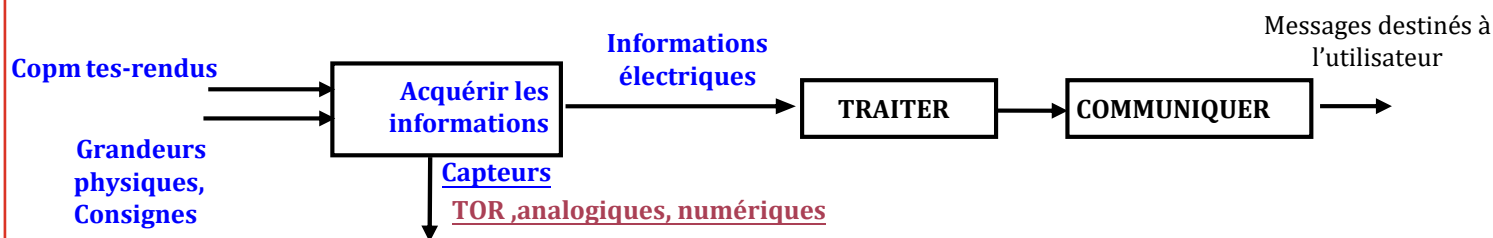


1. Fonction d'un capteur

La fonction d'un capteur est de détecter une grandeur physique et de la transformer en un signal exploitable par un système. Les capteurs sont utilisés pour mesurer, contrôler et automatiser les systèmes de la vie quotidienne et industrielle.

Chaîne d'information



2. Les solutions techniques assurent la fonction Acquérir :

- Capteurs de pression
- Bouton poussoir
- Commutateur à plusieurs positions
- Ecran tactile
- Clavier
- Télécommande
- Manette de commande
- Codeur rotatif incrémental et Absolu
- Potentiomètre
- Capteur de vitesse
- Capteur de température
- Détecteurs de proximité inductif
- Détecteurs de proximité capacitive
- Détecteurs photoélectrique
- Détecteurs Magnétique (ILS)
- Capteur limiteur de couple
- Capteur limiteur de charge
- Capteur de vent
- Capteurs fin de course etc...

Des exemples simples d'utilisation des capteurs:

- ✓ **Capteur de présence** : détecte la présenceExemple: Porte automatique
- ✓ **Capteur de température** : mesure la températureExemple: Chauffe-eau
- ✓ **Capteur de vitesse** : mesure la vitesse de rotation.....Exemple: Compteur de vitesse d'une voiture
- ✓ **Capteur de niveau** : indique le niveau de liquide Exemple: Réservoir Carburant de voiture
- ✓ **Capteur de pression** : surveille la pression pour éviter les pannes.....Exemple: Pneus de voiture
- ✓ **Capteur de lumière** : allume la lampe quand il fait sombreExemple: Éclairage public etc.....

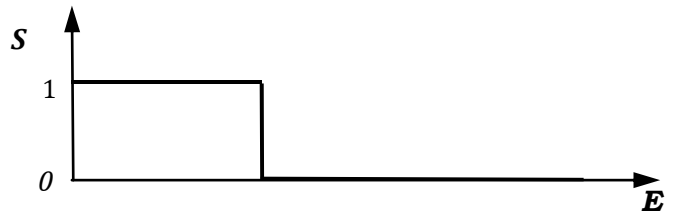
3. Performances d'un capteur

- Précision (exactitude)** : Écart entre la valeur mesurée et la valeur réelle
- Résolution** : Plus petite variation détectableExemple : 0,01 mm
- Etendue de la mesure** : Intervalle de valeurs mesurables.....Exemple : 0 à 10mv
- Sensibilité** : Variation du signal de sortie pour une variation de la grandeur mesurée Exemple : 2 mV/°C .
La pente tangente utilisée pour décrire la sensibilité d'un capteur c'est le rapport entre la variation de la sortie et la variation de l'entrée.
- Linéarité** : Proportionnalité entre l'entrée et la sortie
- Rapidité** : La rapidité d'un capteur correspond au temps nécessaire pour que le capteur fournisse une information correcte après un changement de la grandeur d'entrée.

4. Les différents types de signaux délivrés par un capteur

➤ Le signal logique :

Ce signal ne peut prendre que deux valeurs binaires « 1 » ou « 0 » (vrai ou faux, présent ou absent). Il est appelé tout ou rien (T.O.R).



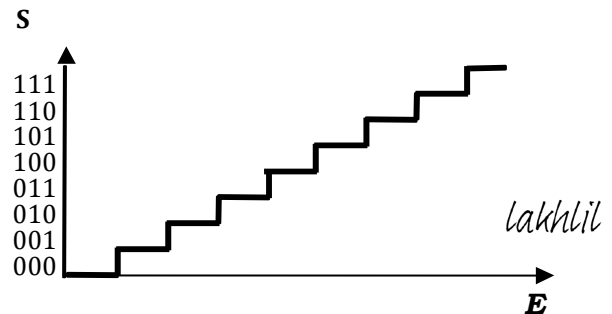
➤ Le signal analogique :

Un signal analogique varie de façon continue. Il peut prendre une infinité de valeurs entre un minimum et un maximum. Ce signal est une tension image du phénomène physique d'entrée. (mesure de la température d'un local, de la vitesse du vent)



➤ - Le signal numérique :

Le signal de sortie varie ; à chaque valeur de la grandeur d'entrée correspond une valeur numérique c'est-à-dire une combinaison de 0 et de 1. La sortie est directement exploitable par une unité de traitement numérique.



5. Les différents types de capteurs

5.1. Capteurs Logique TOR

Un capteur TOR (Tout Ou Rien) est un capteur logique qui délivre deux états seulement :

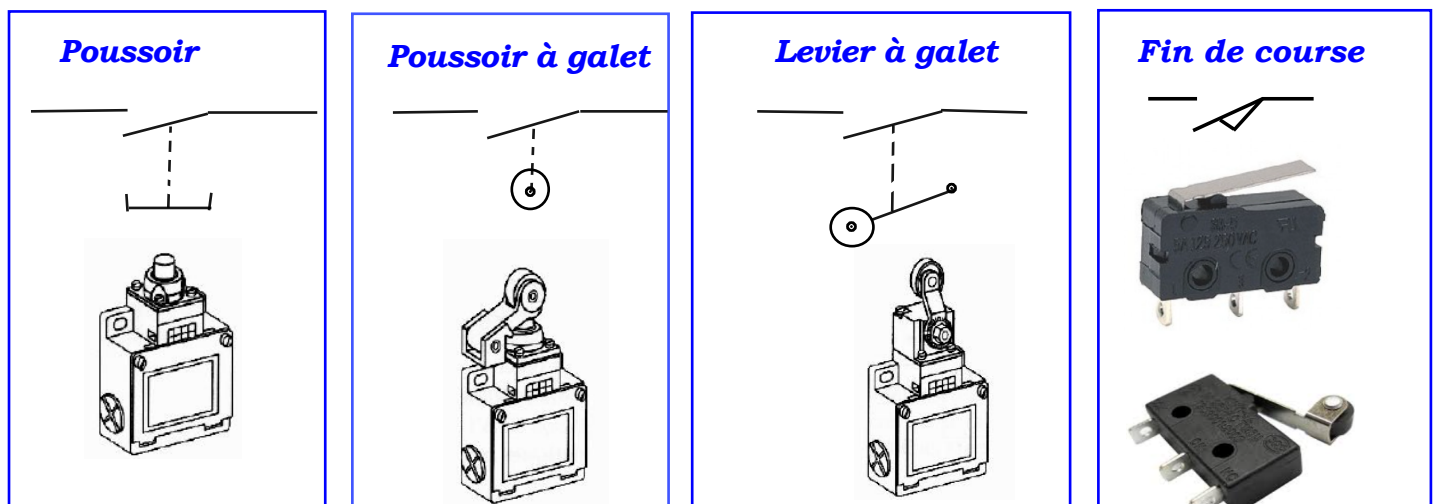
- 1 / 0
- Ouvert / Fermé
- Présence / Absence

a. Capteurs avec contact : Détecteurs de position

Un capteur avec contact détecte un objet par contact physique direct.

Symbole des Capteurs TOR

Schémas normalisés des détecteurs de position à contact



b. Capteurs sans contact: Détecteurs de proximité

Un capteur sans contact opère à distance, sans contact avec l'objet à détecter. Il fonctionne grâce à des phénomènes physiques (champ magnétique, champ électrique, lumière, ultrasons, etc.).

• Capteur de proximité inductif

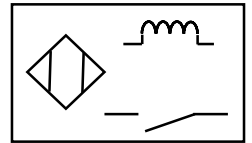
Détecte uniquement **les objets métalliques**.

Principe : toute pièce métallique pénétrant dans un champ électromagnétique devient le siège de courants qui provoquent l'arrêt des oscillations.

C'est donc l'arrêt des oscillations qui est détecté



Symbole



• Capteurs de proximité capacitifs

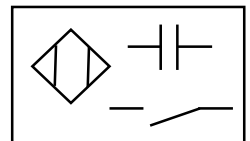
Détecte tous les matériaux: (métal, plastique, bois, liquide)

Principe : variation de capacité.

Le capteur contient deux électrodes qui forment un condensateur. Créent un champ électrique, lorsqu'un objet s'approche : la capacité électrique change, un signal de sortie est généré lorsque le capteur détecte cette variation de capacité



Symbole

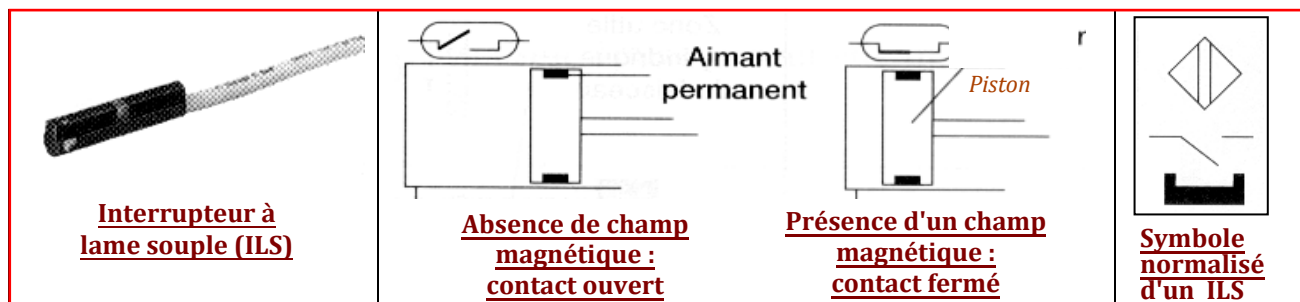


• Interrupteur à lame souple (ILS) :

Permet de détecter tous les métaux magnétiques.

- En présence d'un champ magnétique, le contact est fermé.
- En absence du champ magnétique le contact est ouvert. en suite permet la transmission d'une information de nature électrique (signal électrique).

Principe de fonctionnement :

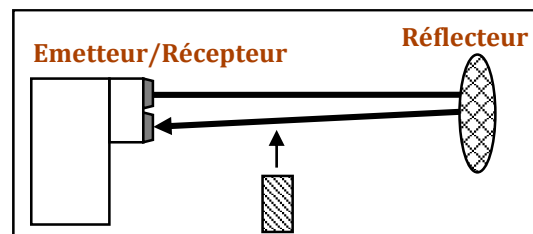
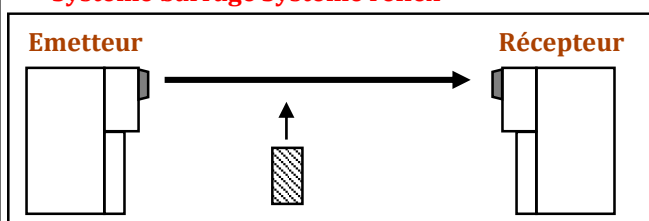


lakhil

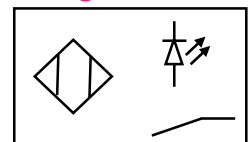
• Capteur photoélectrique :

se compose d'un émetteur de lumière infrarouge modulée associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation du faisceau lumineux.

Système barrière Système reflex



Symbole



• Capteur à effet Hall

Capteur sans contact qui permet de détecter un champ magnétique et de le convertir en signal électrique

Il détecte le passage d'un aimant ou d'une roue dentée pour connaître la vitesse ou la position.

Exemple d'utilisation: Capteur de vitesse de roue (ABS), Fin de course magnétique

• Capteur à ultrasons

Un capteur à ultrasons est un capteur sans contact qui mesure la distance ou détecte un objet en utilisant des ondes ultrasonores (sons au-dessus de 20 kHz, inaudibles pour l'homme)

Principe de fonctionnement : Le capteur émet une onde ultrasonore (impulsion sonore) vers l'objet, l'onde rebondit sur l'objet et revient vers le capteur. Le calculateur mesure le temps de propagation t et indique la distance.

Exemple d'utilisation: Radar de recul

5.2.Capteurs analogiques

Un capteur analogique transforme une grandeur physique (température, pression, distance, lumière...) en un signal électrique continu (tension ou courant) dont la valeur varie en fonction de la grandeur mesurée.

Exemple : Température → tension (0–10 V)

Pression → courant (4–20 mA)

Le signal est continu et peut prendre toutes les valeurs dans une plage donnée

1.Les capteurs de température

Un capteur de température est un dispositif qui mesure la température et fournit un signal électrique proportionnel à la grandeur mesurée il transforme la température en tension, courant ou résistance.

a.Mesure de température par thermocouple

Un thermocouple est un capteur de température il transforme une différence de température en tension électrique.

principe: Lorsque deux métaux différents sont reliés et que leurs jonctions sont à des températures différentes, il apparaît une tension électrique dans le circuit .



lakhil

b.Mesure de température par résistor PT100

La PT100 est une résistance en platine dont la valeur augmente avec la température.

Plus la température augmente, plus la résistance augmente.

Principe physique :

La résistivité du platine varie avec la température : $R(t) = R_0.(1 + a.t)$

- La sensibilité C'est la pente de la tangente $S = R_0 a$

À 0 °C → $R_0 = 100\Omega$

À 100 °C → $R = 138,5\Omega$



2.Dynamo tachymétrique

Une dynamo tachymétrique est un capteur de vitesse de rotation.

Elle transforme la vitesse de rotation d'un arbre en une tension électrique proportionnelle.

La dynamo tachymétrique fonctionne selon la loi de l'induction électromagnétique (Faraday).

Un aimant ou un enroulement tourne avec l'arbre

La rotation crée une force électromotrice (f.e.m.)

La tension de sortie est proportionnelle à la vitesse de rotation $E = K. N$

E : tension de sortie (V)

K : constante de la dynamo $V/tr\ min^{-1}$

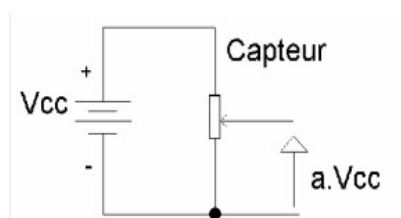
N : vitesse de rotation en tr/min



3.Capteur de déplacement résistif

Un capteur de déplacement résistif transforme un déplacement mécanique (linéaire ou angulaire) en une variation de résistance électrique. Il fonctionne sur le principe du potentiomètre.

Le déplacement du curseur mobile solidaire de la pièce en mouvement modifie la résistance mesurée ce qui permet la variation de la tension.



3. Capteur numérique (Codeur)

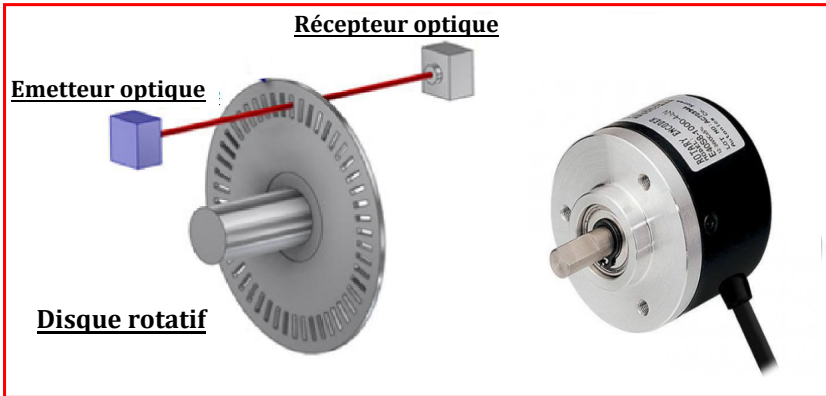
Un codeur optique est un capteur numérique utilisé pour mesurer un déplacement, une position, une vitesse ou un sens de rotation dans les systèmes automatisés.

Types de codeurs optiques:

1. Codeur incrémental

Le codeur incrémental est utilisé dans des applications où la position est déterminée par la mesure du déplacement de l'objet. Il génère un train d'impulsions, dont le nombre permet de calculer le déplacement et la vitesse de rotation.

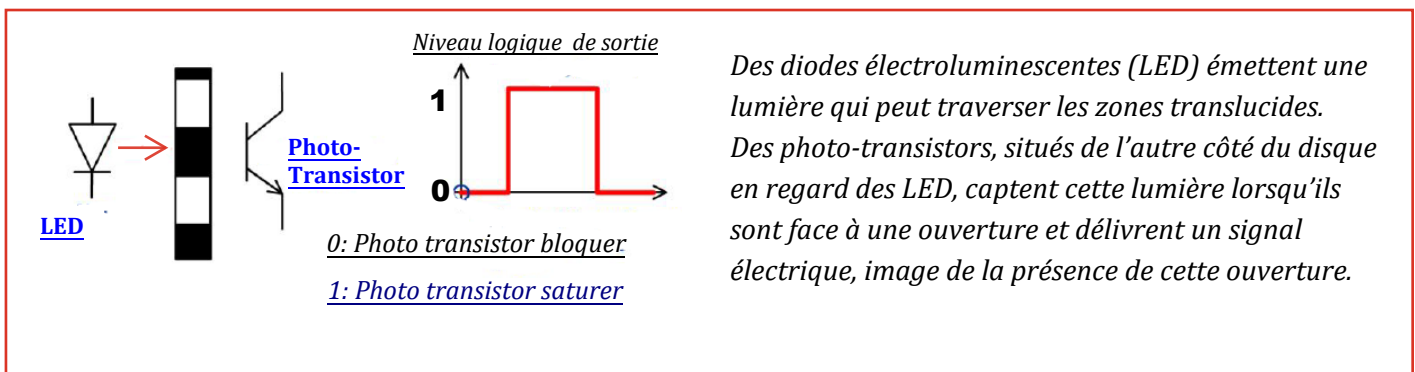
a. Constitution d'un codeur optique :



- **Émetteur optique**
Une source lumineuse (LED)
- **Disque rotatif**
Un disque optique transparent
et opaque (avec fentes ou pistes)
- **Récepteur optique**
photodiode ou phototransistor

lakhil

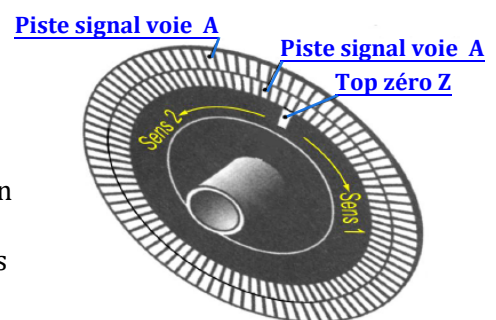
b. Principe de fonctionnement



c. Structure du disque

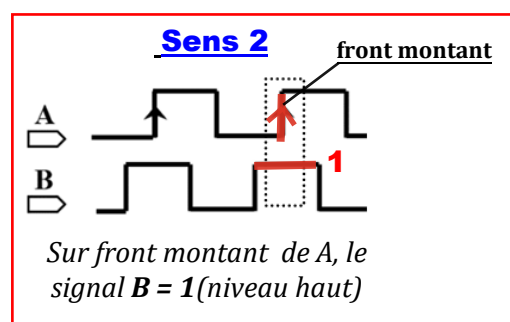
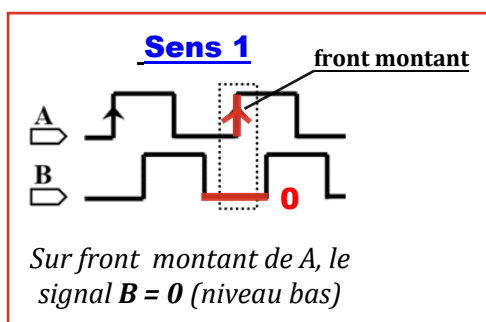
Le disque comporte jusqu'à trois pistes :

- **Top zéro Z** : une seule fenêtre produisant un signal par tour, utile pour initialiser le compteur angulaire et définir une position d'origine.
- **Deux pistes A et B** : elles sont nécessaires pour identifier le sens de rotation et calculer la vitesse de rotation à partir de la fréquence des impulsions.



d. Détection de sens de rotation:

Le codeur génère les signaux A et B, décalés de 90° l'un par rapport à l'autre, afin de détecter le sens de rotation à l'aide de la méthode suivante:



e.Caractéristiques du capteur.

D'une manière générale, suivant que l'on spécifie **la précision angulaire** (en degré ou en radian) ou **la précision linéaire** (en mm), **la résolution** (ou nombre de points par tour) du codeur est donnée par :

 θ = précision angulaire : ou résolution angulaire

$$\theta = \frac{360^\circ}{R} \quad \text{ou} \quad \theta = \frac{2\pi}{R} \quad \text{en radian}$$

- ✓ θ : précision angulaire : ou résolution angulaire en degré ou en radian
- ✓ R: résolution ou nombre de points/tour
- ✓ k: rapport de réduction
- ✓ Pas: pas (vis écrou)
- ✓ πD : (périmètre)
- ✓ f : fréquence en Hz

R: résolution ou nombre de points/tour

lakhil

Cas du système vis et écrou

$$R = \frac{\text{pas} \cdot k}{\text{précision linéaire en (mm)}}$$

Cas : (perimetre = πD)

Poulie courroie ,pignon crémaillère, tapis roulant, Roue etc ...

$$R = \frac{\pi D \cdot k}{\text{précision linéaire en (mm)}}$$

- ✓ **Le rapport de réduction K** est utilisé dans cette relation si un réducteur de vitesse est **interposé** entre le codeur et les organes de translation :vis-écrou, Poulie courroie ,pignon crémaillère, tapis roulant, etc
- ✓ **La précision** linéaire d'un codeur optique correspond au plus petit déplacement linéaire mesurable par le système

Exemple :Codeur + vis-écrou

- Pas de la vis = 5 mm / tour
- Codeur = 1000 impulsions / tour
- sans réducteur (k=1)

Precision = pas / resoulution

$$= \frac{5}{1000}$$

$$= 0.005 \text{ mm}$$

Exemple : Codeur + poulie-courroie avec réducteur (k=0,5)

- Diamètre poulie = 40 mm
- De'placement par tour= $\pi D=3,14 \times 40=125,6 \text{ mm}$
- Codeur = 2000 impulsions/tour

$$\text{Précision} = \frac{\pi D \cdot k}{\text{précision linéaire}} = \frac{125,6 \cdot 0,5}{2000}$$

$$= 0,0314 \text{ mm}$$

fréquence du signal de sortie du codeur

$$f = \text{Résolution} \cdot N_{\text{vitesse codeur en tr/s}}$$

.Nombre d'impulsion

$$N_{\text{impulsion}} = \text{La résolution} \cdot \text{Nombre de tour du codeur}$$

$$N_{\text{impulsion}} = \frac{\text{La course}}{\text{la precision en mm}} = 2^n$$

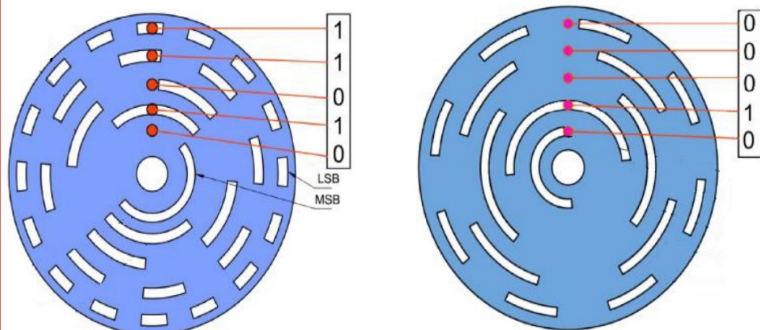
avec n : nombre de bits

2. Le codeur absolu

Le codeur absolu est destiné à des applications de contrôle de déplacement et de positionnement d'un mobile **par codage**. Le disque du codeur comporte plusieurs pistes. Chaque piste est alternativement opaque et transparent et possède son propre système de lecteur (diode émettrice et diode réceptrice).

Pour un **codeur absolu** elle est liée au nombre de bits sur lequel s'effectue **le codage**.

Codeur Absolu



Résolution : $R = 2^n$ positions/tour

Précision angulaire : angulaire : $\theta = \frac{360}{2^n}$

Avec

n : nombre de pistes

Le nombre de bits = nombre de pistes

Exemple Codeur absolu de 3 pistes

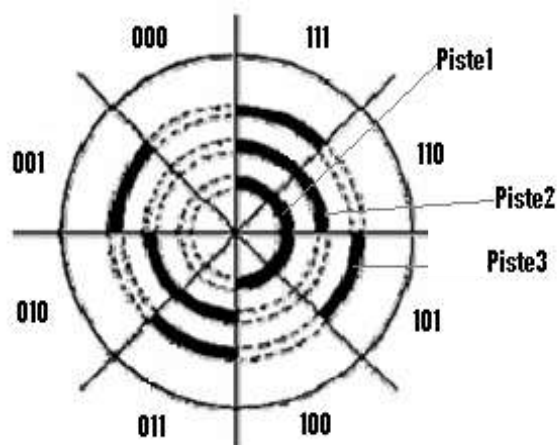
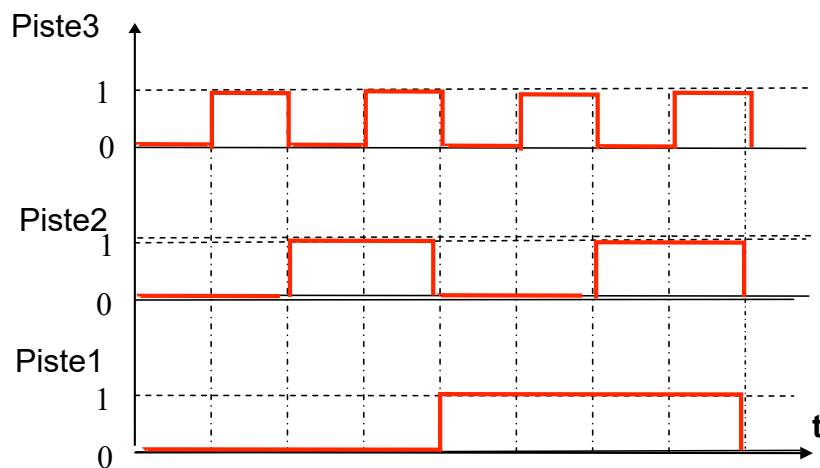
Pour un codeur de 3 pistes ce codeur fournit une information numérique codée sur 3 bits traduisant la position angulaire de l'axe de commande par rapport à une position d'origine repérée par le zéro binaire e nombre des combinaisons possibles est 2^3 donc il existe 8 combinaisons représentées dans le tableau ci-contre.

Tableau des combinaisons:

lakhilil

Ppisteon	Piste 1	Piste 2	Piste 3
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	0	1
7	1	1	0
8	1	1	1

Diagramme du signal de sortie de ce capteur



Exemple:

à partir du disque d'un codeur absolu placé ci-contre :

le nombre de bits : **8 bits**

la résolution : $2^8 = 256$ points par tour.

La résolution angulaire: $360/256 = 1,4$ degrés / point .

