

Les capteurs

Sommaire

1. Capteurs à seuil de pression pneumatique
2. Détecteurs fluidique de proximité
3. Capteurs à fuite
4. Capteur capacitif
5. Capteur inductif
6. Capteur optique
 - Les différents types de détection
7. Codeur rotatif
 - Codeur rotatif incrémental
 - Codeur rotatif absolu
 - Capteur de position
 - Capteurs ILS (Interrupteur à Lame Souple)
 - Capteurs ILS montés sur le corps vérin
 - Jauge de contrainte
8. Autres capteurs
 - Les thermocouples
 - Les capteurs de pression
 - Les capteurs de vitesse angulaire
9. Choix d'un capteur

Les capteurs

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie) on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

Les capteurs

On peut caractériser les capteurs selon deux critères:

- en fonction de la grandeur mesurée; on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.;
- en fonction du caractère de l'information délivrée; on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs de proximité. Chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories de capteurs : les capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques.

Principales caractéristiques des capteurs

L'étendue de la mesure : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.

La sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

La rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.

La précision : c'est la capabilité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse,...

Différents types de capteurs

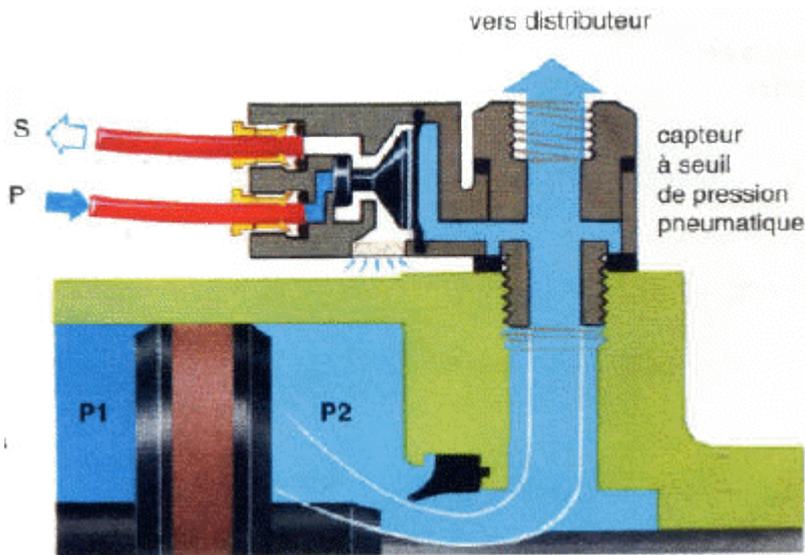
1. Capteurs à seuil de pression pneumatique :

Ce sont des capteurs fin de course qui se montent directement sur les vérins. Pour pouvoir fonctionner correctement, il est nécessaire de les coupler avec une cellule Non-inhibition à seuil.

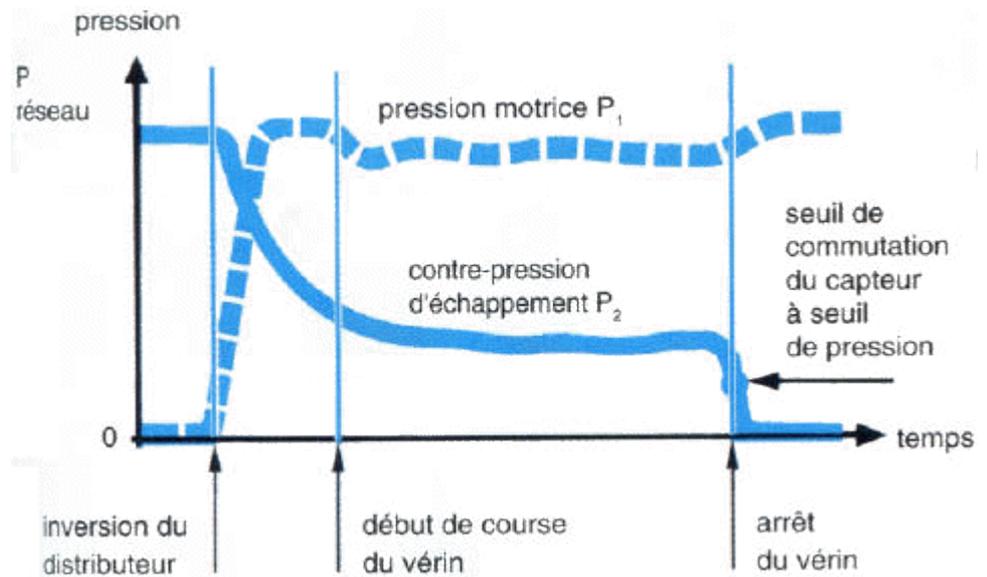
Le principe de fonctionnement de ce capteur est d'utiliser la contre pression (pression résistant au déplacement) qui existe dans la chambre non soumise à la pression du réseau. Lorsque le piston subit une pression il se déplace. Ce déplacement entraîne une réduction du volume de la chambre qui n'est pas soumise à la pression du réseau. Ceci entraîne une augmentation de la contre pression qui est amplifiée par des régulateurs de débit. Lorsque le vérin arrive en fin de course, cette contre pression chute. Lorsqu'elle est inférieure à 1/12^{ème} de la pression du réseau le capteur déclenche. On peut traduire cette information, soit par un signal électrique soit par un signal pneumatique.

Différents types de capteurs

schéma

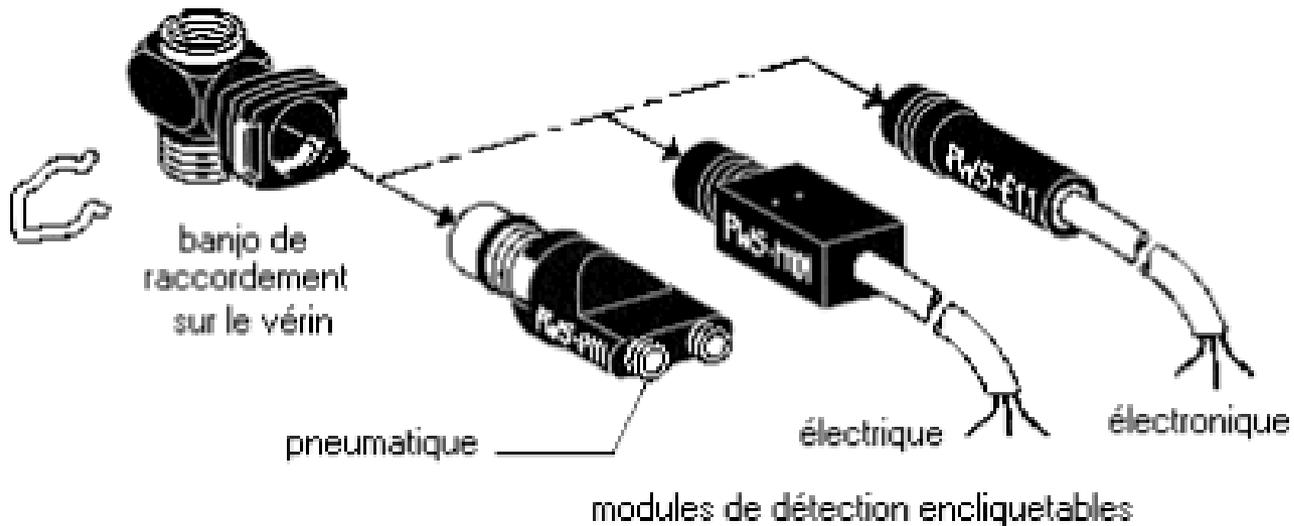


Principe de la contre-pression



Différents types de capteurs

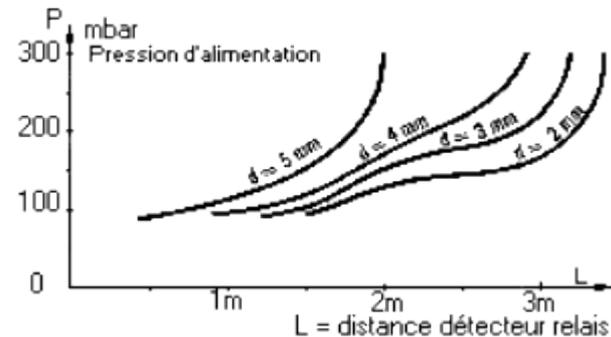
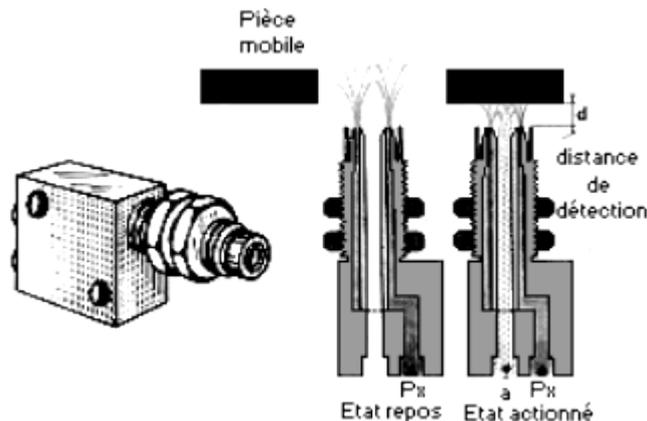
Exemple de montage possible



Différents types de capteurs

2. Détecteurs fluidique de proximité :

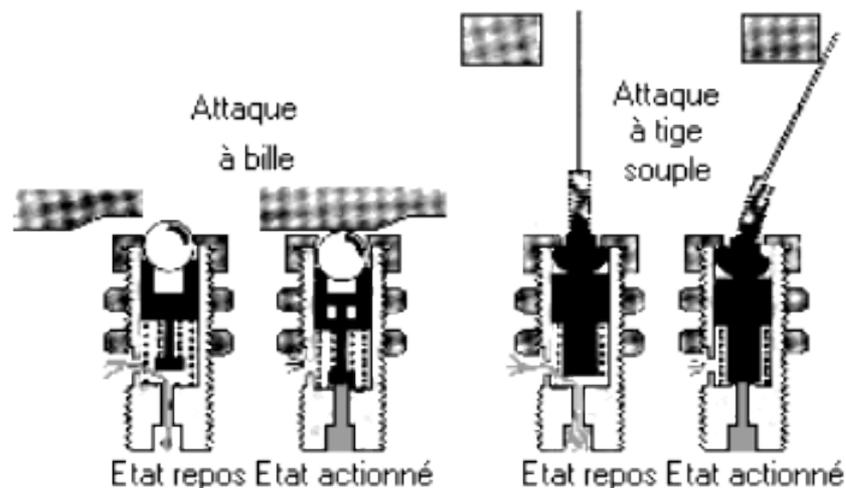
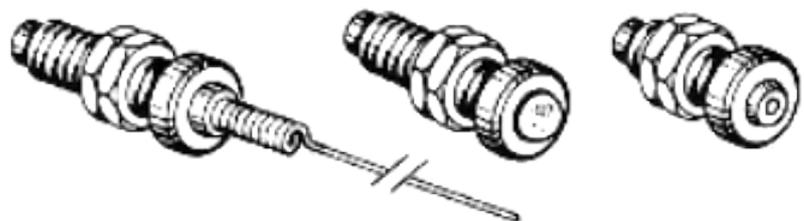
Ces capteurs sont des capteurs de proximité. Ils n'ont pas de contact direct avec l'objet à détecter. Pour pouvoir fonctionner correctement, ces capteurs doivent être couplés avec un relais amplificateur et un détendeur basse pression. Le détecteur est alimenté avec une pression de 100 à 300 mbar, en fonction de la distance de détection. Lorsqu'il n'y a pas de détection l'air s'échappe par l'orifice du capteur prévu à cet effet. Lorsque l'objet à détecter passe devant le capteur, un signal de faible pression (0.5 à 2 mbar) passe par le conduit central du capteur et va jusqu'au relais amplificateur qui amplifie le signal à la pression industrielle (3 à 8 bars).



Différents types de capteurs

3. Capteurs à fuite :

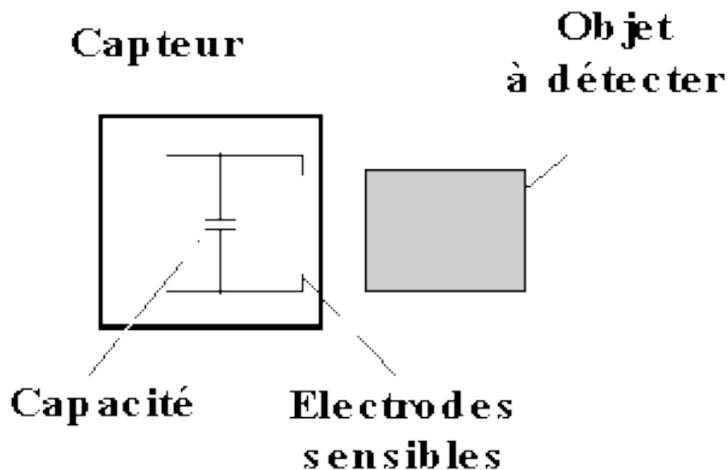
Les capteurs à fuite sont des capteurs de contact. Le contact avec l'objet à détecter peut se faire soit par une tige souple soit par une bille. Pour pouvoir fonctionner correctement, ces capteurs doivent être couplés avec un relais pour capteur à fuite. Le capteur est alimenté en pression par le relais. L'air peut alors s'échapper de ce capteur par un orifice prévu à cet effet. Lorsque la bille ou la lame souple est déplacée dans son logement, elle obture l'orifice d'évacuation d'air et le relais pour capteur à fuite se déclenche et émet un signal à la pression industrielle.



Différents types de capteurs

4. Capteur capacitif :

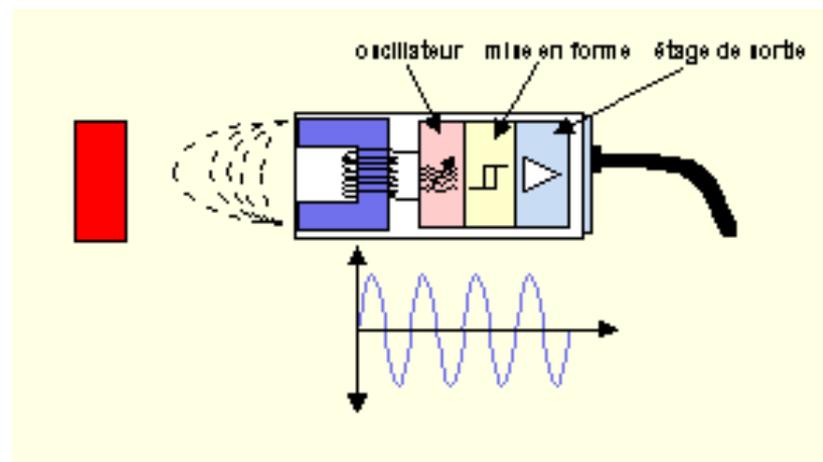
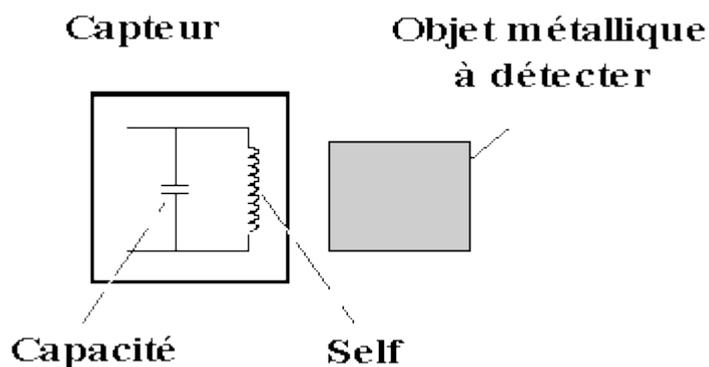
Les capteurs capacitifs sont des capteurs de proximité qui permettent de détecter des objets métalliques ou isolants. Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant la capacité de couplage du condensateur.



Différents types de capteurs

5. Capteur inductif :

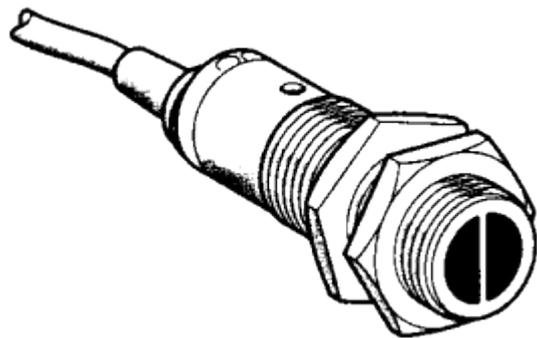
Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie., le capteur commute.



Différents types de capteurs

6. Capteur optique :

Un capteur photoélectrique est un capteur de proximité. Il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux. Le signal est amplifié pour être exploité par la partie commande.



Détecteur photoélectrique cylindrique
(doc Télémécanique)



Détecteur photoélectrique

Différents types de capteurs

Les différents types de détection :

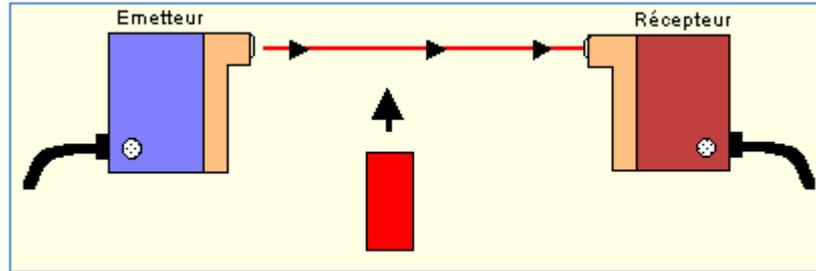
Il existe trois grands types de détection, la détection par barrage où l'objet à détecter coupe un faisceau lumineux situé entre l'émetteur et le récepteur, la détection par système réflex où un faisceau réfléchi est coupé par l'objet à détecter et le système de proximité où le faisceau émis par le récepteur est renvoyé par la pièce à détecter sur le récepteur situé sur le même capteur.



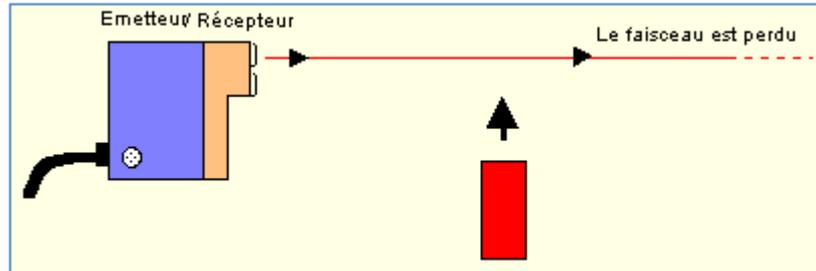
Différents types de capteurs

Les différents types de détection

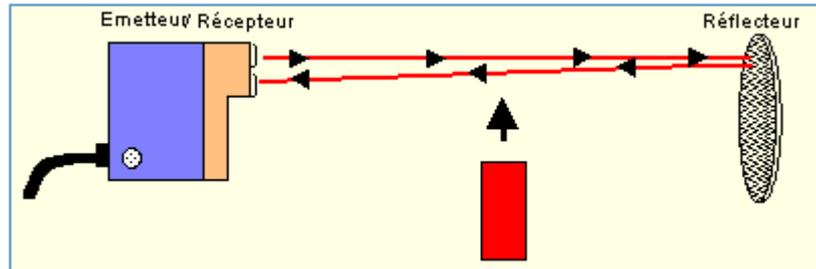
Systeme barrage ([Sitelec](#))



Systeme reflex ([Sitelec](#))



Systeme de proximité (réflexion directe) ([Sitelec](#))



Différents types de capteurs

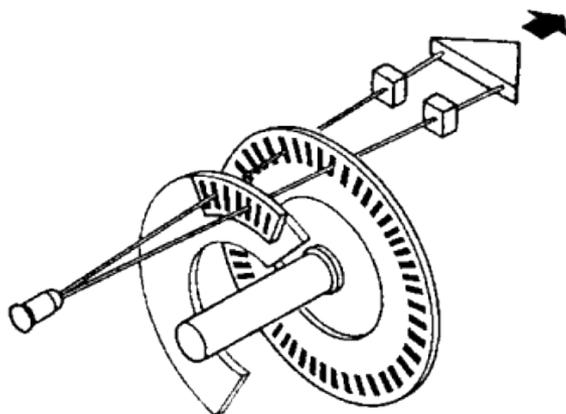
7. Codeur rotatif :

Les codeurs rotatifs sont des capteurs de position angulaire. Le disque du codeur est solidaire de l'arbre tournant du système à contrôler. Il existe deux types de codeurs rotatifs, les codeurs incrémentaux et les codeurs absolus.



Différents types de capteurs

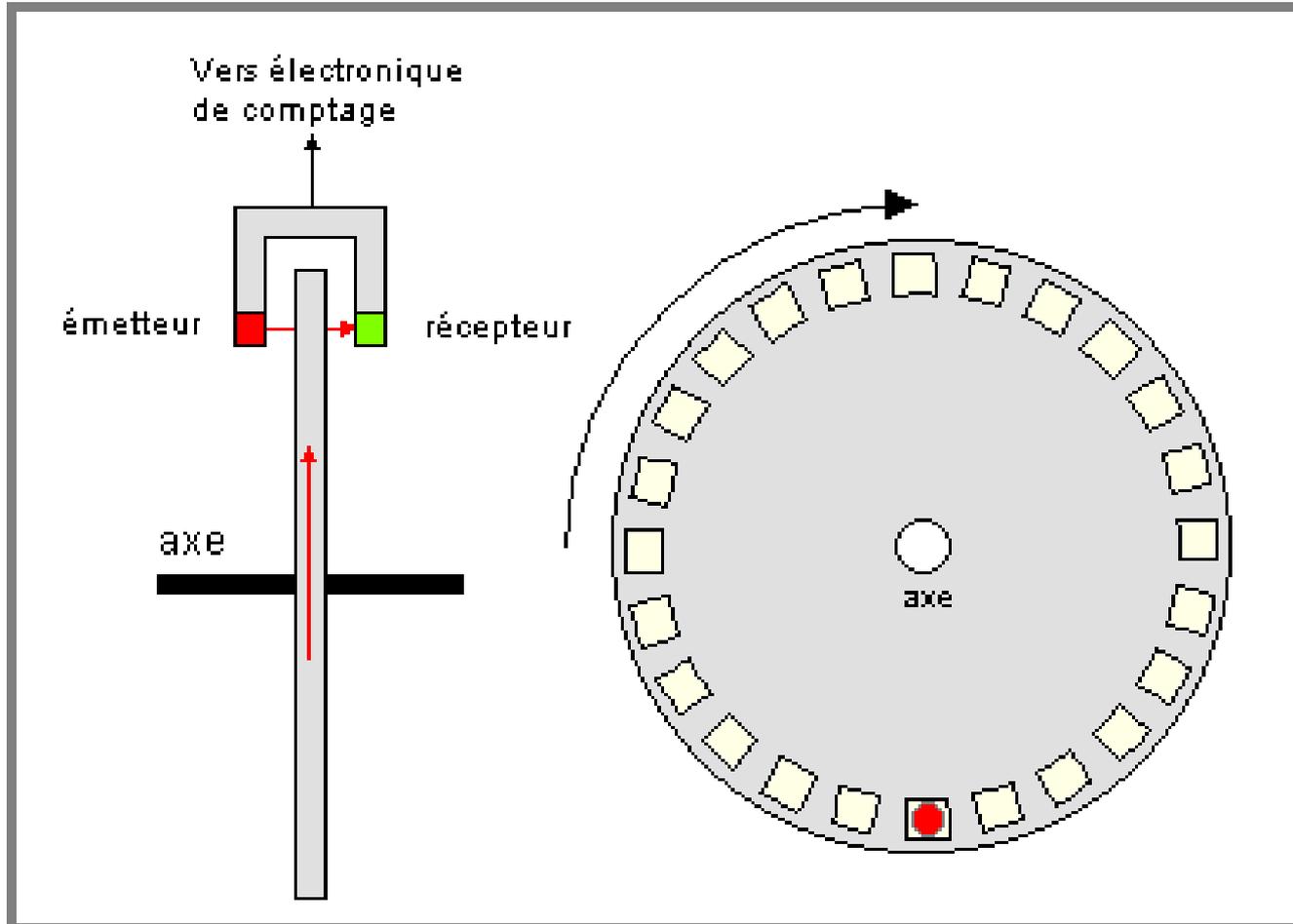
Codeur rotatif incrémental



La périphérie du disque du codeur est divisée en "x" fentes régulièrement réparties. Un faisceau lumineux se trouve derrière ces fentes dirigé vers une diode photosensible. Chaque fois que le faisceau est coupé, le capteur envoie un signal qui permet de connaître la variation de position de l'arbre. Pour connaître le sens de rotation du codeur, on utilise un deuxième faisceau lumineux qui sera décalé par rapport au premier. Le premier faisceau qui enverra son signal indiquera aussi le sens de rotation du codeur.

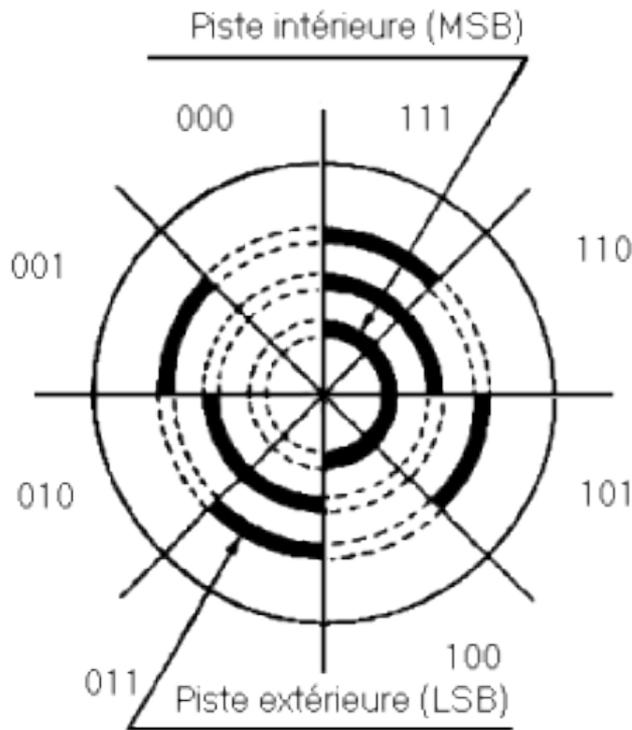
Différents types de capteurs

Codeur rotatif incrémental



Différents types de capteurs

Codeur rotatif absolu

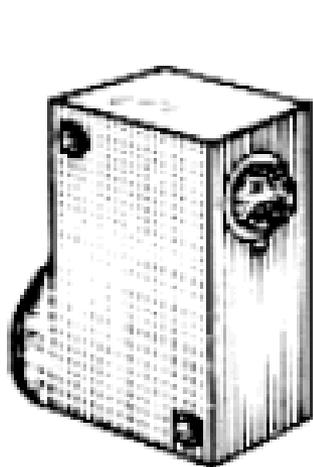


Cette fois ci, le disque possède un grand nombre de pistes et chaque piste est munie d'une diode émettrice d'un faisceau lumineux et d'une diode photosensible. La piste centrale est la piste principale, elle détermine dans quel demi-tour la lecture est effectuée. La piste suivante détermine dans quel quart de tour on se situe, la suivante le huitième de tour etc. Plus il y aura de pistes plus la lecture angulaire sera précise. Il existe des codeurs absolus simples tour qui permettent de connaître une position sur un tour et les codeurs absolus multi tours qui permettent de connaître en plus le nombre de tours effectués.

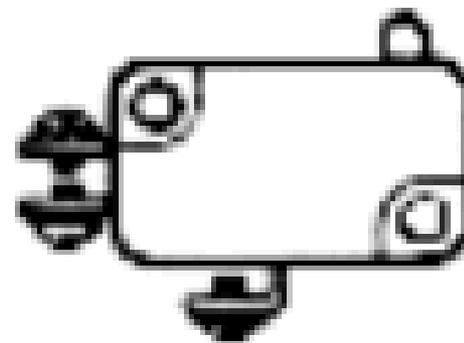
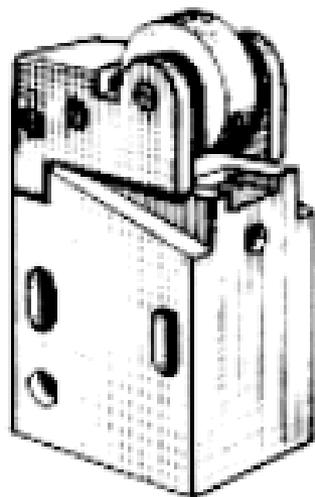
Différents types de capteurs

Capteur de position

Les capteurs de position sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipé d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique.



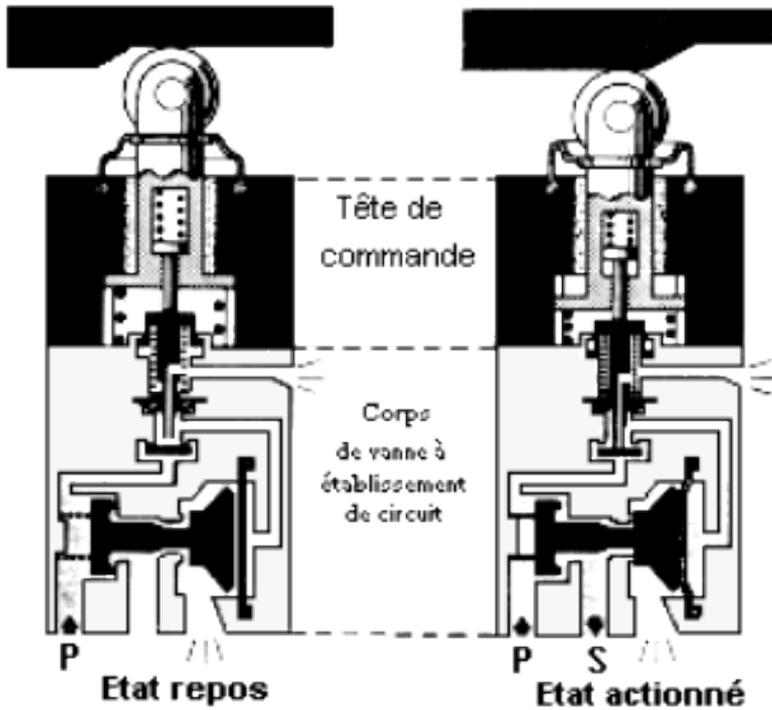
Capteur fin de course et à galet
(doc Télémécanique)



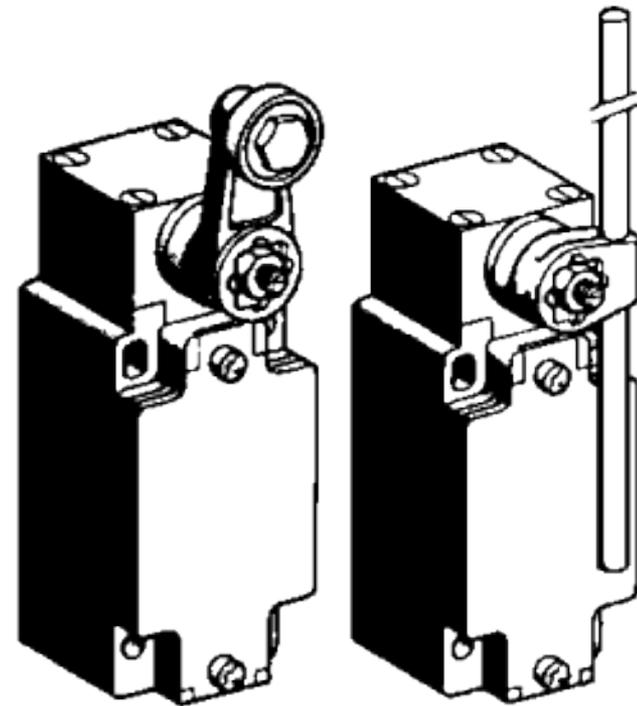
Micro-rupteur électrique
(doc Télémécanique)

Différents types de capteurs

Capteur de position



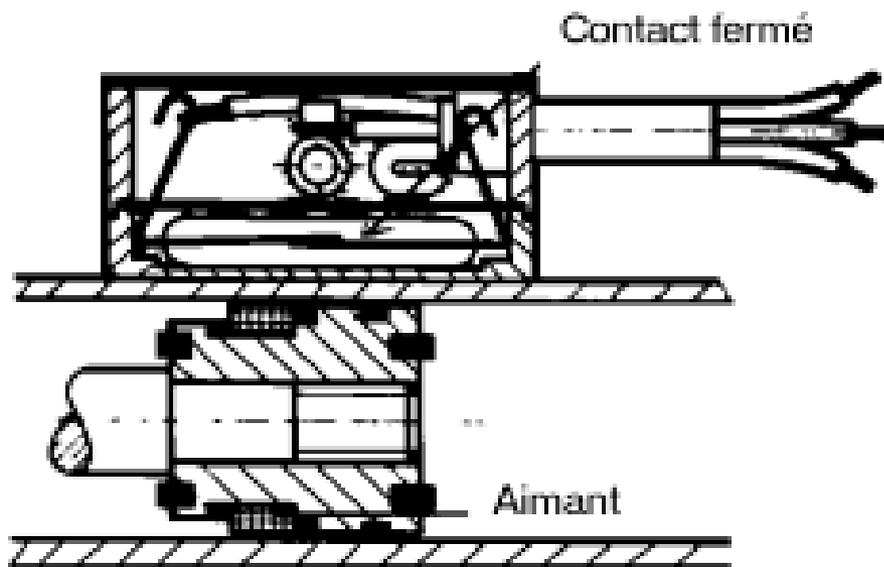
Capteur à galet
(doc Télémécanique)



Capteurs à levier et à tige souple
(doc Télémécanique)

Différents types de capteurs

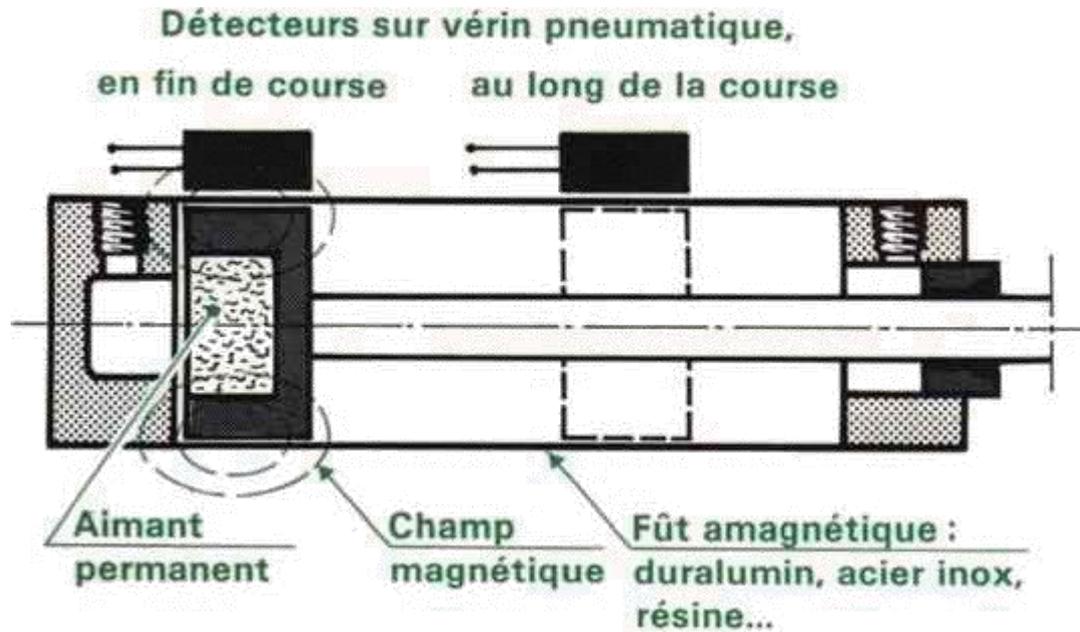
Capteurs ILS (Interrupteur à lame Souple)



Un capteur ILS est un capteur de proximité composé d'une lame souple sensible à la présence d'un champ magnétique mobile. Lorsque le champ se trouve sous la lame, il ferme le contact du circuit provoquant la commutation du capteur. Ce capteur se monte directement sur un vérin et permet de détecter des positions autres que les positions extrêmes. Pour utiliser ce type de capteur, il est nécessaire d'utiliser un vérin comportant un aimant monté sur le piston.

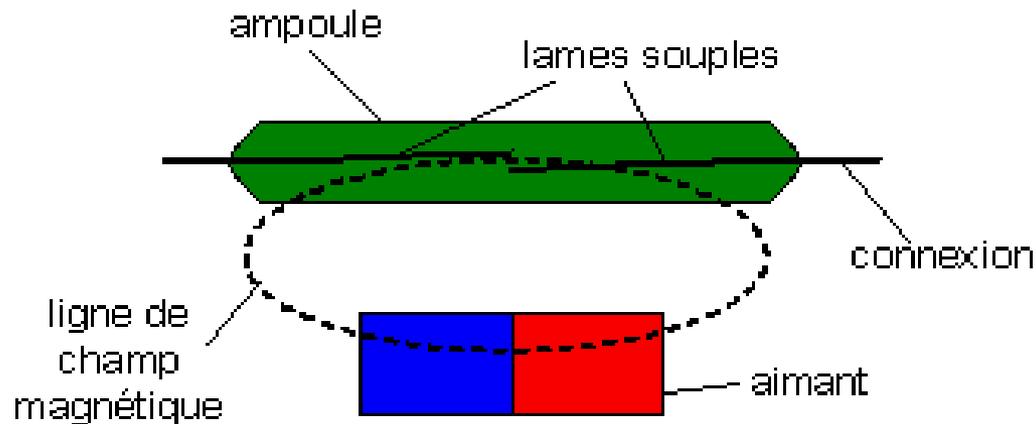
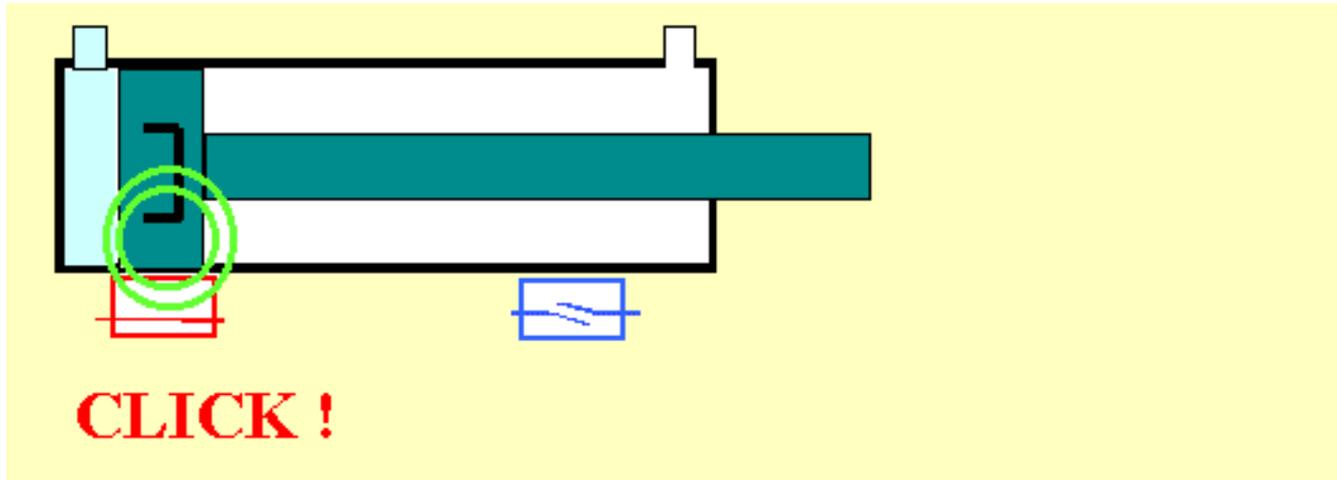
Différents types de capteurs

Capteurs ILS montés sur le corps vérin



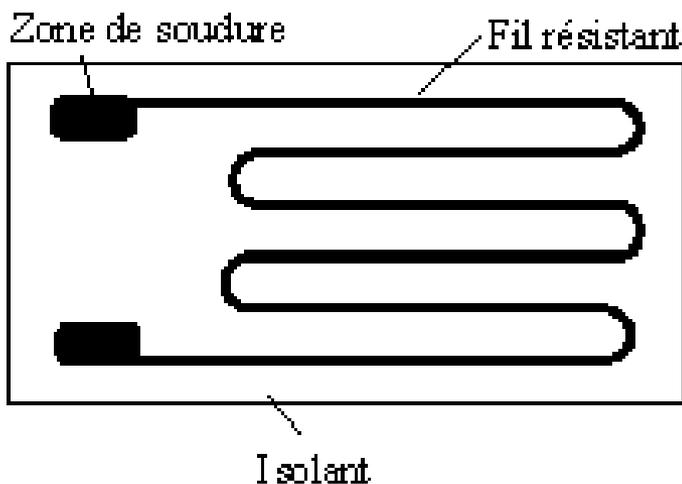
Différents types de capteurs

Capteurs ILS montés sur le corps vérin



Différents types de capteurs

Jauge de contrainte



Principe :

La résistance ohmique d'un fil conducteur est donnée par la relation suivante : $R = r \cdot l / s$

r : résistivité du métal en Ω / m ,

l : longueur du fil en m ,

s : section du fil en m^2 .

Si on tire sur ce fil, il va s'allonger (l augmente) et sa section va se réduire, sa résistance va donc augmenter (l/s augmente). L'épaisseur du fil est d'environ $5\mu m$, la plaque isolante de l'ordre du double.

Différents types de capteurs

8. Autres capteurs :

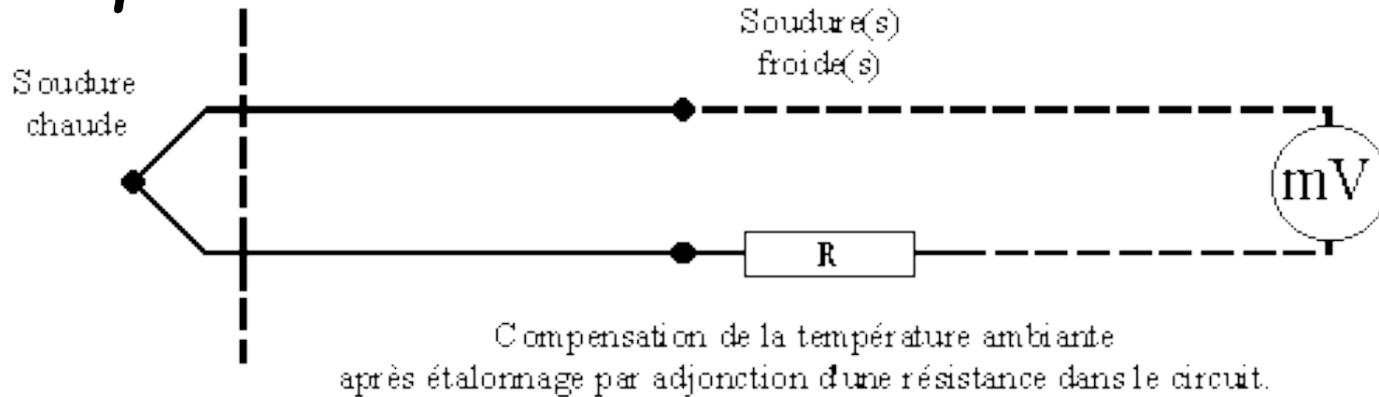
La température est l'une des grandeurs physiques dont la mesure est la plus fréquente. Ce n'est pas une grandeur directement mesurable (comme la longueur) mais une grandeur repérable à l'aide d'un phénomène associé tel que la variation de résistance d'un conducteur électrique, la dilatation d'un fluide ou l'émission d'un rayonnement thermique.

Avant de choisir une méthode de mesure, il convient de bien connaître la nature du milieu solide, liquide, gazeux ou le passage de l'un à l'autre.

Différents types de capteurs

Les thermocouples

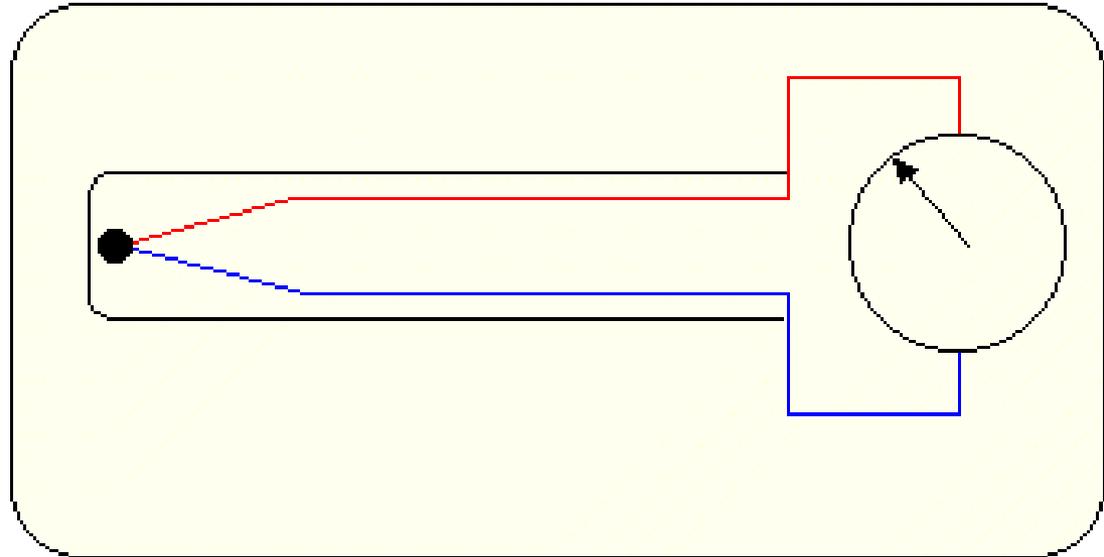
Principe :



Lorsque deux fils en métaux différents sont connectés à leurs deux extrémités, un courant continu circule dans la boucle s'il y a une différence de température entre les deux jonctions. On distingue la jonction chaude à la température T_c (à mesurer) et la jonction froide à la température T_f constante et connue (aujourd'hui cette pratique est évitée par une compensation électronique). On mesure la différence de potentiel E entre les deux jonctions, résultat du courant I , avec un voltmètre.

Différents types de capteurs

Les thermocouples



E est proportionnelle à ΔT ($\Delta T = T_c - T_f$)

$$E \text{ (volt)} = a \times (T_c - T_f)$$

a est appelé coefficient de Seebeck.

Cette force électromotrice E dépend :

- De la nature des métaux de jonction;
- De la température T_c

Pour faciliter la lecture de T_c , on garde la soudure froide à température constante (exemple : mélange eau + glace @ $T = 0^\circ\text{C}$)

alors $E = a \times (T_c - T_f)$.

Différents types de capteurs

Les capteurs de pression

Principe :

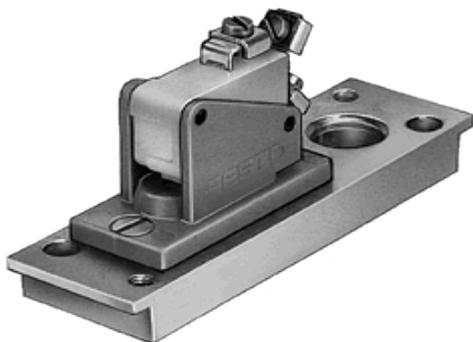
Dans un capteur de pression, on mesure la force qui s'exerce sur la surface constante et connue S d'un corps d'épreuve.

Pression (Pascal) $P = F \text{ force (Newton)} / S \text{ Surface (m}^2\text{)}$

Il faut éviter d'exprimer la pression en bars (sauf pour les pressions hydrauliques).

1 bar = 1 daN/cm² = 0.1 Mpa

1 Mpa = 1 Méga Pascal = 10⁶Pa = 10⁶ N/m²



Pressostat / Vacuostat



Différents types de capteurs

Les capteurs de vitesse angulaire

Certaines machines automatiques, telles que les machines à commande numérique, exigent une mesure précise de la vitesse. La mesure de la vitesse linéaire peut se ramener à celle de la mesure de la vitesse angulaire. Ces capteurs tachymétriques peuvent être classés en deux familles simplifiées.

Les générateurs analogiques :

- à courant continu avec collecteur à noyau de fer, ou à bobine mobile.
- à courant continu sans collecteur.
- à courant alternatif.

Les générateurs analogiques se comportent comme une génératrice à courant continu, ils délivrent une tension de sortie proportionnelle à la vitesse d'entraînement du rotor. La mesure précise de cette tension permet de mesurer indirectement la vitesse angulaire. Ce capteur doit être monté directement en bout d'arbre dont on veut contrôler la vitesse.

9. Choix d'un capteur :

Tous les capteurs dont les fonctionnements ont été décrits précédemment présentent deux parties distinctes. Une première partie qui a pour rôle de détecter un événement et une deuxième partie qui a pour rôle de traduire événement en un signal compréhensible d'une manière ou d'une autre par une partie PC. Pour choisir correctement un capteur, il faudra définir tout d'abord :

- le type événement à détecter,
- la nature de l'événement,
- La grandeur de l'événement,
- l'environnement de l'événement.

En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix pour un type de détection. D'autres éléments peuvent permettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- ses performances,
- son encombrement,
- sa fiabilité (MTBF)
- la nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique)
- son prix...

BRANCHEMENT DES CAPTEURS ET ACTIONNEURS PAR RAPPORT AUX ENTRÉES SORTIES DE LA PARTIE COMMANDE

Les parties commandes d'un système automatique sont programmables
 Quand vous programmez vous le faites en imaginant ce que va devoir donner comme ordre cette partie commande en fonction des informations qui arrivent.

– Les informations des capteurs sont donc des signaux électriques qui vont vous arriver en entrée

– Les ordres qui vont être envoyés seront donc en sortie de la partie commande

