

Fiche de cours
Capteurs et Codeurs

I. LA DÉTECTION DANS UN SYSTÈME AUTOMATISÉ

Un capteur est un organe émettant un signal à partir d'une mesure de grandeur physique. La classification des capteurs peut donc se faire suivant

- La nature de la grandeur physique à capter
- La nature des signaux transmis

On peut aussi classer les capteurs en trois grandes catégories :

- **Les capteurs TOR (Tout Ou Rien)** : qui délivrent un signal binaire. Ce qui signifie que le capteur délivre un signal (sous la forme d'une tension ou d'une pression) ou n'en délivre pas.



- **Les capteurs analogiques** : qui délivrent un signal image de la grandeur physique à mesurer sous la forme d'une tension ou d'un courant variant de manière continue.



- **Les capteurs numériques** : qui délivrent un signal image de la grandeur physique à mesurer sous la forme soit d'un train d'impulsions dont le nombre ou la fréquence est image de cette grandeur soit d'un code numérique.



II. ÉTUDE DES PRINCIPAUX CAPTEURS « Tout Ou Rien »

Au-delà du simple capteur à contact et à commande mécanique, il existe un grand nombre de modèles afin de répondre aux multiples problèmes posés par la détection. Dès qu'une grandeur physique est détectée (ou non détectée), ils délivrent un signal de sortie (**tension électrique, pression pneumatique, pression hydraulique ...**).

2.1 LES CAPTEURS À COMMANDE MANUELLE

↳ Commande de l'équipement **par un opérateur**.

↳ Ils sont situés sur les **pupitres ou des circuits de commande**

- les **boutons poussoirs**
- les **commutateurs** à plusieurs positions
- les **arrêts** « coup de poing » ...



2.2 LES CAPTEURS À COMMANDE MÉCANIQUE

↳ Ils détectent **par contact** la présence d'une pièce ou l'état d'un élément mobile.



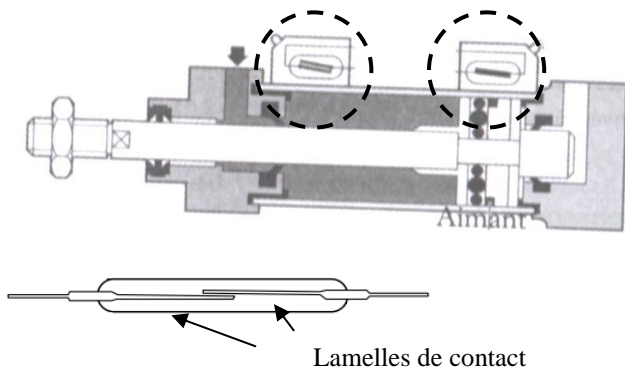
Exemples de symboles :

2.3 LES DÉTECTEURS DE PROXIMITÉ

Ces capteurs sont très répandus de par leurs nombreuses applications, chaque fois qu'il est nécessaire de **détecter sans contact physique** la présence d'un élément.

- ↳ **pas d'usure** (possibilité de détecter des objets fragiles, peints, etc.)
- ↳ **la durée de vie** est indépendante du nombre de manœuvres
- ↳ **très bonne tenue à l'environnement industriel** (atmosphère polluante, etc.)

2.3.1 Les détecteurs proximité magnétiques (ex : définir la position d'un vérin)

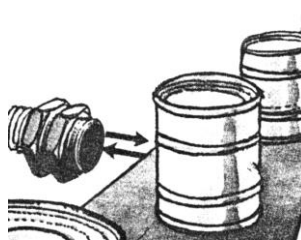


Symbole :

On les appelle également **ILS** (Interrupteurs à Lame Souple). Le principe des **détecteurs** de proximité **magnétiques** est basé sur l'utilisation d'un aimant permanent placé sur le piston du vérin. Le déplacement du piston agit donc sur la fermeture ou l'ouverture du capteur ILS.

2.3.2 Les détecteurs de proximité inductifs (pour les objets métalliques)

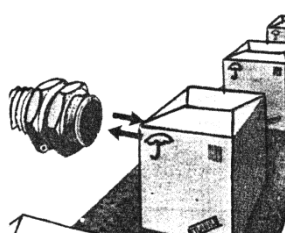
Le principe des **détecteurs** de proximité **inductifs** est basé sur la variation d'un **champ magnétique** à l'approche d'un **objet métallique**.



Symbole :

2.3.3 Les détecteurs capacitifs (pour les objets de toute nature)

Le principe des **détecteurs** de proximité **capacitifs** est basé sur la variation d'un **champ électrique** à l'approche d'un **objet quelconque**.



Symbole :

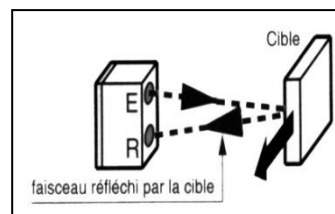
2.4 LES DÉTECTEURS PHOTO-ÉLECTRIQUES

Ces détecteurs sont constitués d'un émetteur (généralement une diode électroluminescente) et d'un récepteur de lumière (généralement un phototransistor) qui peuvent être intégrés ou pas dans le même constituant.

Symbole :

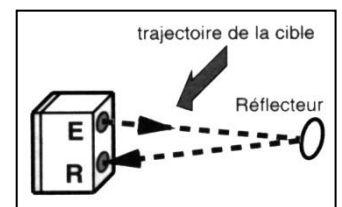
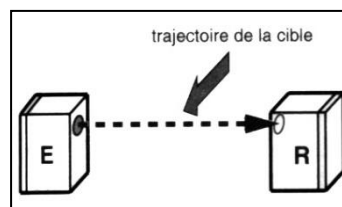
2.4.1 Le système réflectif :

L'objet à détecter réfléchit le faisceau provenant de l'émetteur vers le récepteur.



2.4.2 Le système barrage et système réflex :

L'objet à détecter coupe le faisceau optique qui existe entre l'émetteur et le récepteur. Avec un système réflex, un barrage est recréé grâce à un réflecteur.

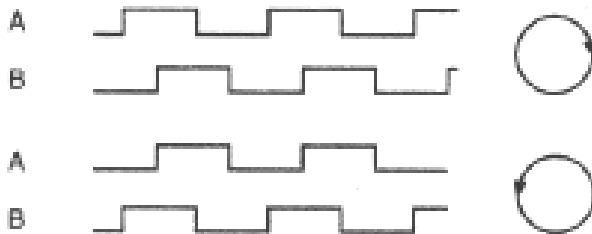


2.5 LES CAPTEURS OPTIQUES.

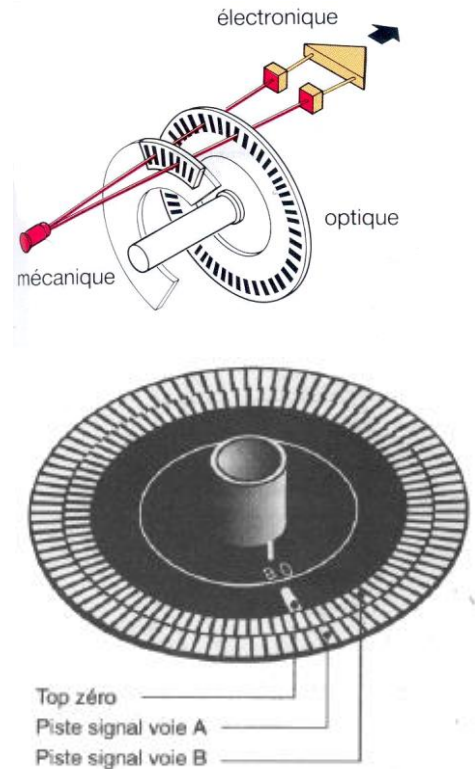
2.5.1 Les capteurs de position incrémentaux

Lorsqu'un codeur optique ayant n obturations réalise un tour complet, le faisceau lumineux est interrompu n fois et délivre n signaux carrés.

En utilisant 2 pistes A et B légèrement décalées, il est possible de déterminer le sens de rotation.

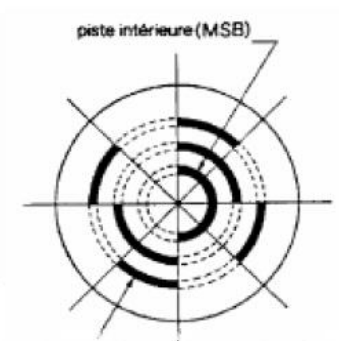


La résolution du codeur correspond au nombre d'impulsions générées par tour.



2.5.2 Les codeurs numériques de position

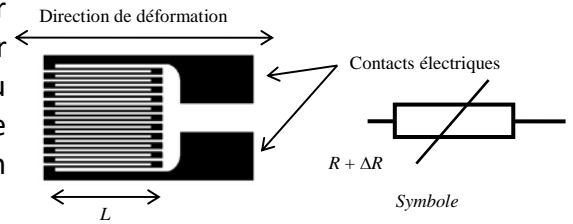
Le phénomène physique utilisé dans les codeurs numériques est le même que celui des capteurs incrémentaux. La différence est que le signal émis **est un véritable code numérique de 4 à 16 bits** qui est l'image de la position que l'on veut mesurer. Ceci est réalisé en utilisant pour la tête de lecture un couple émetteurs/récepteurs par bit. Ils réalisent un codage binaire semblable à celui qu'utilisent les ordinateurs : Binaire pur (0000, 0001, 0010, 0011, 0100 ...) ou réfléchi (code GRAY : 0000, 0001, 0011, 0010, 0110 ...)



3- LES CAPTEURS D'EFFORTS

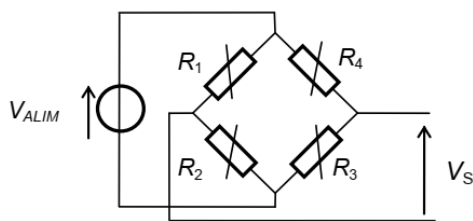
3.1 les capteurs de force à jauges d'extensométrie (ou jauges de déformation)

Une jauge d'extensométrie est constituée d'un fil conducteur disposé sur un support souple tel que l'essentiel de sa longueur soit parallèle à une même direction. La déformation du corps où sera collé cet élément engendre une compression ou une extension du fil conducteur qui se traduit par une évolution de son comportement résistif.



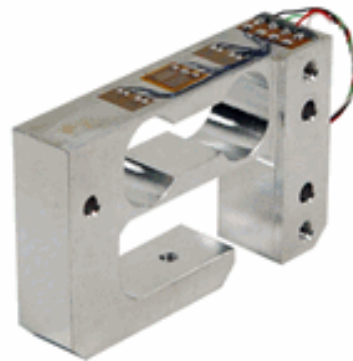
Sachant que la résistance d'un fil conducteur est définie par la loi : $R = \rho \frac{L}{S}$. On admet que la variation de résistance du conducteur soumis à une déformation $\frac{\Delta L}{L}$ a pour expression : $\frac{\Delta R}{R} = K \frac{\Delta L}{L} = K \varepsilon$ où K est appelé le facteur de jauge.

Ces capteurs sont généralement installés sur un « corps d'épreuve » déformable et sont utilisés au sein d'un pont de Wheatstone (montage ci-dessous) pour générer une tension en fonction des déformations.



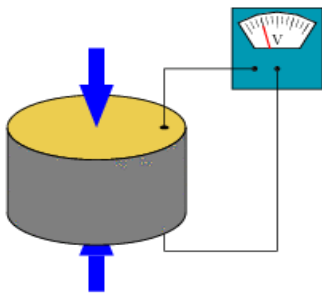
Montage à pont complet

$$V_S = \frac{V_{ALIM}}{4} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right)$$



3.2 les capteurs de force à effet piézoélectrique.

De nombreux cristaux génèrent une charge électrique lorsqu'on les soumet à une charge mécanique. Ce phénomène physique est connu sous le nom d'effet piézoélectrique. Un capteur piézoélectrique est un capteur utilisant cet effet afin de mesurer des grandeurs physiques telles que la pression, l'accélération, ou tout autre grandeur physique engendrant des contraintes ou des déformations mécaniques.



Capteur fonctionnant en compression de 2kN à 60 kN

4- APPLICATIONS, CÂBLAGES

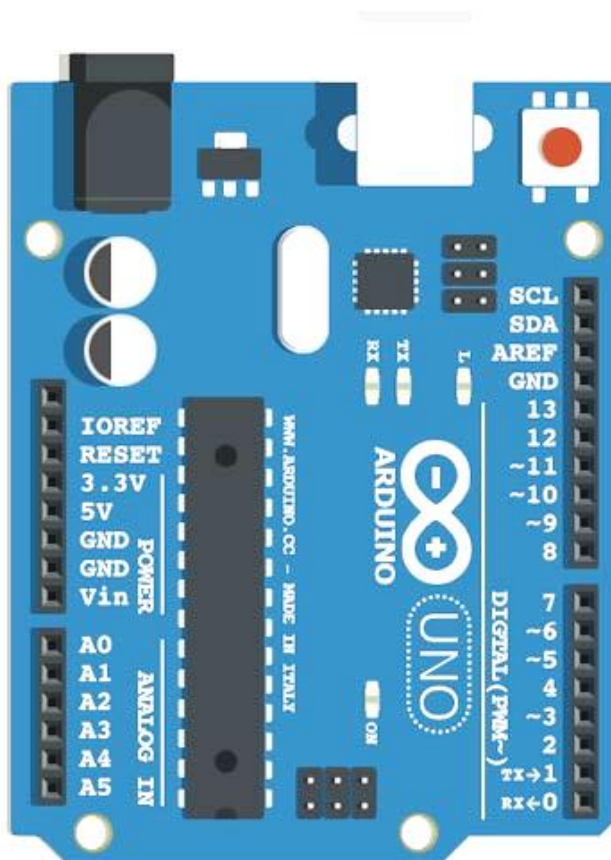
A- Capteur mécanique TOR

Insérer sur le schéma ci-dessous :

- Un bouton poussoir qui présente un niveau « 1 » sur l'entrée D0 quand une action est détectée.
- Un bouton poussoir qui présente un niveau « 0 » sur l'entrée D5 quand une action est détectée.
- Un capteur de commande par galet qui présente un niveau « 1 » sur l'entrée D7 quand un objet est détecté.
- Un commutateur à 2 positions qui présentera un niveau « 1 » sur les entrées D9 et D10 en fonction de sa position.

La tension présentée sur une entrée digitale **doit matérialiser un niveau logique.**

Dans le cas idéal : 5V pour un niveau « 1 » et 0V pour un niveau « 0 ».



B - Capteur de proximité Inductif

Modèle : L J 12A3-4-Z/BX

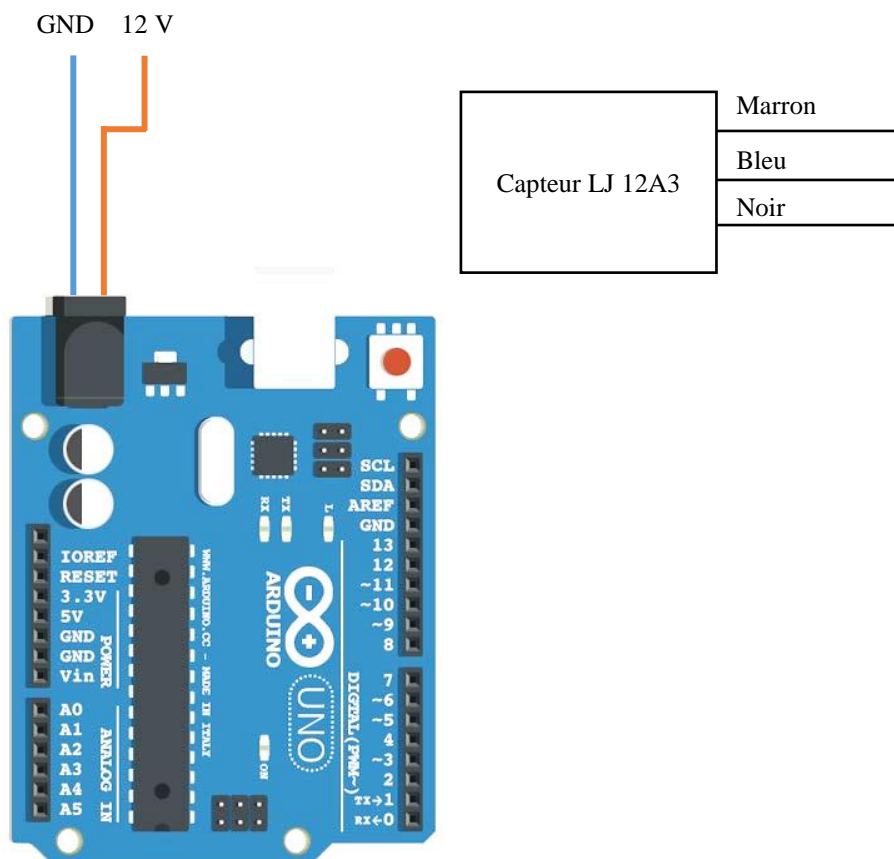
- 3 Fils (marron, Bleu, noir)
- Dimensions : 5.8 x 1.2cm
- Tension d'entrée (alimentation) : de **8 à 35 V**
- Tension de sortie (signal) = Tension d'alimentation

Câblage.

- * Puissance (Positive) : Marron
- * Commune (masse) : Bleu
- * Signal : Noir



Vous devrez alimenter le capteur à partir du 12V de l'Arduino. Un pont diviseur de tension sera utilisé pour adapter la tension de sortie du capteur (0-12 V) à la grandeur acceptée par une entrée digitale de l'Arduino (0-5V).



L'entrée utilisée sera la D7. Proposer un câblage complet puis calculer les valeurs à donner aux résistances afin que la tension présentée sur l'entrée de l'Arduino ne dépasse jamais 5 V.

L'intensité du courant traversant les deux résistances doit être comprise entre 1 et 10 mA.

Valeurs normalisées pour les résistances

Ohms	Ohms	Ohms	Ohms	Ohms
10	180	1800	15000	120000
22	220	2000	18000	150000
27	270	2200	20000	180000
33	330	2700	22000	220000
39	390	3300	27000	270000
47	470	3900	33000	330000
56	560	4700	39000	390000
68	680	5600	47000	470000
82	820	6800	56000	560000
100	1000	8200	68000	680000
120	1200	10000	82000	820000
150	1500	12000	100000	1000000