

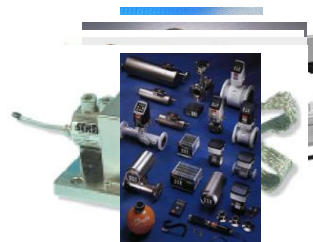
L'électricité au service des machines

Lundi 5 janvier 2004
Bonjour !

1

Les capteurs

- Capteurs
organes informant un système de contrôle-commande
sur l'état de son environnement
- Transforment une grandeur physique:
 - position
 - distance, déplacement
 - vitesse linéaire ou angulaire
 - niveau
 - température
 - force, pression
 - débit
 - analyse physico-chimique
- en un signal électrique ou une valeur numérique

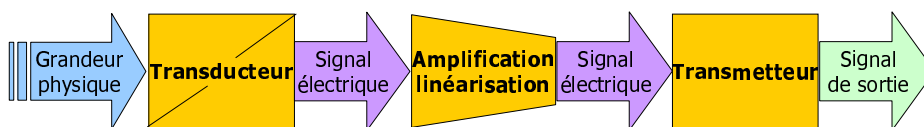


Caractéristiques des capteurs

- **Etendue de mesure**
limites de variation de la grandeur à mesurer
- **Précision**
incertitude absolue sur la grandeur mesurée.
- **Sensibilité**
plus petite variation détectable de la grandeur à mesurer
- **Linéarité**
écart de sensibilité sur l'étendue de mesure
- **Répétabilité, fidélité**
identité du signal de sortie pour une valeur d'entrée donnée

Constitution des capteurs

- Les capteurs industriels comportent en général 3 parties



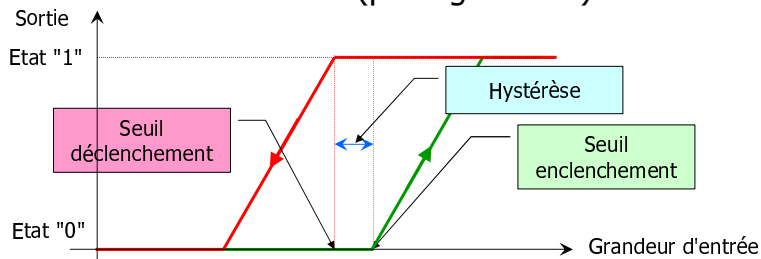
- **Transducteur**
transforme la grandeur d'entrée en un signal électrique de bas niveau
- **Amplification, linéarisation**
augmente le signal à un niveau exploitable,
linéarise et corrige la mesure (microprocesseur)
- **Transmetteur**
normalise le signal de sortie :
 - tension : +/- 10 V; 0..10 V; 0..5 V
 - courant : 0..20 mA; 4..20 mA
 - bus de terrain : HART; ASI; Profibus; etc.

Catégories de capteurs

- **Capteurs analogiques**
fournissent un signal de sortie qui est fonction (généralement proportionnel) de la grandeur mesurée
 - plage de mesure donnée
 - conditions de mesure spécifiée
 - au-delà mesures non valides, voir destruction du capteur
- **Capteurs digitaux ou détecteurs**
donnent une information binaire, "tout ou rien", correspondant à un seuil sur la grandeur mesurée

Hystérèse

- Pour les capteurs digitaux
le seuil d'enclenchement (passage 0 \Rightarrow 1)



est différent du seuil de déclenchement (passage 1 \Rightarrow 0)
cette différence s'appelle **hystérèse**

- Assure la stabilité de la commutation

Position

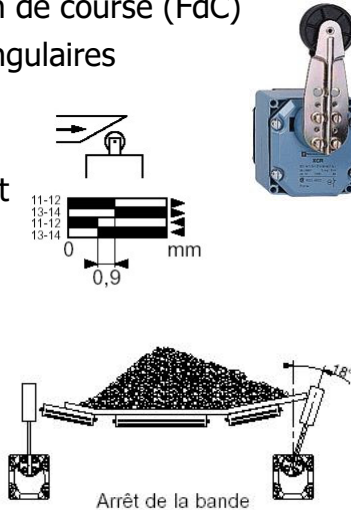
- Les capteurs de position sont utilisés pour **détecter**
 - la présence d'un objet (pièce à usiner, outil)
 - la fin de trajectoire d'un mobile
 - la position d'un organe (vanne, clapet, disjoncteur)
 - le point initial d'une mesure
- Comme éléments de **sécurité** pour
 - limiter la course d'un objet mobile (table, pont, tourelle)
 - verrouiller une action si un élément n'est pas en position (porte fermée, vanne, bras de robot)

Technologies des capteurs de position

- Le choix de la technologie du capteur dépend
 - du matériau de l'objet à détecter,
 - de sa distance,
 - de sa taille
 - de l'environnement
- **Electromécaniques**
usage général, sécurité "hardware"
- **Inductifs**
sans contact pour objets métalliques
- **Capacitifs**
sans contact pour objets non métalliques et liquides
- **Ultrasons**
sans contact pour les matériaux durs ou transparents
- **Optiques (photoélectriques)**
pour les objets distants ou de petite taille

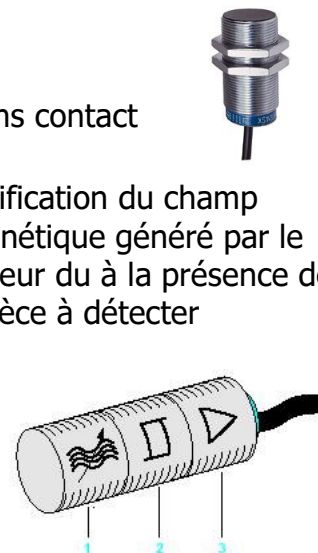
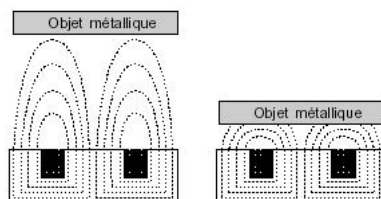
Electromécaniques

- Appelés également contacts de fin de course (FdC)
- Pour déplacements linéaires ou angulaires
- Simples et robustes, bon marché sans composants électroniques
- Commutation **brusque** du contact avec hystérèse
- Exempt de rebonds
- Applications de sécurité, interrupteur à courant fort dans un circuit de commande



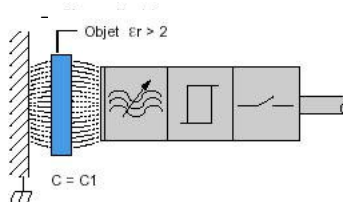
Inductifs

- Capteurs de proximité inductifs
- Détection d'un objet métallique sans contact
- Modification du champ magnétique généré par le capteur du à la présence de la pièce à détecter
- Constitution du capteur
 1. Oscillateur produisant un champ magnétique sur la face sensible
 2. Circuit de mise en forme (trigger)
 3. Amplificateur de sortie



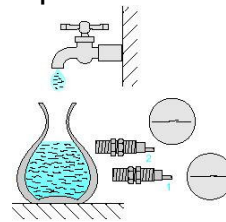
Capacitifs

- Capteurs de proximité capacitifs
- Détection sans contact d'un objet non-métallique ou d'un liquide



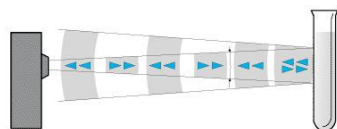
- Génère un champ électrique sur sa face sensible
- La présence d'un objet modifie le couplage capacitif

- Application remplissage d'un récipient
 - récipient vide aucun détecteur actif
 - remplissage partiel détecteur 1 actif
 - remplissage complet 2 détecteurs actifs



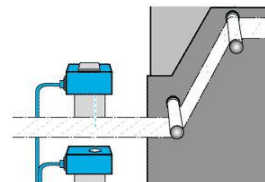
Ultrasons

- Détection sans contact
 - d'objets durs
 - de corps transparents
- Mesure de distance



- Emission d'une onde ultrasonore
- Réfléchi par l'objet à détecter
- Mesure le temps de propagation:
 - distance proportionnelle au temps

- Détection de présence d'un film transparent

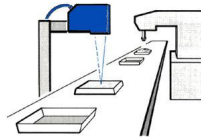
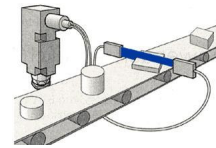


Optiques

- Détection sans contact
 - Objets de petite taille
 - Distance importante
 - Zones dangereuses
- Détection de couleurs



- Détection barrière
- Objet à détecter coupe le faisceau lumineux



- Détection "reflex"
- Faisceau lumineux
 - réfléchi par l'objet
 - ou un réflecteur

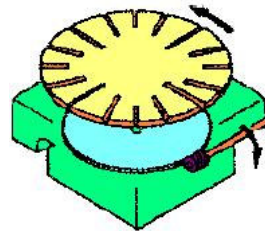
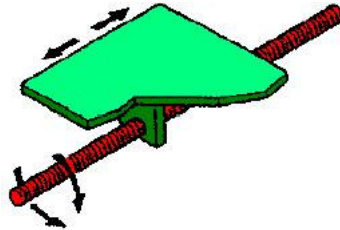


Autres types de capteurs

- **Reed** : lame métallique qui se déforme sous l'effet d'un champ magnétique
- Effet **Hall** : sondes électroniques sensibles au champ magnétique
- **Radar** : émission et réflexion d'une onde radar
- Source de **chaleur** (infrarouge) : détecteurs de présence
- **Radioactif** : mesure d'absorption d'un rayonnement ionisant.
 - Mesure non intrusive pour détecter la présence d'un produit dans un réservoir

Distance, déplacement, vitesse

- Mesure de la position
 - linéaire
 - ou angulaire d'un mobile
- Et des grandeurs dérivées
 - vitesse
 - accélération
- Valeur **absolue**
distance ou angle donné
par rapport à un repère fixe
- Valeur **incrémentale**
distance ou angle donné
par rapport à la position actuelle

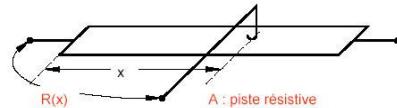


Technologies des capteurs de distance, vitesse

- **Potentiométriques**
mesure de position (d'angle) absolue
simplicité de mise en œuvre, bon marché
- **Codeurs optiques absolus**
mesure de position absolue codée numériquement
précis et robustes
- **Résolveur**
mesure de position absolue sur un tour
rapides et robustes
- **Codeurs optiques incrémentaux**
mesure de position incrémentale et de vitesse
rapides et précis
- **Génératrice tachymétrique**
mesure de vitesse

Potentiométrie

- La résistance est proportionnelle
 - à la position linéaire
 - ou angulaire
- Utilisés comme diviseur de tension
 - ⇒ tension proportionnelle à la position

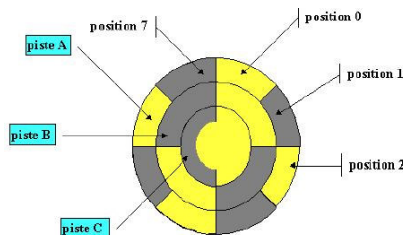


- Signal directement exploitable par les systèmes de contrôle commande
- Pour les grandes distances, dispositifs à enrouleur de câble
- Inconvénients
 - fragiles
 - plages de mesure limitées



Optiques absolus

- Position donnée par lecture d'une règle ou d'un disque gravé ou sérigraphié



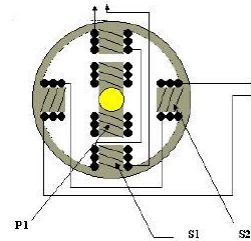
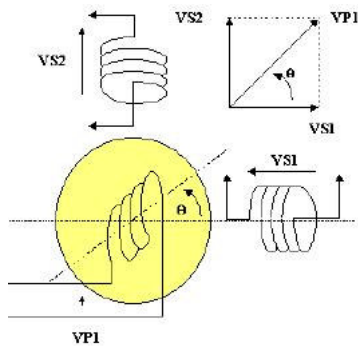
- Délivre l'information de position sous forme d'un code numérique.
- Le nombre de pistes dépend de la résolution

- Utilisation du code de Gray pour éviter les erreurs de lecture lors des transitions

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

Résolveur

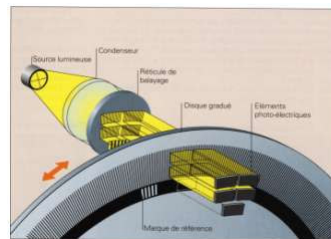
- Capteur analogique de position angulaire absolue
- variation d'un champ électromagnétique



- Transformateur rotatif
 - Alimentation du bobinage du rotor par une tension alternative à haute fréquence
 - Tension de même fréquence induite dans les bobinages du stator disposés à 90°
 - Amplitude des signaux dépend de l'angle

Optiques incrémentaux

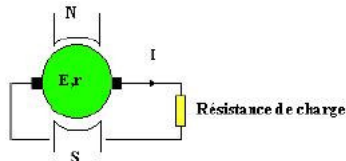
- Position mesurée par comptage ou décomptage d'impulsions
- Faisceau lumineux traverse un disque gradué avec 2 pistes



- Génère deux signaux **A** et **B** déphasés de 90°
- Discrimination du sens de rotation
 - sens direct
 - sens inverse

Génératrice tachymétrique

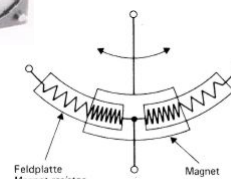
- Génère une tension proportionnelle à la vitesse
- Champ magnétique constant induit par des aimants permanents



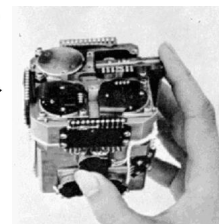
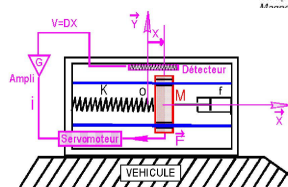
- La génératrice peut être
 - une dynamo: fourni une tension continue
 - un alternateur: fourni une tension alternative qui doit être redressée pour être utilisée comme signal de mesure

Autres capteurs

- **Inclinomètre**
 - signal de sortie proportionnel à l'angle d'inclinaison du mobile
 - 1 ou 2 axes
 - Applications: véhicules, aéronautique, machines de chantier



- **Accéléromètres**
 - signal proportionnel à l'accélération du mobile
 - 1, 2 ou 3 axes
 - Applications industrie aéronautique (plateforme inertielle de guidage)



Exercices