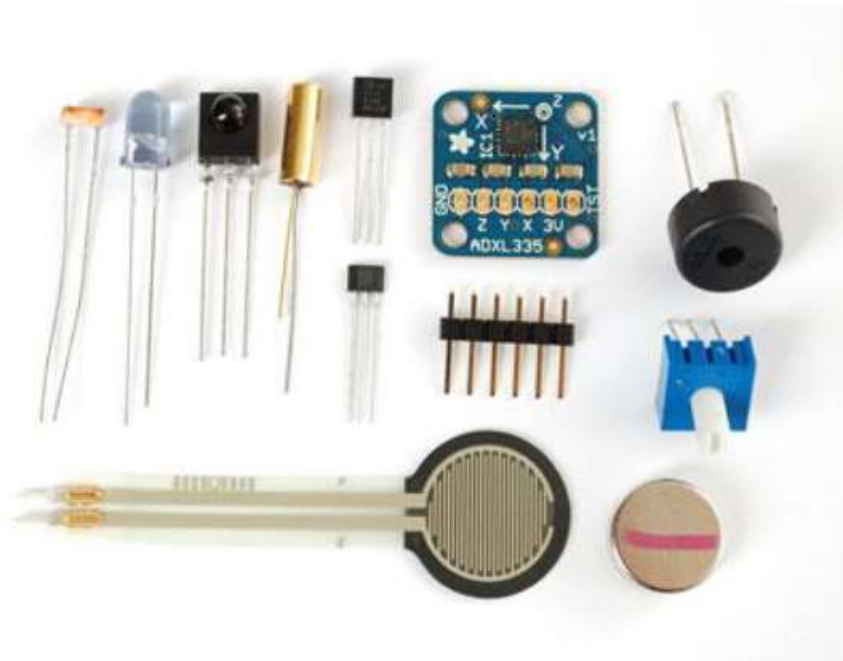


Cours : Seq05-Comment communiquent les composants d'un système

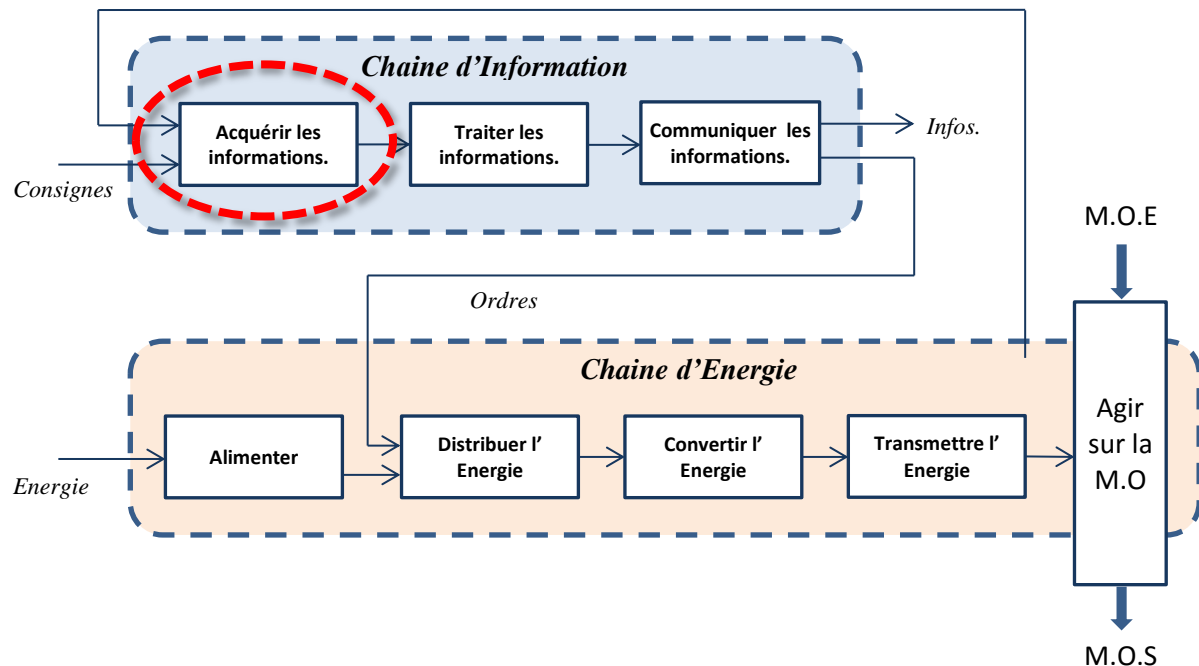


Acquisition de l'information

Compétences attendues

- *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 chaîne d'information d'un système pluri-technique reçoit :

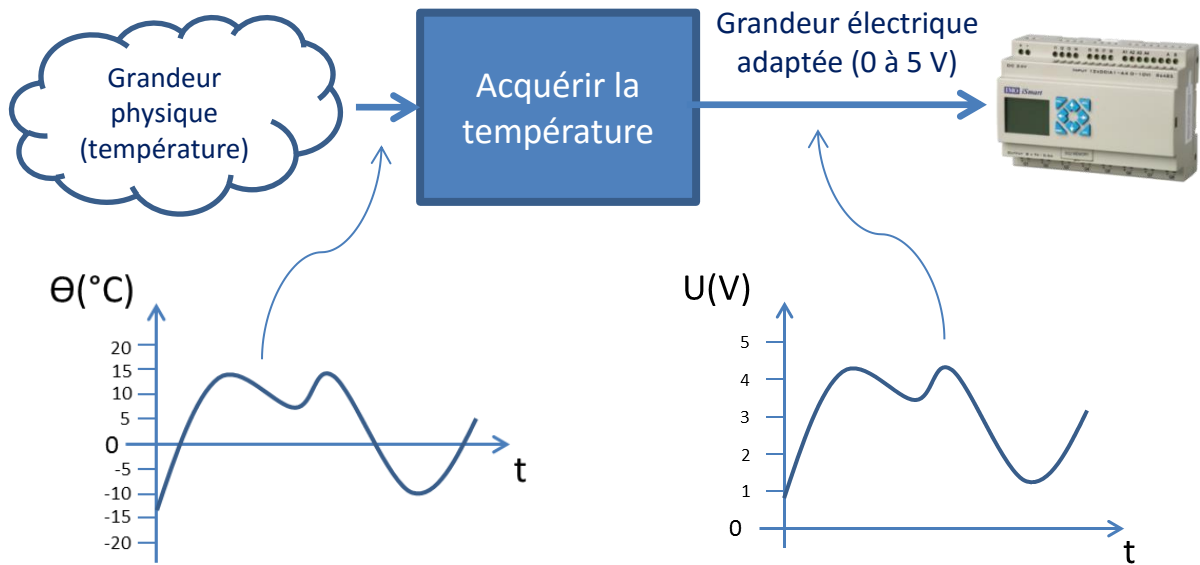
- Des consignes provenant de l'utilisateur par une « interface homme-machine »
- Des mesures des paramètres de fonctionnement du système, ou des mesures de grandeurs physiques prises dans l'environnement du système.

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.

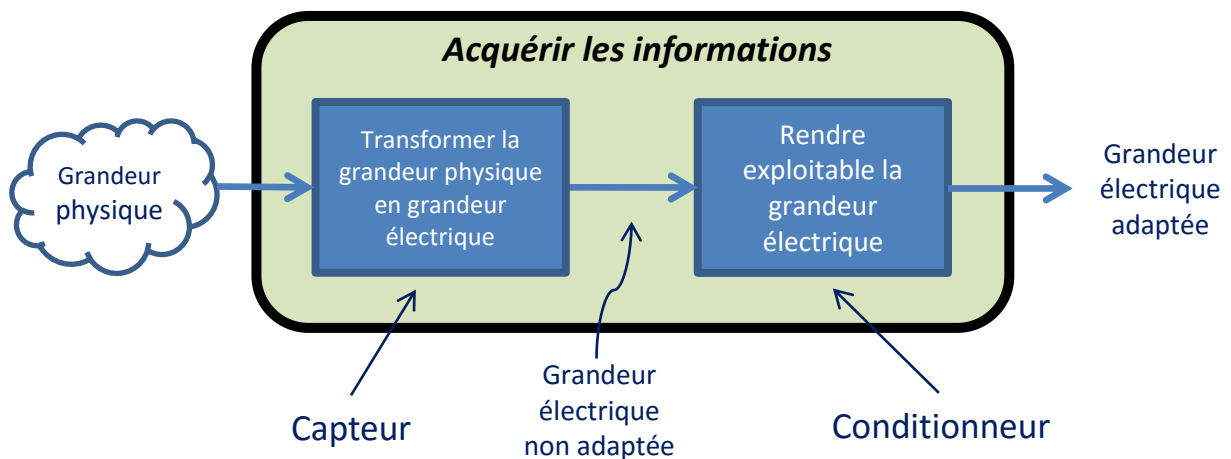
La grandeur électrique en sortie de la fonction Acquérir les Informations est une « image » de la grandeur physique présente en entrée. Cette grandeur électrique est appelée **signal**.



1.2 Capter et conditionner

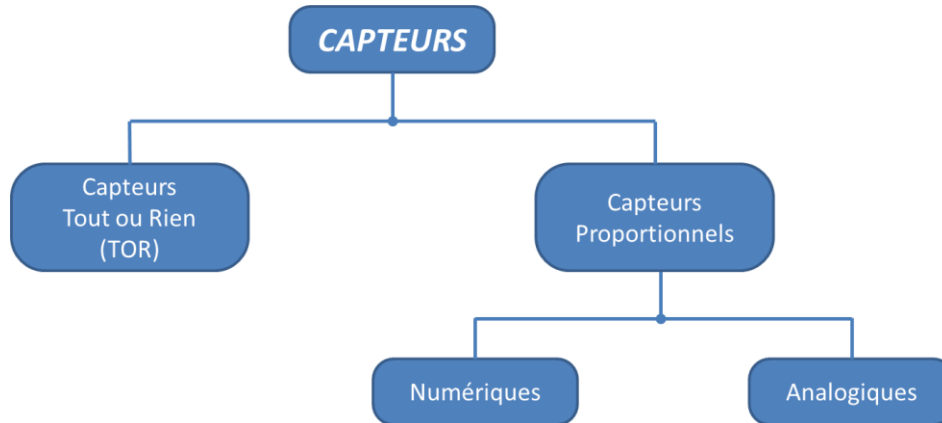
Pour réaliser la fonction « acquérir l'information » il faut :

- 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

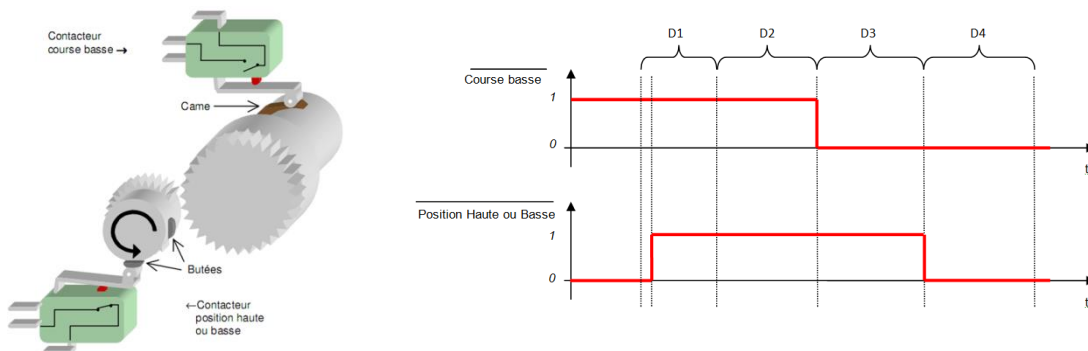
En fonction de la nature de l'information restituée, les capteurs peuvent se regrouper par familles :



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.



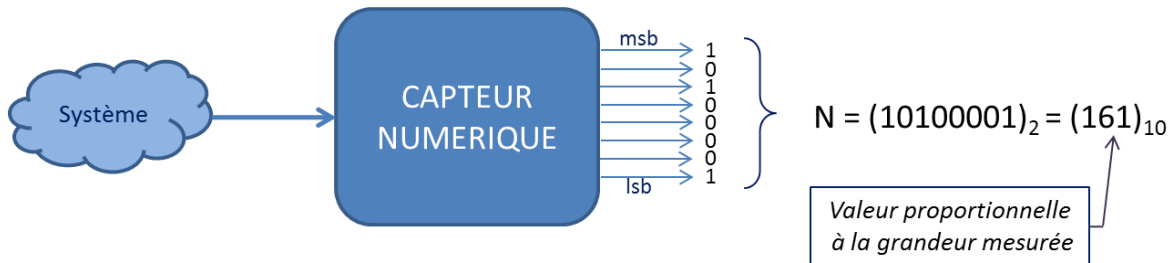
2.2 Les capteurs proportionnels

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


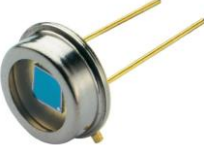
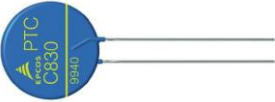


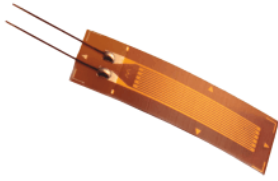
- ✓ Analogique : c'est une grandeur électrique (tension, courant, résistance, capacité, etc.) qui varie proportionnellement à la grandeur à mesurer.

Acquisition de l'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

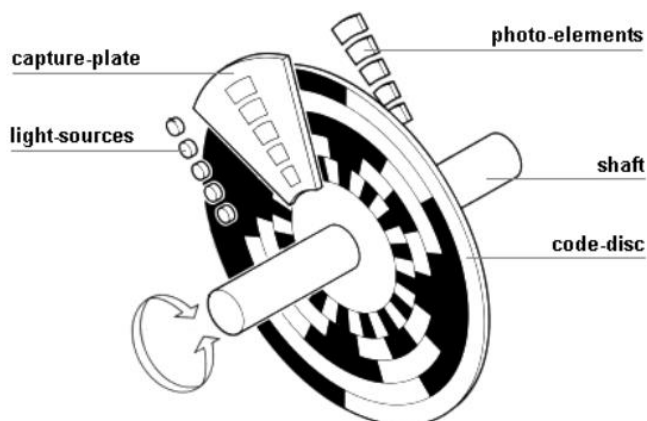
	Nom	Grandeur mesurée	Grandeur en sortie
	Photorésistance	Lumière	Résistance
	Photodiode	Lumière	Tension / Courant
	Thermistance	Température	Résistance
	Thermocouple	Température	Tension
	Potentiomètre	Position	Résistance
	Jauge de contrainte	Déformation	Résistance

Acquisition de l'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.



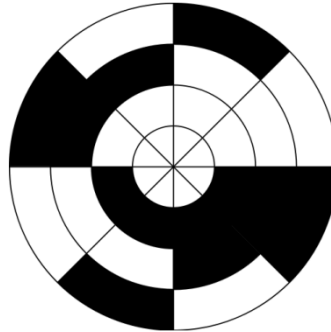
Le capteur est constitué d'un disque solidaire de l'axe, comportant des motifs pouvant être lus par un dispositif optique.

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

Il existe deux types d'encodage :

- Encodage en binaire naturel

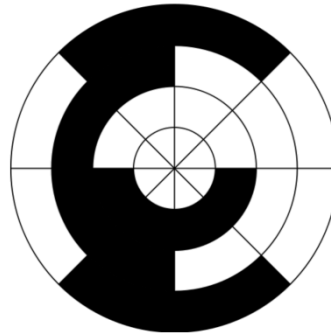
Standard Binary Encoding				
Sector	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Angle
0	off	off	off	0° to 45°
1	off	off	ON	45° to 90°
2	off	ON	off	90° to 135°
3	off	ON	ON	135° to 180°
4	ON	off	off	180° to 225°
5	ON	off	ON	225° to 270°
6	ON	ON	off	270° to 315°
7	ON	ON	ON	315° to 360°



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

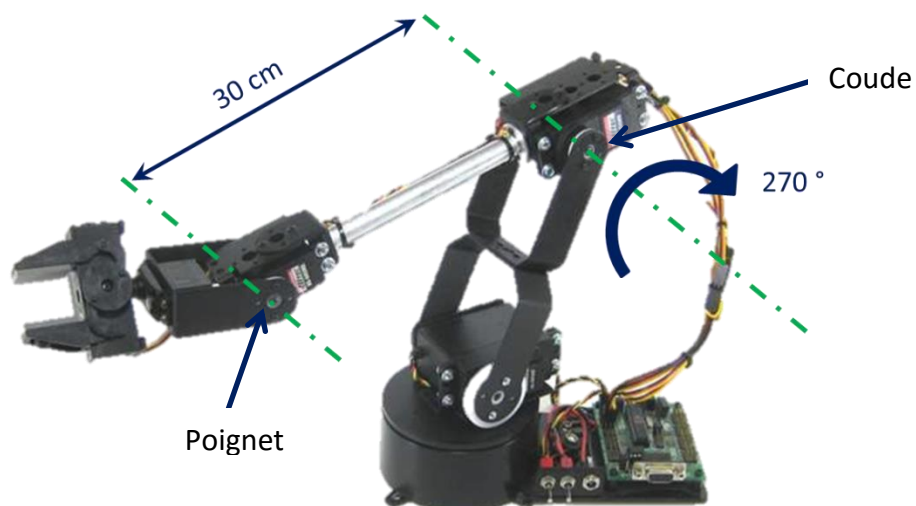
Gray Coding				
Sector	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Angle
0	off	off	off	0° to 45°
1	off	off	ON	45° to 90°
2	off	ON	ON	90° to 135°
3	off	ON	off	135° to 180°
4	ON	ON	off	180° to 225°
5	ON	ON	ON	225° to 270°
6	ON	off	ON	270° to 315°
7	ON	off	off	315° to 360°



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.



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.

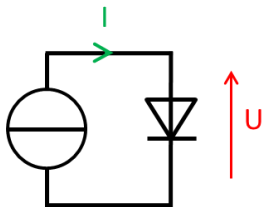


Le capteur du SRC mesure la température en sortie de la chambre de combustion. Si les gaz de combustion ne peuvent pas s'évacuer librement, la température augmente, et le système de traitement de l'information arrête la chaudière.



Etude du comportement du capteur :

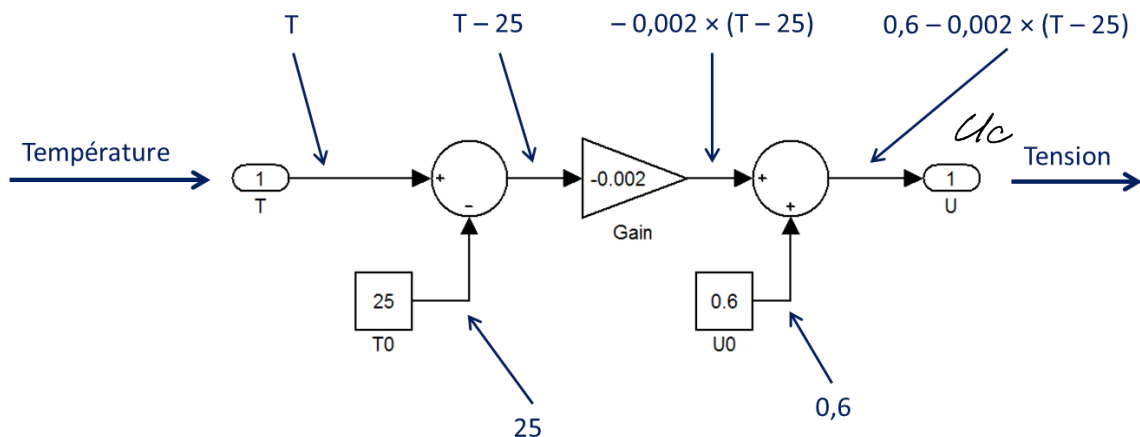
Le capteur est constitué d'une simple diode. En effet, la tension aux bornes d'une diode convenablement polarisée est de 0,6V à température ambiante (25°C), et diminue d'environ 2 mV par °C (cela dépend de la diode utilisée).



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

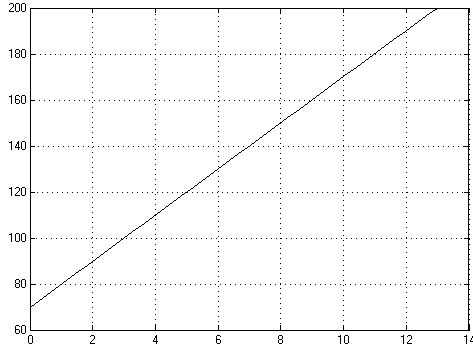
Modélisation du capteur sous forme de schéma bloc MATLAB-SIMULINK :

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

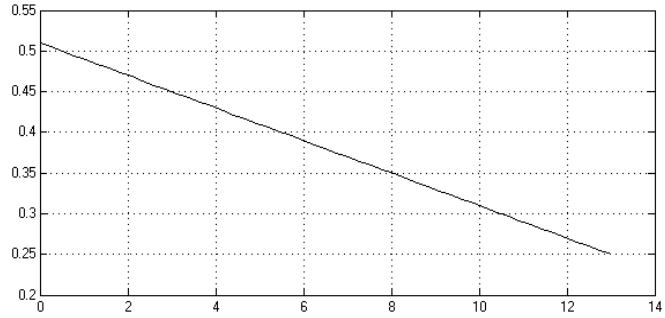


Acquisition de l'Information.

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).

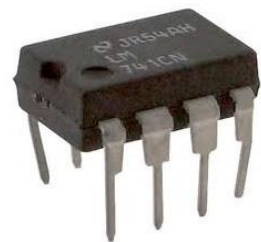
Modélisation du conditionneur sous forme de schéma bloc MATLAB-SIMULINK :

Question 4 :

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

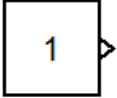
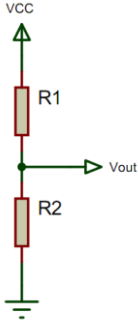
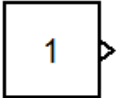
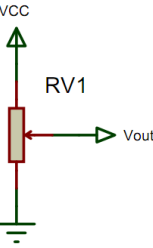
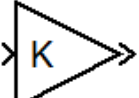
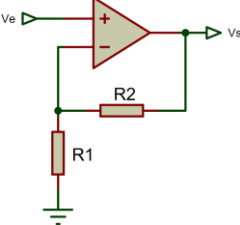
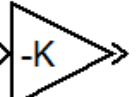
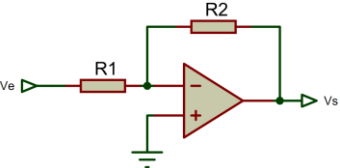
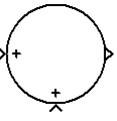
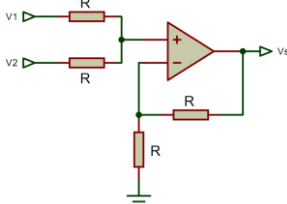
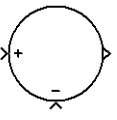
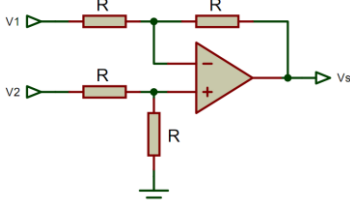
3.1.2 Réalisation des fonctions analogiques

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.



Acquisition de l'Information.

Principaux montages :

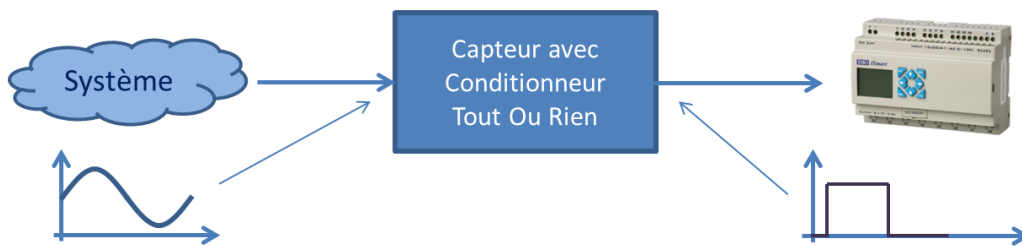
Fonction	Matlab-Simulink	Schéma électrique	Equation
Constante	 Constant		$V_{out} = V_{cc} \times \frac{R2}{R1 + R2}$
Constante ajustable	 Constant		$V_{out} = \alpha \times V_{cc}$
Amplification	 Gain		$K = \frac{V_s}{V_e} = 1 + \frac{R2}{R1}$
Amplification inverseuse	 Gain		$K = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{R2}{R1}$
Addition			$V_s = V1 + V2$
Soustraction			$V_s = V2 - V1$

Question 7 :

Calculer la position (a) de RV2

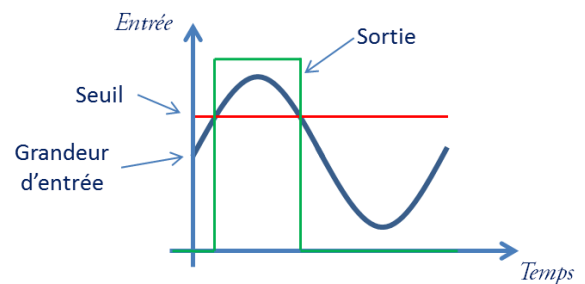
3.2 Conditionneur « tout ou rien »

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.

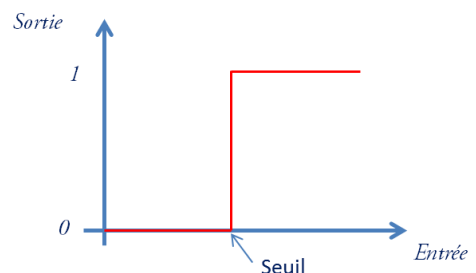


Lorsque la valeur du signal d'entrée est inférieure à la valeur du seuil, la sortie du conditionneur passe à l'état bas.

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.

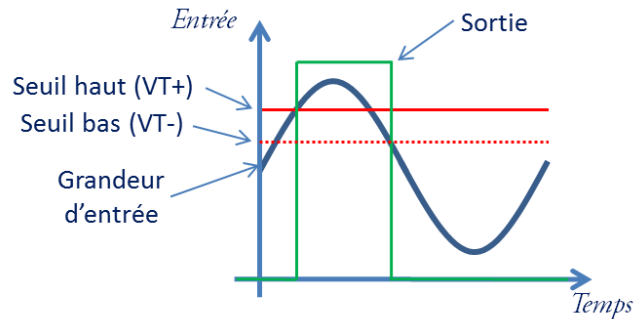


Acquisition de l'Information.

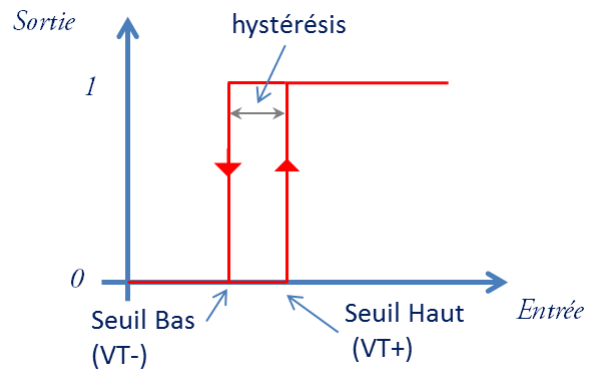
Dans la pratique le conditionneur possède deux seuils distincts afin d'éviter que la sortie ne devienne instable lorsque l'entrée est très proche du niveau de basculement.

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

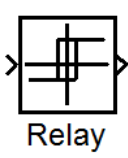
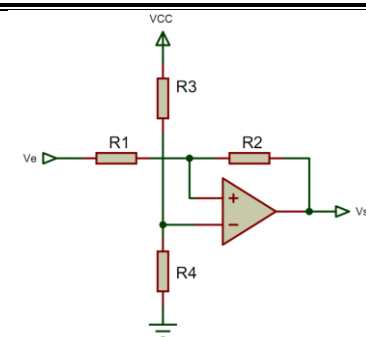
Pour que la sortie du conditionneur passe à l'état bas, il faut que la grandeur d'entrée passe en dessous du seuil bas.



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

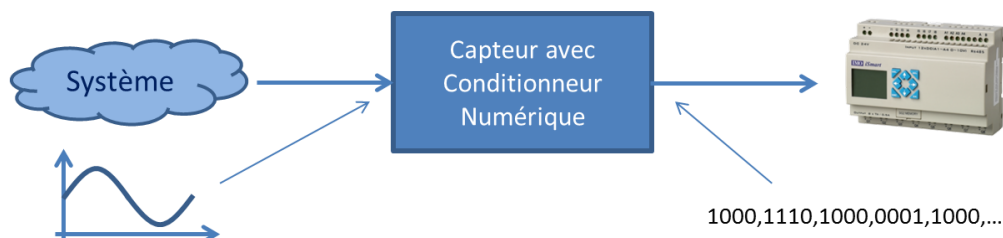


La fonction « comparer » :

Fonction	Matlab-Simulink	Schéma électrique	Equation
Comparer	 Relay		$V_{th+} = V_o \left(1 + \frac{R1}{R2} \right)$ $V_{th-} = V_o \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) - V_{cc} \frac{R1}{R2}$ $V_o = \frac{V_{cc} R4}{R3 + R4}$

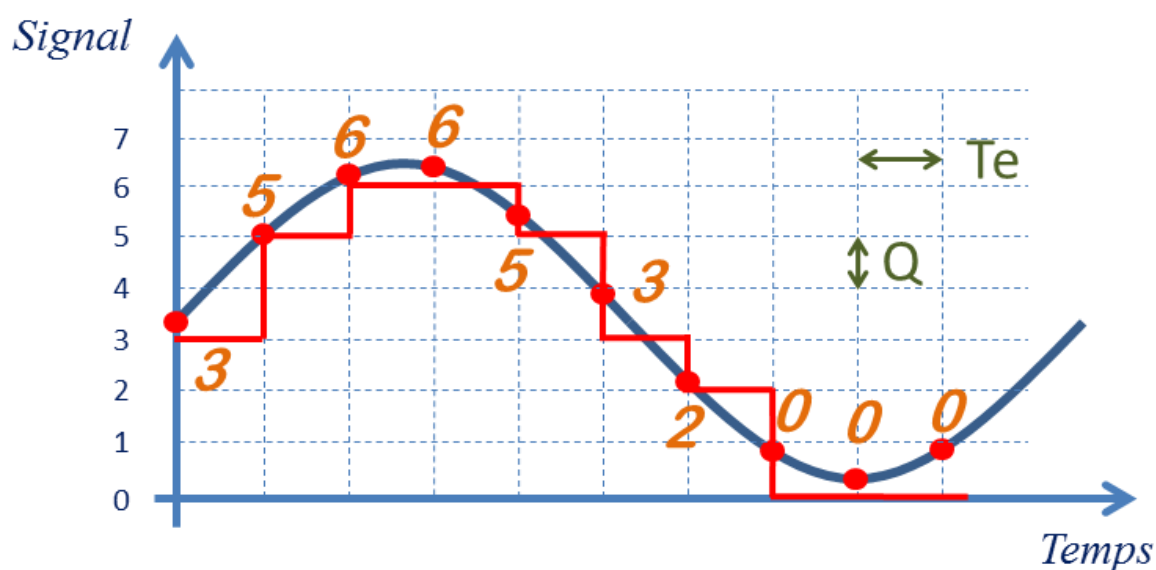
3.3 Conditionneur numérique

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

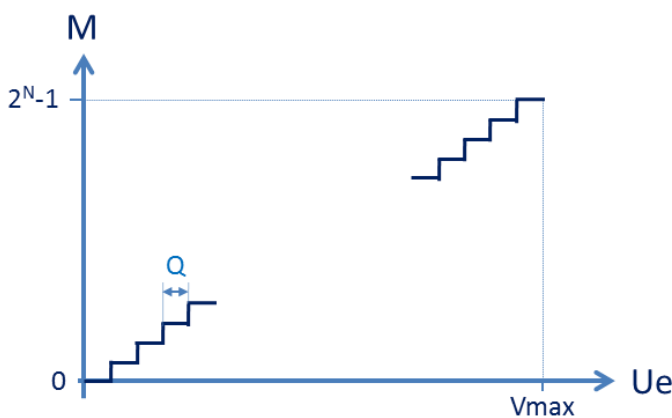
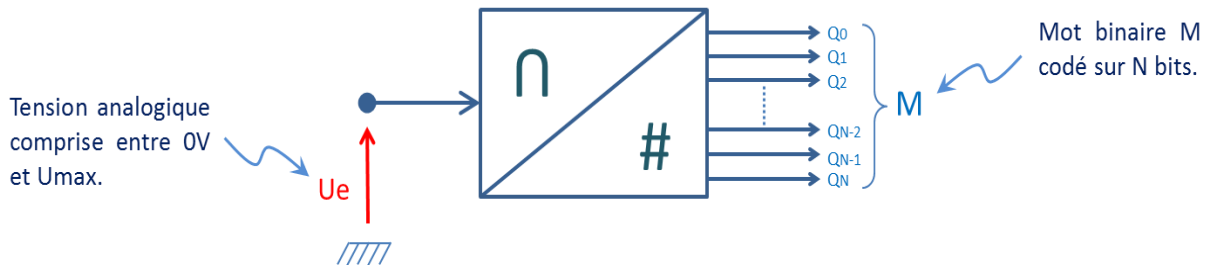
Pour pouvoir reconstituer convenablement le signal, la fréquence d'échantillonnage doit être supérieure au double de la fréquence du signal.

$$F_e > F_s \times 2$$

Acquisition de l'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.



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

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

La valeur de M est donnée par la relation :

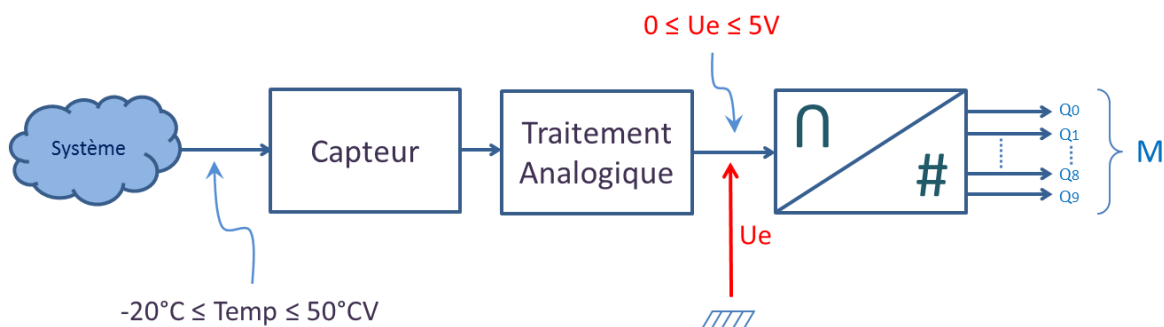
$$M = \frac{U_e}{Q} - 1$$

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



Acquisition de l'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 $25^{\circ}C$?

