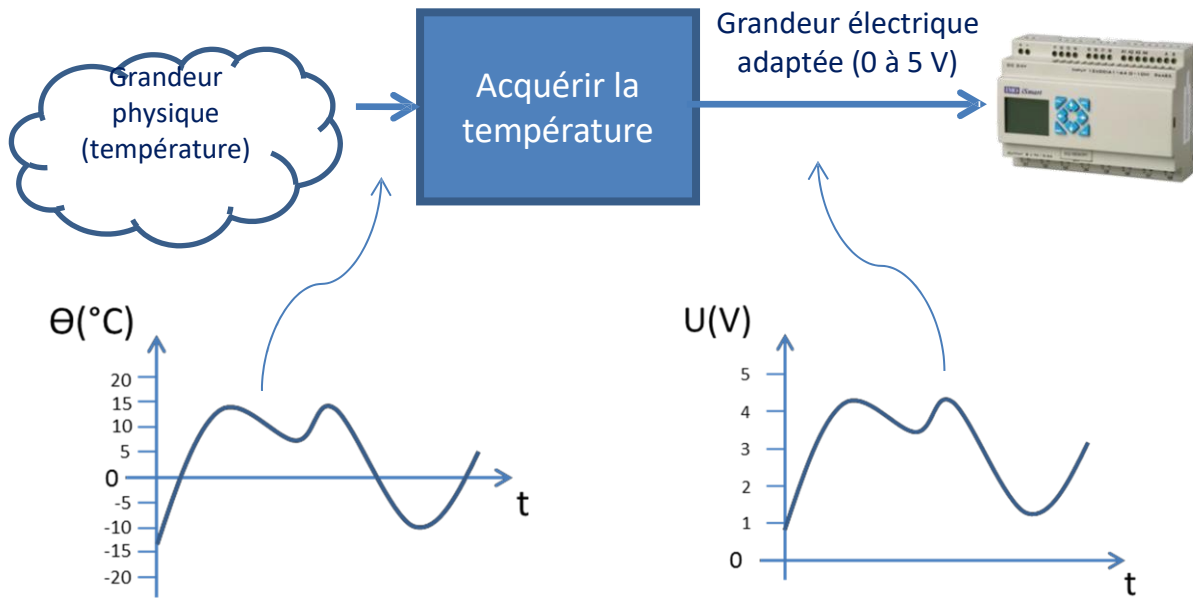
La fonction « Acquérir les informations » a pour but d'agir sur ces grandeurs d'entrées et de les transformer en images informationnelles utilisables par la fonction « Traiter les informations ».

1.1 La fonction « Acquérir les Informations »

La fonction Acquérir les Informations permet de faire correspondre, à une grandeur physique quelconque, une grandeur électrique qui pourra être traitée par la fonction Traiter les Informations.

La grandeur électrique en sortie de la fonction Acquérir les Informations est une « image » de la grandeur physique présente en entrée. Cette grandeur électrique est appelée **signal**.

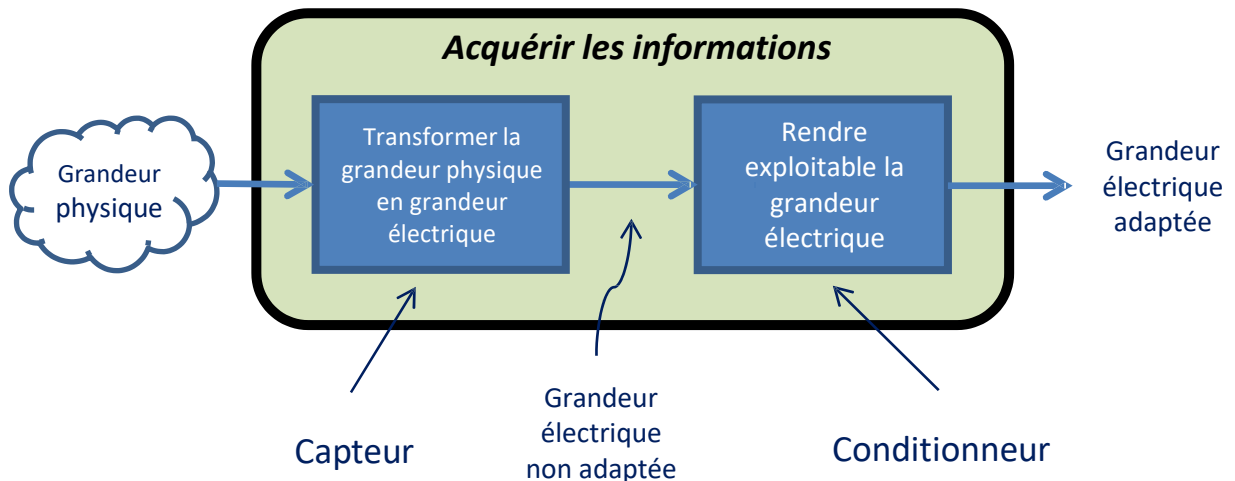
Comment acquérir une information ?



1.2 Capter et conditionner

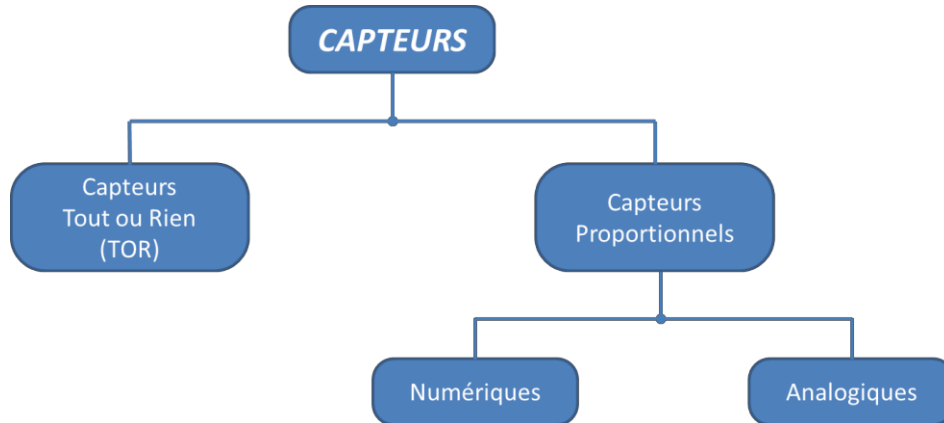
Pour réaliser la fonction « acquérir l'information » il faut :

- Transformer la grandeur physique en une grandeur électrique. Cette fonction est réalisée par un **capteur**.
- Adapter et/ou transformer la grandeur électrique fournie par le capteur en une grandeur exploitable facilement. Cette fonction est effectuée par un **conditionneur**.



2 LES CAPTEURS

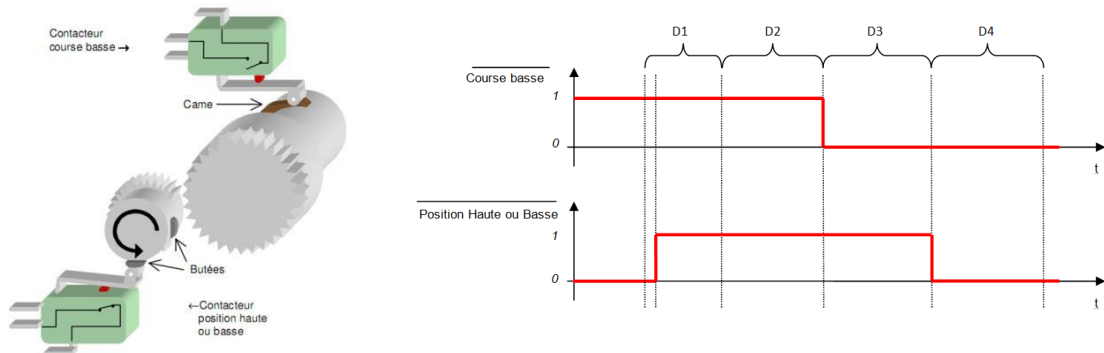
En fonction de la nature de l'information restituée, les capteurs peuvent se regrouper par familles :



2.1 Les capteurs « Tout Ou Rien » (T.O.R)

Ce type de capteur délivre une information binaire.

Exemple : Dans le système Vigipark, des capteurs de fin de course permettent de connaître la position de l'arceau.



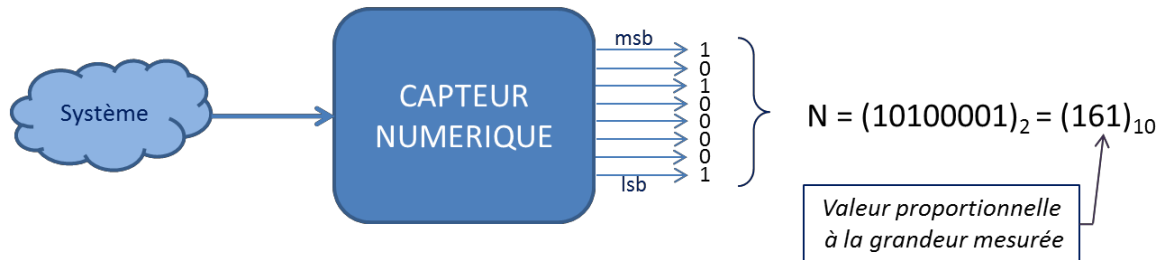
2.2 Les capteurs proportionnels

Les capteurs proportionnels restituent une grandeur proportionnelle à la grandeur mesurée. Ces capteurs peuvent restituer l'information sous forme :


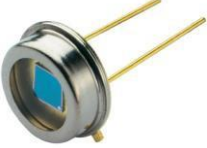
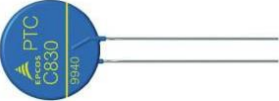



- ✓ Analogique : c'est une grandeur électrique (tension, courant, résistance, capacité, etc.) qui varie proportionnellement à la grandeur à mesurer.

Comment acquérir une information ?





- ✓ **Numérique** : le capteur restitue des signaux binaires qui représentent une valeur numérique proportionnelle à la grandeur à mesurer. Les capteurs numériques sont le plus souvent des capteurs dits « intelligents », c'est-à-dire qu'ils intègrent un conditionneur et un convertisseur analogique numérique.



2.2.1 Quelques capteurs proportionnels analogiques

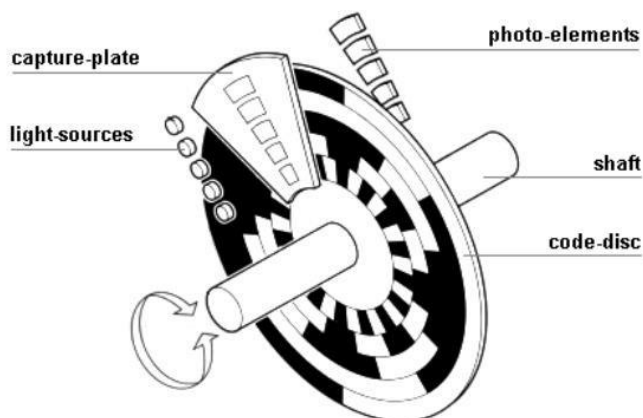
| | Nom | Grandeur mesurée | Grandeur en sortie |
|---|---------------------|------------------|--------------------|
|  | Photorésistance | Lumière | Résistance |
|  | Photodiode | Lumière | Tension / Courant |
|  | Thermistance | Température | Résistance |
|  | Thermocouple | Température | Tension |
|  | Potentiomètre | Position | Résistance |
|  | Jauge de contrainte | Déformation | Résistance |

Comment acquérir une information ?

| | Nom | Grandeur mesurée | Grandeur en sortie |
|--|------------------------------|-------------------|--------------------|
|  | Capteur d'humidité capacitif | Humidité de l'air | Capacité |
|  | Gyroscope | Vitesse angulaire | Tension |
|  | Capteur à effet Hall | Champ magnétique | Tension |
|  | Accéléromètre | Accélération | Tension |

2.2.2 Exemple de capteur numérique : Le codeur absolu

Un codeur absolu est un capteur doté d'un axe rotatif, et retournant un code binaire en fonction de la position angulaire de l'axe.



Le capteur est constitué d'un disque solidaire de l'axe, comportant des motifs pouvant être lus par un dispositif optique.

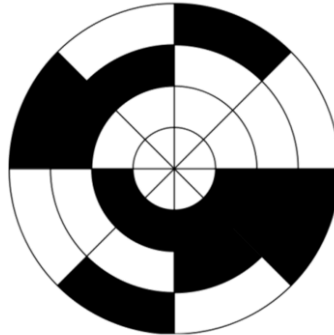
En fonction de la position du disque, chaque détecteur renvoi une information binaire. Le code formé par l'ensemble des détecteurs indique la position angulaire de l'axe du capteur.

Comment acquérir une information ?

Il existe deux types d'encodage :

- Encodage en binaire naturel

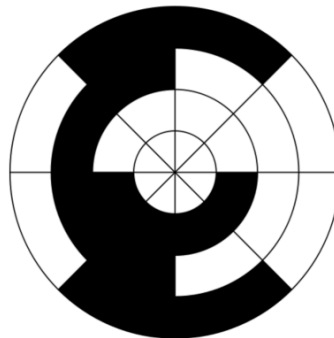
| Standard Binary Encoding | | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Sector | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Angle |
| 0 | off | off | off | 0° to 45° |
| 1 | off | off | ON | 45° to 90° |
| 2 | off | ON | off | 90° to 135° |
| 3 | off | ON | ON | 135° to 180° |
| 4 | ON | off | off | 180° to 225° |
| 5 | ON | off | ON | 225° to 270° |
| 6 | ON | ON | off | 270° to 315° |
| 7 | ON | ON | ON | 315° to 360° |



Le codage binaire naturel est facile à décoder, mais si les capteurs ne sont pas parfaitement synchronisés, des états transitoires erronés peuvent apparaître lors du passage d'un secteur à un autre.

- Encodage en binaire de Gray

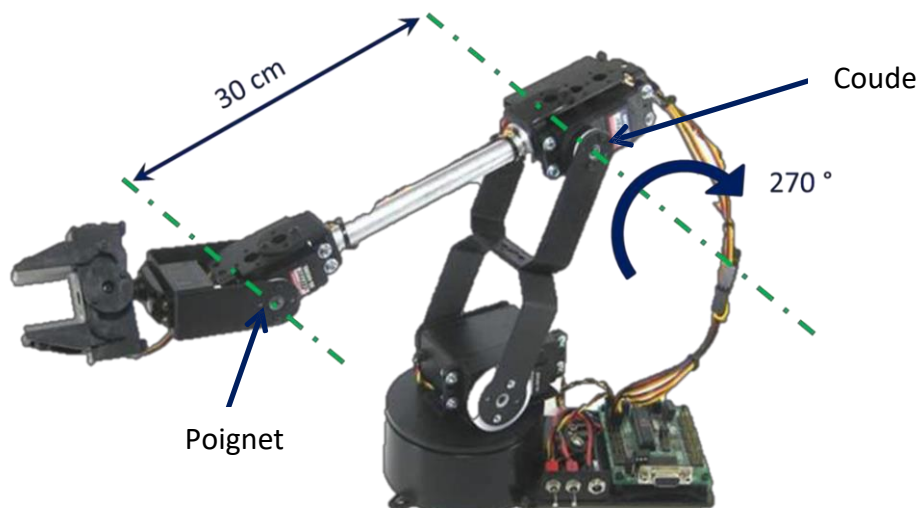
| Gray Coding | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Sector | Contact 1 | Contact 2 | Contact 3 | Angle |
| 0 | off | off | off | 0° to 45° |
| 1 | off | off | ON | 45° to 90° |
| 2 | off | ON | ON | 90° to 135° |
| 3 | off | ON | off | 135° to 180° |
| 4 | ON | ON | off | 180° to 225° |
| 5 | ON | ON | ON | 225° to 270° |
| 6 | ON | off | ON | 270° to 315° |
| 7 | ON | off | off | 315° to 360° |



Le binaire de Gray nécessite un décodage, mais comme il n'y a qu'un seul bit qui change d'un secteur à un autre, il évite les états transitoires erronés.

Exercice :

Un bras manipulateur d'une longueur de 30 cm possède un coude articulé capable d'effectuer un mouvement de rotation de 270° au maximum.



Comment acquérir une information ?

Question 1 :

On souhaite être capable de positionner le poignet du robot avec une erreur maximale de 0,5 mm. Pour cela, on place un codeur absolu sur l'articulation du coude. La plage de fonctionnement du codeur est de 360°.

Quelle doit être la résolution du codeur (c'est-à-dire le nombre d'états distincts pour un tour) ?

Question 2 :

Combien y a-t-il de signaux en sortie de ce capteur ?

3 CONDITIONNEMENT DU SIGNAL

Le conditionneur permet de rendre exploitable l'information présente en sortie du capteur. Les conditionneurs sont constitués, le plus souvent, de circuits électroniques analogiques. Certains conditionneurs peuvent également restituer l'information issue du capteur sous forme numérique.

Ci-contre, un conditionneur de jauge de contrainte :



3.1 Conditionneur linéaire

3.1.1 Exemple de conditionneur linéaire :

Le système SRC (Sécurité Refoulement Cheminée).

Les chaudières à gaz domestiques sont équipées d'un système de sécurité destiné à s'assurer en permanence que les gaz de combustion sont bien évacués par la cheminée. Si le conduit d'évacuation était obstrué, les gaz de combustion, parfois toxiques, seraient libérés dans le logement et représenteraient un danger mortel pour les occupants.

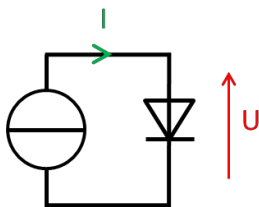


Le capteur du SRC mesure la température en sortie de la chambre de combustion. Si les gaz de combustion ne peuvent pas s'évacuer librement, la température augmente, et le système de traitement de l'information arrête la chaudière.



Etude du comportement du capteur :

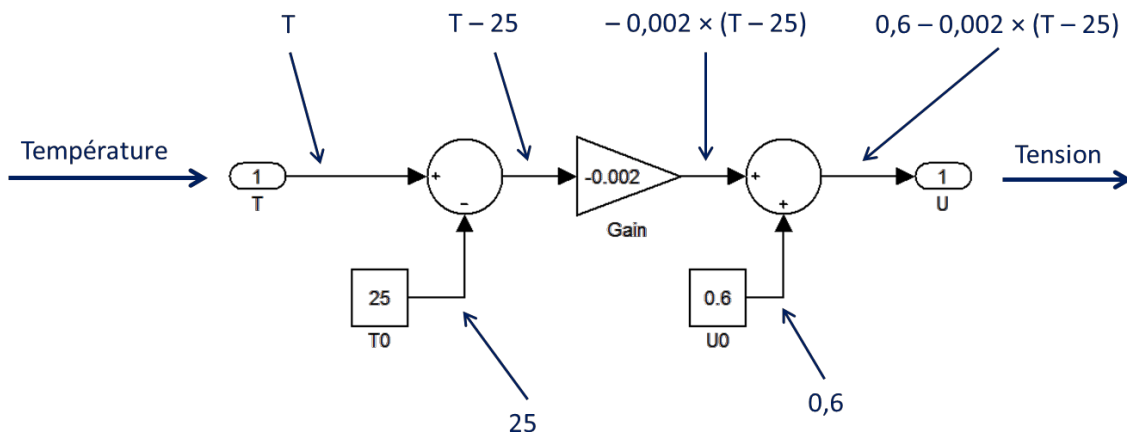
Le capteur est constitué d'une simple diode. En effet, la tension aux bornes d'une diode convenablement polarisée est de 0,6V à température ambiante (25°C), et diminue d'environ 2 mV par °C (cela dépend de la diode utilisée).



Question 1 : Exprimer la tension U en fonction de la température T.

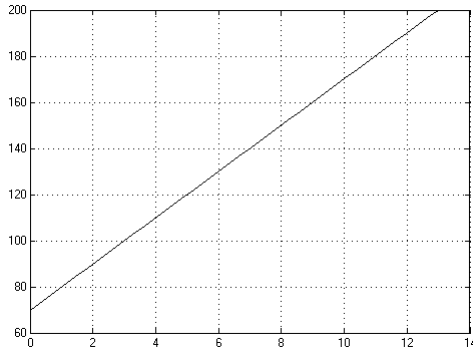
Modélisation du capteur sous forme de schéma bloc MATLAB-SIMULINK :

Le logiciel MATLAB-SIMULINK permet de simuler le comportement d'un système multi-physique en le représentant sous forme de schéma bloc.

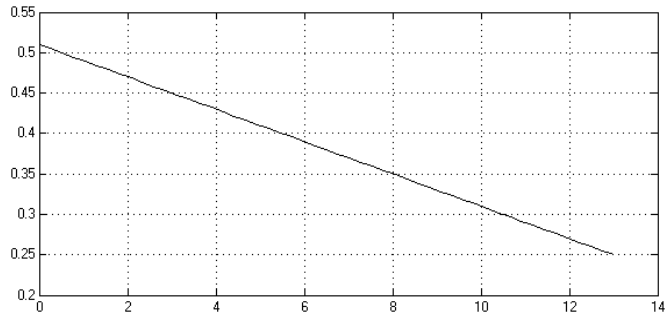


Comment acquérir une information ?

Simulation : On applique en entrée une rampe allant de 70°C à 200°C , et on observe la variation du signal de sortie.



Température du capteur



Tension en sortie du capteur

Question 2 :

Calculer les tensions en sortie du capteur pour les températures maximales et minimales. Vérifier les résultats avec la courbe donnée par le modèle de simulation.

Etude du comportement du conditionneur :

La température des gaz varie de 70° à 200° . Afin d'être compatible avec l'entrée du microcontrôleur du système de traitement de l'information de la chaudière, le conditionneur devra restituer une tension de 0V à 5V.

Question 3 :

Donner l'expression de U_s (tension en sortie du conditionneur) en fonction de U_c (tension en sortie du capteur).

Comment acquérir une information ?

[illegible]

Modélisation du conditionneur sous forme de schéma bloc MATLAB-SIMULINK :

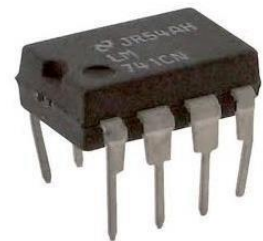
Question 4 :

Proposer un modèle sous forme de schéma bloc pour le conditionneur.




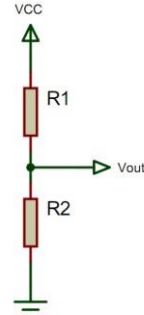
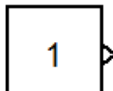
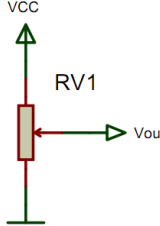

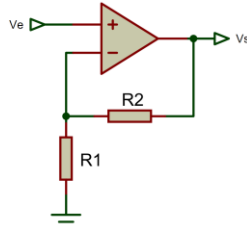
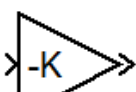
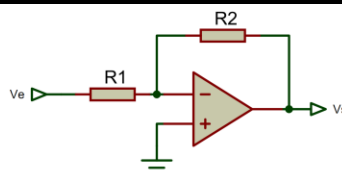
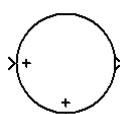
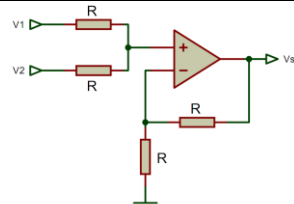
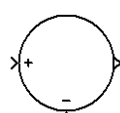
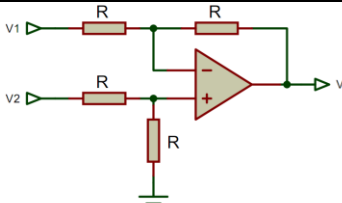
3.1.2 Réalisation des fonctions analogiques

Les opérations mathématiques (addition, soustraction, multiplication par une constante, etc.) nécessaires à la réalisation du conditionneur peuvent être obtenues grâce à des montages utilisant, notamment, des amplificateurs opérationnels.



Comment acquérir une information ?

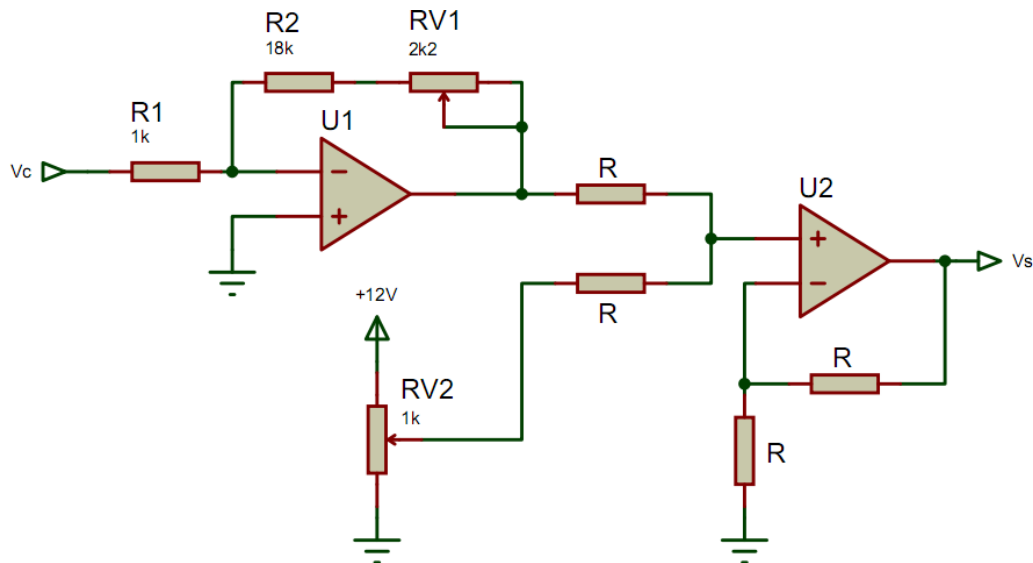
Principaux montages :

| Fonction | Matlab-Simulink | Schéma électrique | Equation |
|--------------------------|---|--|---|
| Constante |  Constant |  | $V_{out} = V_{cc} \times \frac{R2}{R1} + R2$ |
| Constante ajustable |  Constant |  | $V_{out} = \alpha \times V_{cc}$ |
| Amplification |  Gain |  | $V_s = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \times V_e$ $k = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$ |
| Amplification inverseuse |  Gain |  | $V_s = -\frac{R2}{R1} \times V_e$ $k = -\frac{R2}{R1}$ |
| Addition |  |  | $V_s = V_1 + V_2$ |
| Soustraction |  |  | $V_s = V_2 - V_1$ |

Comment acquérir une information ?

Etude du conditionneur du système SRC :

Le conditionneur du système SRC est réalisé à l'aide d'un montage électronique utilisant des amplificateurs opérationnels.



Question 5 :

Identifier et entourer les différents blocs composant le schéma du conditionneur.

Question 6 :

Calculer la valeur à donner à RV1

[illegible]

Question 7 :

Calculer la position (a) de RV2

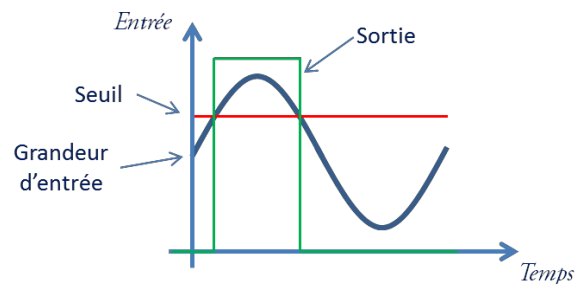
3.2 Conditionneur « tout ou rien »

Un conditionneur « tout ou rien » détermine si la grandeur d'entrée a franchie ou non un seuil. L'information en sortie du conditionneur tout ou rien est obligatoirement de nature booléenne, c'est-à-dire qu'elle ne peut prendre que deux valeurs : vrai ou faux.

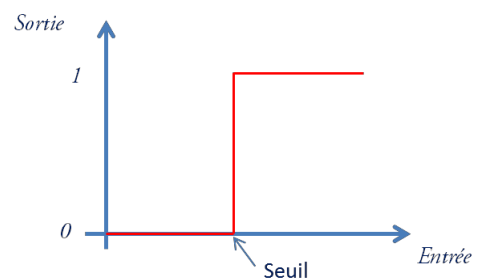


Lorsque la valeur du signal d'entrée est inférieure à la valeur du seuil, la sortie du conditionneur passe à l'état bas.

Lorsque la valeur du signal d'entrée est supérieure à la valeur du seuil, la sortie passe à l'état haut.



Le comportement du système peut être décrit par sa « caractéristique de transfert » qui représente l'évolution de la sortie en fonction de l'entrée.

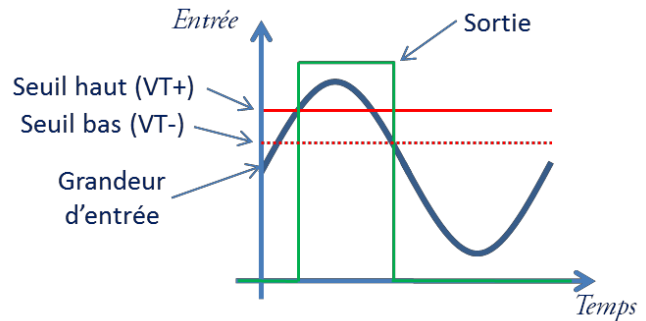


Comment acquérir une information ?

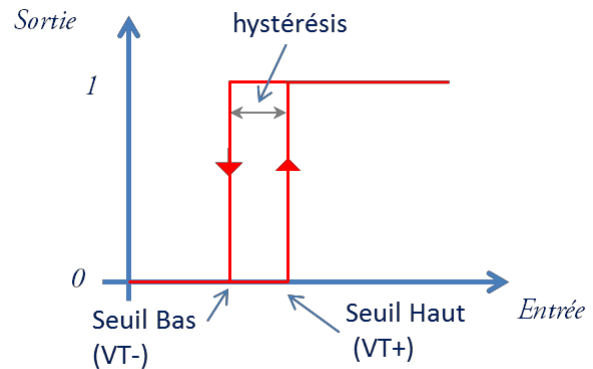
Dans la pratique le conditionneur possède deux seuils distincts afin d'éviter que la sortie ne devienne instable lorsque l'entrée est très proche du niveau de basculement.

Pour que la sortie du conditionneur passe à l'état haut, il faut que la grandeur d'entrée passe au-dessus du seuil haut.

Pour que la sortie du conditionneur passe à l'état bas, il faut que la grandeur d'entrée passe en dessous du seuil bas.



L'écart entre le seuil haut et le seuil bas est appelé hystérésis.

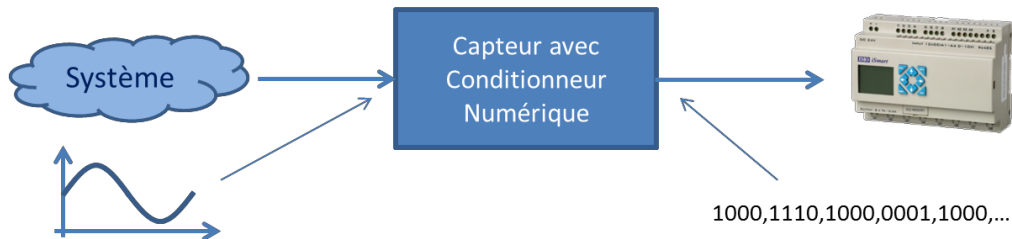


La fonction « comparer » :

| Fonction | Matlab-Simulink | Schéma électrique | Equation |
|----------|-----------------|-------------------|---|
| Comparer | | | $V_{th+} = V_0 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$ $V_{th-} = V_0 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) - V_{cc} \frac{R_1}{R_2}$ $V_0 = \frac{V_{cc} R_4}{R_3 + R_4}$ |

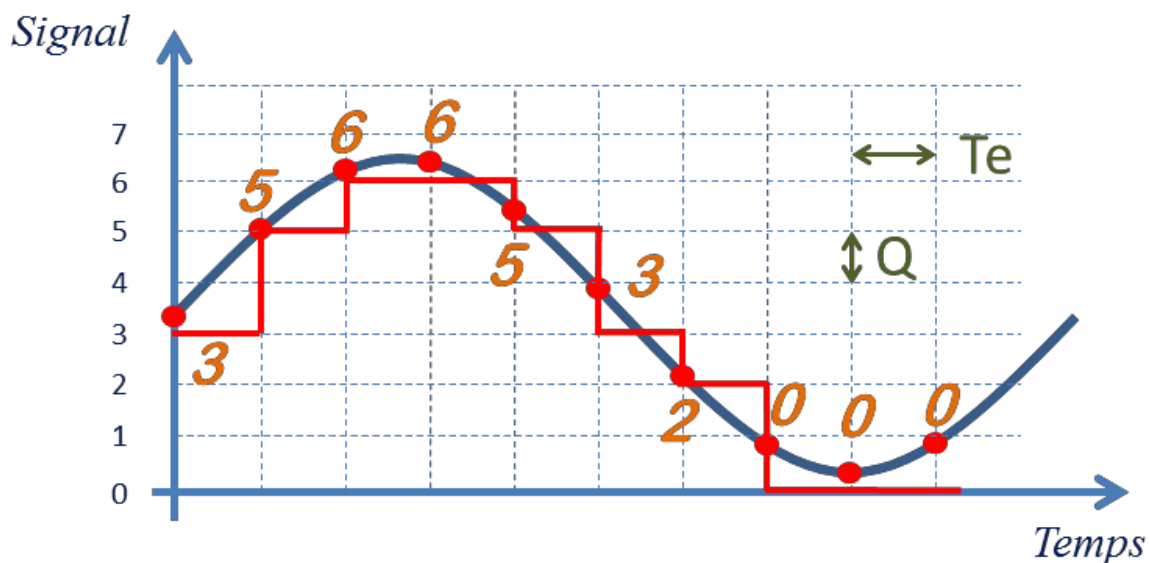
3.3 Conditionneur numérique

Un conditionneur numérique fait correspondre à la grandeur électrique d'entrée, une valeur numérique qui lui est proportionnelle.



Cette opération est effectuée en deux temps :

- On prélève, sur le signal, des valeurs à intervalle de temps régulier. Cette opération se nomme échantillonnage.
- Pour chaque valeur échantillonnée de la grandeur électrique, on fait correspondre une valeur numérique. Cette opération s'appelle la conversion analogique numérique.



3.3.1 Le critère de Shannon

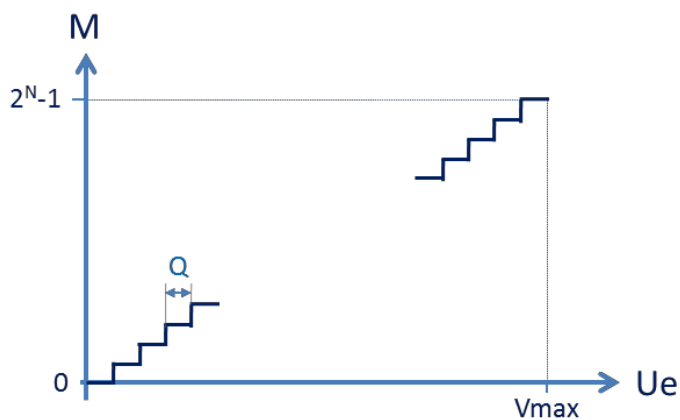
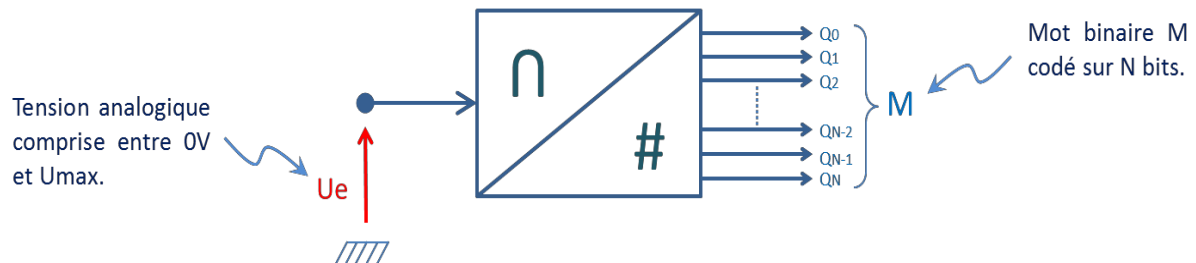
Pour pouvoir reconstituer convenablement le signal, la fréquence d'échantillonnage doit être supérieure au double de la fréquence du signal.

$$F_e > F_s \times 2$$

Comment acquérir une information ?

3.3.2 Conversion Analogique/Numérique, quantification

Le convertisseur analogique / numérique fait correspondre à une tension électrique présente en entrée, une valeur numérique proportionnelle codée sur N bits. Le nombre de bit N est appelé résolution du convertisseur.



La valeur de M est donnée par la relation :

Le Quantum représente la plus petite variation de U_e produisant un changement de la valeur du mot M.

$$Q = \frac{V_{\max}}{2^N}$$

$$M = \frac{U_e}{Q} - 1$$

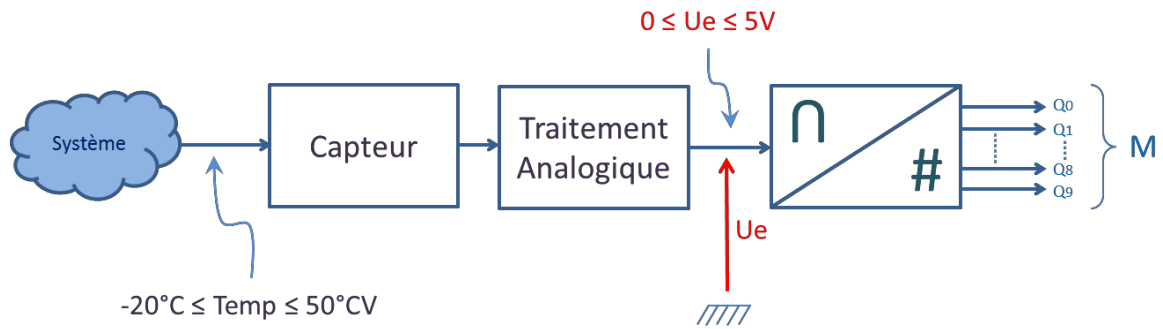
Exercice : Système de mesure de la température Plage

de mesure de la température : -20°C à $+50^{\circ}\text{C}$

Caractéristiques du convertisseur analogique / numérique :

- Résolution : 10 bits
- Plage de tension d'entrée : 0 à 5V

Comment acquérir une information ?



Comment acquérir une information ?

Question 1 :

Calculer le quantum du convertisseur

Question 2 :

Quelle est la plus petite variation de température que le système peut détecter ?

Question 3 :

On lit, à la sortie du conditionneur numérique $M = (1B7)_{16}$. Quelle est la température du capteur ?

Question 4 :

Quelle est la valeur de M (exprimée en décimal et en hexadécimal) lorsque la température du capteur est de $25^{\circ}C$?
