

Chapitre 5 : LES CAPTEURS ET DETECTEURS

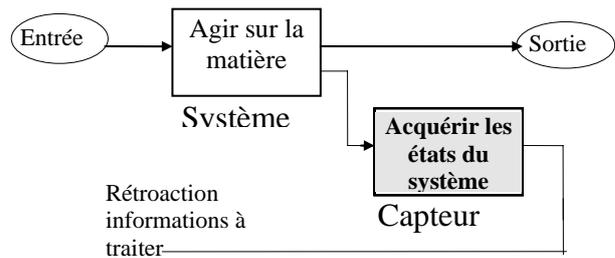
C'est à partir du moment où l'on a su détecter une grandeur physique et exploiter sa variation que l'on a pu faire des systèmes automatiques qui s'auto contrôlent indépendamment de l'homme.

1. ACQUISITION DES DONNEES

1. La chaîne d'acquisition de données

Les capteurs et détecteurs se situent dans un système sur la chaîne de rétroaction _____

Donc, en cas de dysfonctionnement d'un capteur (panne ou mauvais réglage), le système ne peut plus fonctionner et reste bloqué.

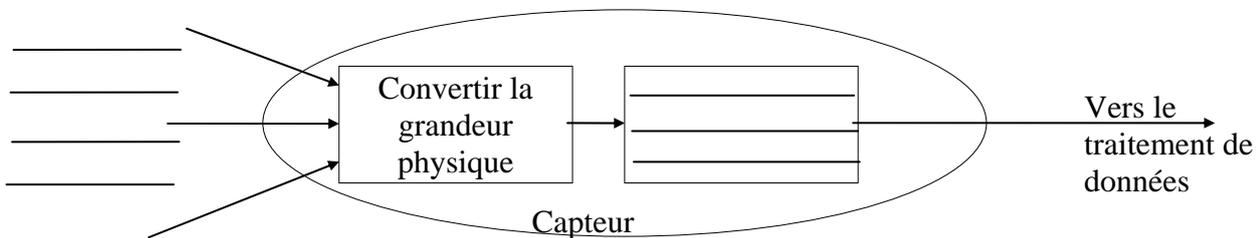


Analyse fonctionnelle : Position des capteurs dans un système.

2. Analyse fonctionnelle d'un capteur

Un capteur doit détecter une grandeur physique, et transformer les variations de cette grandeur en grandeur électrique exploitable par l'unité de traitement.

Principe d'un capteur.



3. Caractérisation des capteurs

a. Nature de l'information à détecter

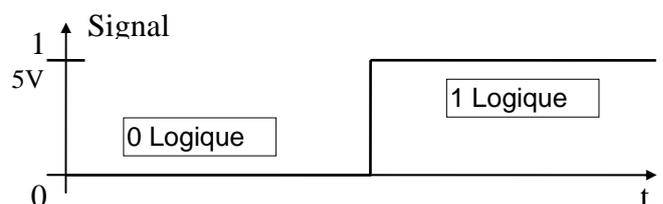
En automatique, les informations les plus courantes sont relatives aux positions, les autres grandeurs physiques telles que _____ font partie des informations à détecter.

b. Nature de l'information à délivrer

Les informations ou signaux à délivrer peuvent être transmis sous différentes formes : trois grandes familles de capteurs.

1 Capteur Tout Ou Rien (TOR)

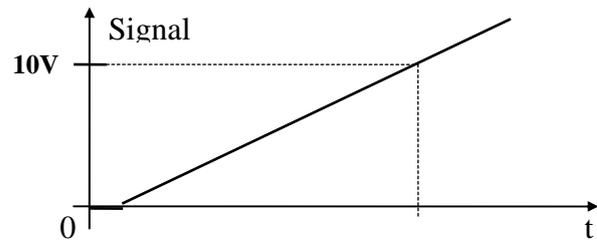
Les capteurs génèrent _____ qui caractérise le phénomène à détecter.



② Capteur analogique

La grandeur électrique de sortie varie de façon progressive en fonction de la grandeur physique à capter. Souvent _____

_____ et par exemple le signal de sortie peut être une tension (0 - 10 V) qui _____.

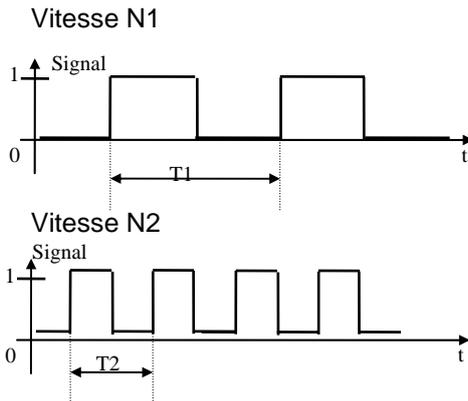


③ Capteur numérique

La grandeur électrique de sortie est de type numérique. L'information délivrée peut être représentée par :

- soit un signal électrique sur _____ (Voir l'exemple ci contre du signal d'un capteur numérique de vitesse ou lorsque la vitesse de rotation augmente, la fréquence du signal de sortie augmente et on obtient que $T2 > T1$).
- soit un signal numérique codés sur n variables binaires appelés _____

(voir l'exemple au paragraphe).



c. Qualité d'un capteur

Un capteur possède un élément de mesure qui doit posséder les qualités suivantes:

- Sensibilité, c'est _____ que peut détecter un capteur.
- Fidélité, c'est de donner toujours les mêmes résultats, pour les mêmes détections
- Linéarité, surtout en analogique, les valeurs de sortie sont toujours proportionnelles aux valeurs d'entrée dans toute l'étendue de la mesure.
- L'étendue de mesure, elle est définie par les valeurs minimale et maximale que peut détecter un capteur.

d. Facteurs d'environnement

Un capteur subit des influences externes auxquelles il doit résister. Les principaux agents extérieurs sont: les poussières, l'eau, les chocs, la température ambiante.

L'encombrement des capteurs ainsi que la fixation, font partie des caractéristiques mécaniques des capteurs.

2. CLASSIFICATION DES CAPTEURS

Les grandeurs physiques les plus couramment utilisées dans les systèmes techniques sont classées dans le tableau ci-dessous:

Repère	Désignation	Repère	Désignation
01	Déplacement	11	Torsion, couple
02	Allongement	12	Pression
03	Position linéaire et angulaire	13	Débit
04	Proximité	14	Densité
05	Epaisseur, diamètre	15	Température
06	Pesée	16	Niveau
07	Force	17	Viscosité
08	Temps, fréquence	18	Humidité des gaz et des solides
09	Vitesse, accélération	19	Analyse des liquides
10	Vibrations	20	Analyse des gaz

Ce tableau présente les grandes familles de capteurs et détecteurs, mais il peut être complété par d'autres capteurs

Les capteurs les plus couramment employés dans les systèmes techniques automatisés sont présentés pour information dans le tableau donné en annexe. Les capteurs de position, et les détecteurs de proximité font l'objet d'un développement particulier.

3. DETECTEUR DE POSITION

Il y a d'une part souvent confusion entre capteur de position, et capteur de déplacement, (voir tableau de classification), et d'autre part position linéaire et position angulaire.

1. Interrupteur de position

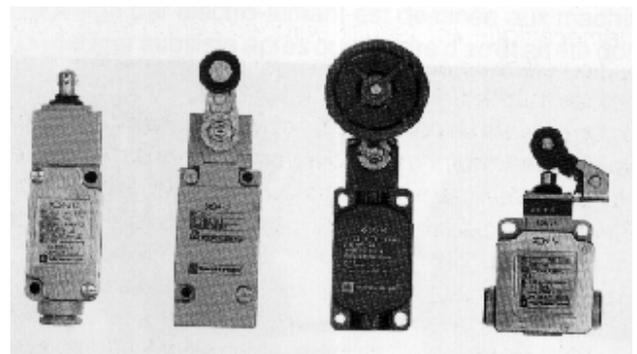
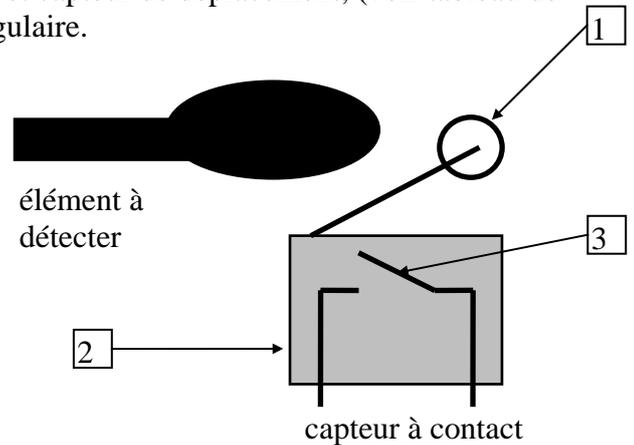
a. Fonction assurée

Lorsqu'il est actionné _____ par un mobile, l'interrupteur de position ouvre ou ferme un ou plusieurs contacts.

b. Structure

Les interrupteurs sont constitués des trois éléments de base suivant : _____ (3), _____ avec son dispositif d'attaque (1) et _____ (2). La détection de la position est réalisée par la tête (levier à galet, poussoir à bille), qui actionne un contact électrique, le plus souvent un micro-contact à ouverture fermeture.

voir ci contre les différentes têtes de capteur de position.



c. Grandeurs caractéristiques

Les principales caractéristiques des interrupteurs de position sont:

- électriques comme le courant et la tension nominales, _____, _____.
- d'environnement : protections contre l'eau, les poussières, les chocs...
- Le temps de réponse, qui s'exprime en nombre de cycle de manœuvre par heure, par exemple 3 600 cycle/heure.
- La _____, de l'ordre de 1 à 5 millions de cycles de manœuvre.

d. connexions

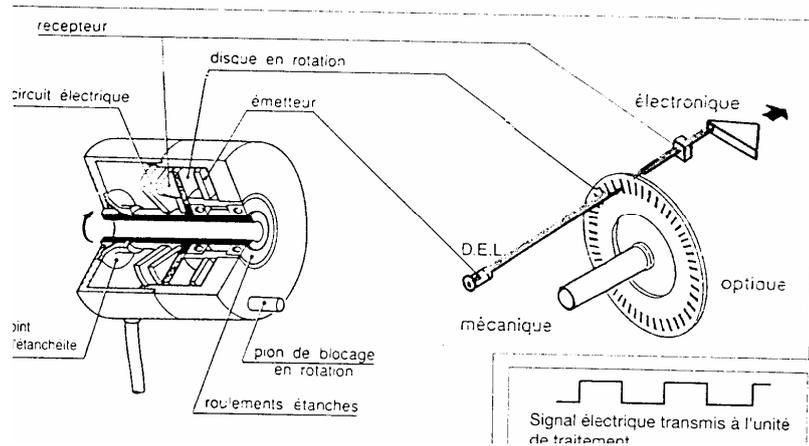
Le contact de l'interrupteur de position est à monter en série avec une alimentation de 24Volts par exemple et l'entrée de l'automate

2. Capteurs de position angulaire

On les appelle aussi capteurs _____, ou _____.

a. Principe

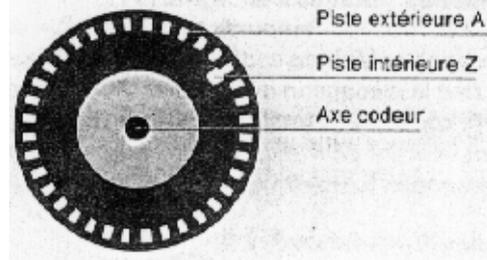
Un disque portant des repères, est entraîné par l'axe dont on veut contrôler la position angulaire, un _____ traverse le disque et influence un phototransistor, qui émet un signal logique en fonction de la position des repères lus. Voir figure à droite pour le principe d'un capteur de position angulaire.



b. Codeur incrémental

Le disque comporte en général deux pistes, comportant n intervalles qui sont alternativement opaques et transparent et de même valeur angulaire. La deuxième piste est décalée d'un demi intervalle pour donner le sens de rotation. une piste possède un seul repère ou top zéro qui permet de compter le nombre de tours.

Disque d'un codeur rotatif incrémental.

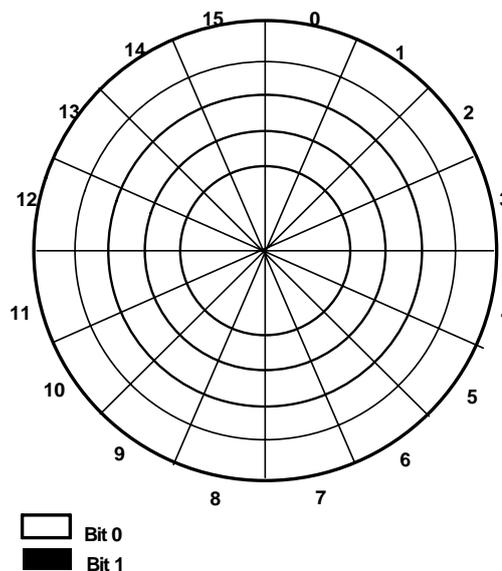


c. Codeur absolu

Le codeur absolu comporte _____, ce qui détermine le nombre de positions, 3 pistes donnent $2^3 = 8$ positions, 4 pistes $2^4 = 16$ positions. Ce type de codeur fournit une information en mot binaire . _____

Codeur absolu : règle et disque en code de Gray (ou code réfléchi).

			0
			1
			2
			3
			4
			5
			6
			7
			8
			9
			10
			11
			12
			13
			14
			15



d. Caractéristiques

Les capteurs rotatifs sont caractérisés par leur _____, c'est à dire _____. Un codeur incrémental peut indiquer 400 positions par tour, un capteur absolu aura toujours un nombre de positions multiples d'une puissance de 2 (16, 32, 64, 128, 256, 512...).

4. DETECTEUR DE PROXIMITE

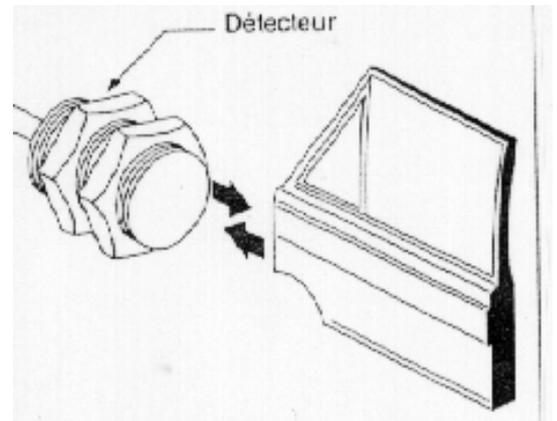
Un détecteur de proximité permet de détecter sans contact la présence ou le passage de pièces, le défilement d'objets (fig. 15) . On distingue trois types de détecteurs de proximité : _____, _____, _____.

1. Détecteurs inductifs

Un capteur électronique à effet inductif commute lorsque le champ magnétique émit est perturbé par la proximité d'un d'objets _____.

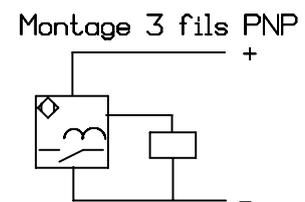
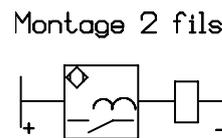
Un détecteur inductif se compose essentiellement d'un oscillateur qui produit dans l'espace environnant un _____.

Lorsqu'une pièce métallique est placée dans ce champ, des courants induits (loi de Lenz) constituent une charge additionnelle qui provoque l'arrêt des oscillations. Après mise en forme on génère un signal de sortie correspondant à un contact à ouverture ou à fermeture (voir montage 2 fils ou 3 fils PNP et NPN)



Caractéristique et connexion d'un détecteur de proximité inductif :
Exemple : détecteur inductif Schneider

XS1- N18 PA 340	Caractéristiques
Boîtier	métallique ou plastique, cylindrique filetés
Portée nominale	5 mm
Tension d'alimentation	12 à 24 V DC
Type de montage	3 fils PNP



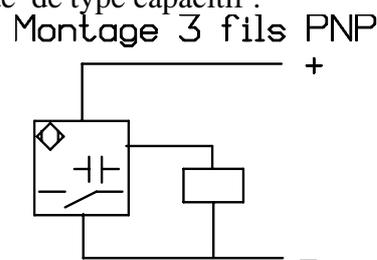
2. Détecteurs capacitifs

Un détecteur capacitif comporte un oscillateur dont le condensateur constitue la face sensible. Lorsqu'un matériau conducteur ou isolant (permittivité > 1) est placé dans ce champ, il modifie la _____ et modifie les oscillations. Il ressemble au détecteur _____ mais possède un diamètre plus important.

Après mise en forme, on génère comme précédemment un signal analogue à un contact électrique à ouverture ou à fermeture. Ce type de détecteur convient pour la détection d'objets _____, _____, ou même _____.

Caractéristique et connexion d'un détecteur de proximité de type capacitif :

XT4- P30PA372	Caractéristiques
Boîtier	métallique ou plastique, cylindrique filetés
Portée nominale	15 mm
Tension d'alimentation	10 à 38 V DC
Type de montage	3 fils PNP



3. Détecteurs photoélectriques

Une diode électroluminescente émet un _____ en lumière visible ou invisible (infrarouge) de façon continue, ou modulée (émission pulsée), ce rayon lumineux est reçu un phototransistor, et amplifié pour alimenter une charge (un relais). Ainsi ce rayon lumineux est interrompu par _____.

b. Disposition

La détection d'objet s'effectue selon deux principes,
 - Disposition _____, le faisceau lumineux est coupé par l'objet qui passe.

L'émetteur et le récepteur sont séparés, mais l'alignement doit être précis.

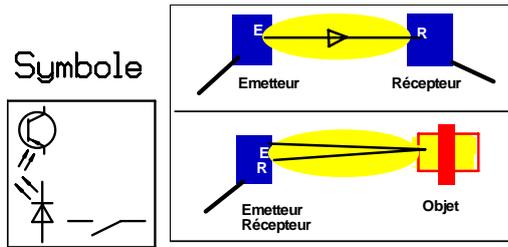
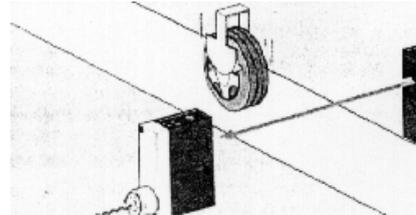


Schéma de principe d'un détecteur photoélectrique

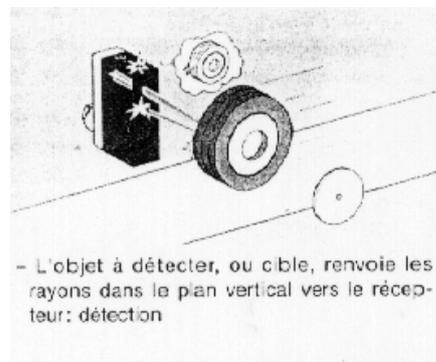
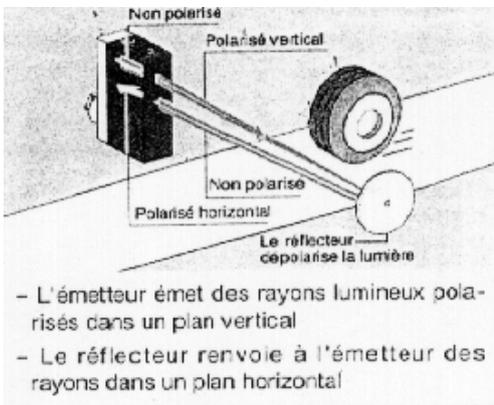


Détection type barrage.

- Disposition _____,

L'émetteur et le récepteur se trouvent dans le même boîtier. L'objet en passant devant le détecteur va renvoyer le rayon lumineux au phototransistor

- Disposition en reflex polarisé pour la détection d'objets _____.



c . Caractéristique et connexion d'un détecteur de proximité de type reflex avec un réflecteur :

	Caractéristiques
Boîtier	Ensemble ou séparé
Portée nominale	Jusqu'à qlqs mètres
Tension d'alimentation	12 à 24 V DC
Type de montage	3, 4 ,5 fils PNP/NPN

5. CAPTEURS OU SONDES DE TEMPERATURE

La mesure de température est très répandue dans les systèmes industriels (Frappaz ; Four Eurotherm ; Ecolsab : habilis). Selon les éléments on distingue :

- Les thermocouples
- Les thermo-résistances
- Les capteurs semi-conducteurs (thermistance ou circuit intégrés)

1 Les thermocouples

Principe de la mesure :

Le principe pour ces capteurs actifs est basé sur l'association de deux fils en métal de nature différente connectés à leurs extrémités. Un courant continu circule dans la boucle s'il y a une différence de température entre les extrémités, celle-ci sont appelées jonctions ou soudures.

$$E = \alpha (\theta_C - \theta_F)$$

E : μV
 θ : en degrés
 α : $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

Dès l'instant où l'on chauffe, il y a un courant qui circule. La tension est liée à la différence de température et a un coefficient α dépendant de la nature des matériaux.

Exemple : thermocouple de type *fer Constantin*, $\alpha = 60\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Les thermocouples sont utilisables de -270°C à environ $+3000^\circ\text{C}$

2. Les thermo-résistances

Les capteurs utilisent la variation de la résistivité en fonction de la température $dR/dT = f(\theta)$. Ces capteurs étant souvent passifs. Ils nécessitent une polarisation en énergie électrique (PT 100 : 3 fils).

La résistivité des métaux varie avec la température selon la relation suivante :

$$R_\theta = R_0 \text{ à } 0^\circ\text{C} (1 + \alpha\theta)$$

$$\theta = (\theta_C - \theta_F)$$

Exemple : Une lampe non éclairée à 20°C a pour résistance $R = 57 \Omega$

En éclairant l'ampoule en 230 V et sachant que sa puissance est de 60 W

$R = U/I = 884 \Omega$ donc R varie avec la température et la loi d'Ohm n'est plus valable car R varie.

3. Capteurs à semi-conductance

La grandeur électrique délivrée par le capteur peut augmenter ou diminuer selon la température, le capteur sera dit à coefficient de température positif, s'il y a une augmentation de la température pour une augmentation de tension (CTP ou CTN).

La relation liant la température à la résistance est non linéaire (coût moindre qu'une thermoresistance)