

## ACQUERIR UNE POSITION AVEC PRECISION

### 1 CONTEXTE

Pour de nombreuses applications, il est nécessaire de connaître le déplacement, la position, la vitesse voire l'accélération d'une partie mobile.

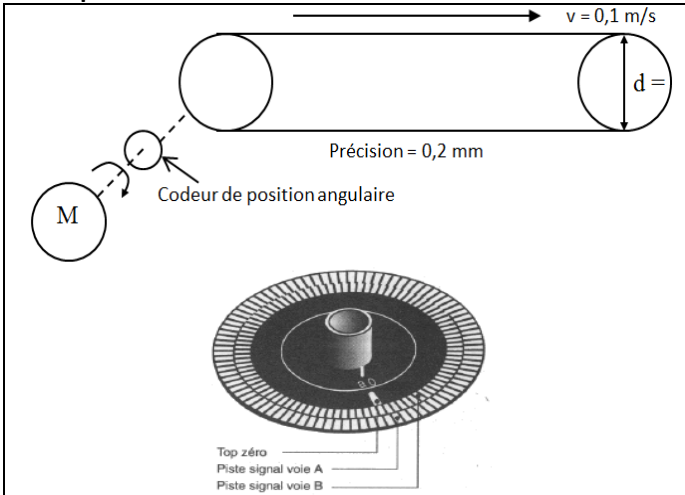


Fig1 : exemple 1, mise en position avec un tapis roulant et disque d'un codeur angulaire de type incrémental

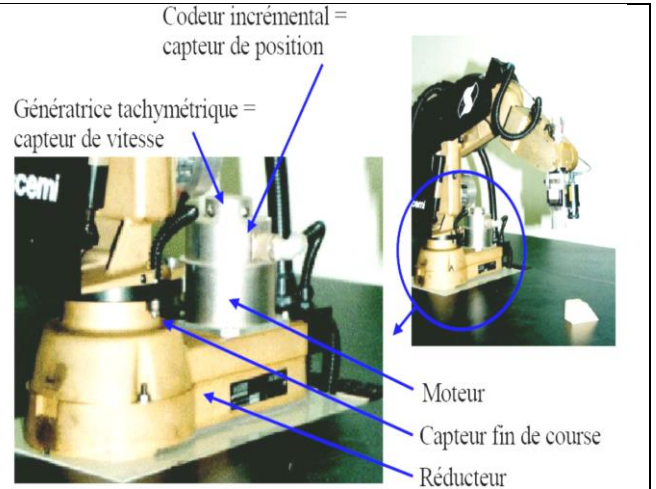


Fig.2 : exemple 2, articulations de robots pour la connaissance des angles de rotation et de leur vitesse,

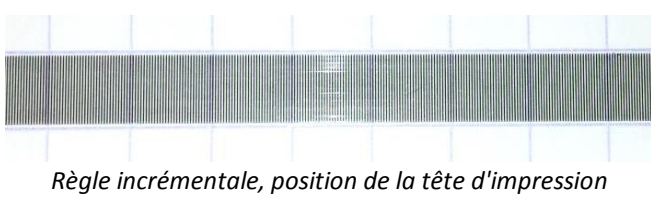


Fig.3 : exemple 3, imprimante / scanner, mise en position de la tête d'impression ou de lecture avance du papier



Les systèmes de détection "TOUT OU RIEN", interrupteurs et détecteurs de positions, ne peuvent fournir des informations suffisamment précises tout au long du déplacement. On utilise alors des capteurs permettant de connaître précisément la position sur une certaine distance ou plage.

### 2 SOLUTIONS D'ACQUISITION TRAITEMENT

Les différentes solutions d'acquisition, de traitement et d'exploitation de l'information de position peuvent être illustrées de la façon suivante.

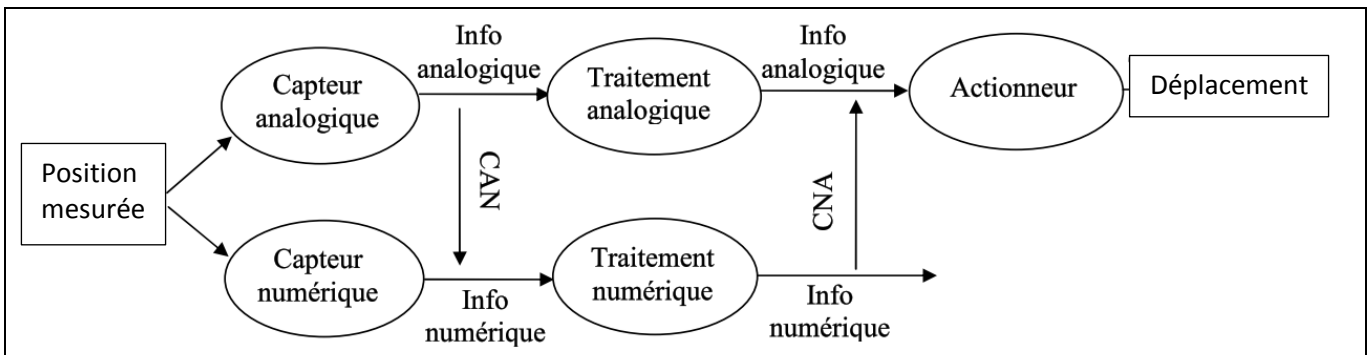


Fig.4 Chaîne d'acquisition et traitement de la position : différentes solutions analogiques / numériques

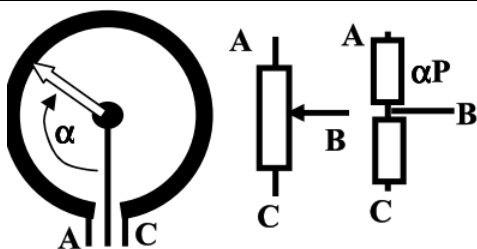


Fig.4.a : Acquisition analogique : Potentiomètre rotatif

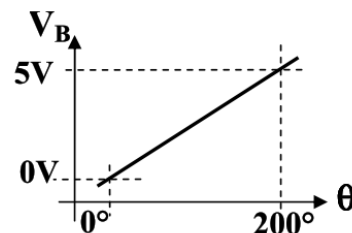


Fig.4.b : Résolution infinie, coefficient de transfert 5V/200°

## 2.1 Acquisition de position par capteur analogique (Fig.4.a et 4.b) :

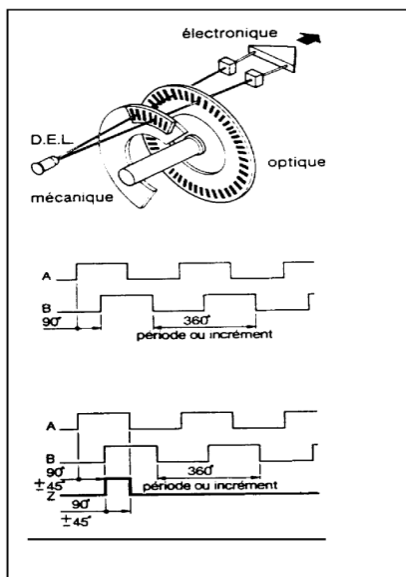
- La fonction entre la variable d'entrée (position) et la variable de sortie (tension) est continue, la résolution est infinie.
- La linéarité est donnée en % de l'étendue de mesure, une linéarité de +/- 1% sur 100mm donne une erreur de position maximale de 1mm.

## 2.2 Acquisition de la position par capteur rotatif numérique

### 2.2.1 Codage relatif, codeur incrémental :

Dans le codage incrémental, le déplacement génère des impulsions qui sont alors comptées. Il s'agit d'un codage relatif au début du comptage.

Le disque comporte au maximum 2 types de pistes :



- la piste extérieure est divisée en ' n ' intervalles d'angles alternativement opaques et transparents, ' n ' s'appelant la résolution ou nombre de points. Pour un tour complet de l'axe du codeur le faisceau lumineux est interrompu ' n ' fois et délivre ' n ' signaux consécutifs. Derrière la piste extérieure sont installées 2 diodes photosensibles décalées délivrant des signaux carrés A et B. Le déphasage entre ces deux signaux permet de déterminer le sens de rotation du système.

- La piste intérieure comporte une seule fenêtre transparente et délivre un seul signal appelé ' Top zéro ' par tour. Ce signal ( Z ) détermine une position de référence et permet la réinitialisation à chaque tour.

**A la mise sous tension, la position est inconnue, il faut un point de référence, capteur TOR de fin de course par exemple, pour ensuite connaître le déplacement relatif par comptage des impulsions.**

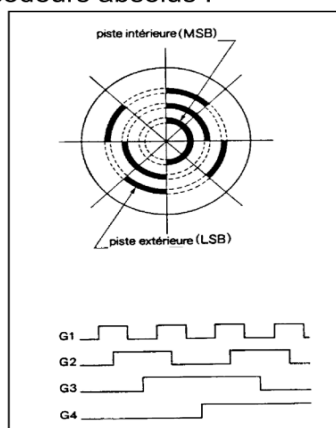
**La coupure d'alimentation fait perdre la position, il faut refaire une prise d'origine.**

### 2.2.2 Codage absolu

Pour le codage absolu, on code directement la position sur n bits, avec une certaine résolution qui dépend du codeur. Le codage a lieu à l'intérieur d'un tour auquel on réserve  $n_1$  bits et pour le nombre de tours auquel est attribué  $n_2$  bits. Ainsi si  $n_1 = 4$ , le tour est divisé en 16 secteurs la résolution dans le tour est de  $360/16 = 22,5^\circ$  et si  $n_2 = 4$  bits on peut distinguer 16 tours différents.

Globalement  $n_1 + n_2$  forment un octet qui code la position sur 16 tours avec une résolution de  $22,5^\circ$ .

Le disque comporte ' n ' nombre de pistes ( ou nombre de bits ) et chaque piste a son propre système de lecture ( diode émettrice et diode réceptrice ). Pour chaque position angulaire de l'axe, le disque fournit un code binaire. Il existe 2 gammes de codeurs absolus :



- le codeur absolu simple tour qui donne une position absolue dans chaque tour.

- Le codeur absolu multitours, qui, comme le précédent, donne une position absolue dans chaque tour et permet grâce à un système supplémentaire d'axes secondaires d'indiquer le nombre de tours.

**La position est toujours connue, dès la mise sous tension, le code lu sur le codeur correspond directement à une position dans le domaine d'emploi ou la course possible. Une coupure intempestive de tension est sans conséquence.**

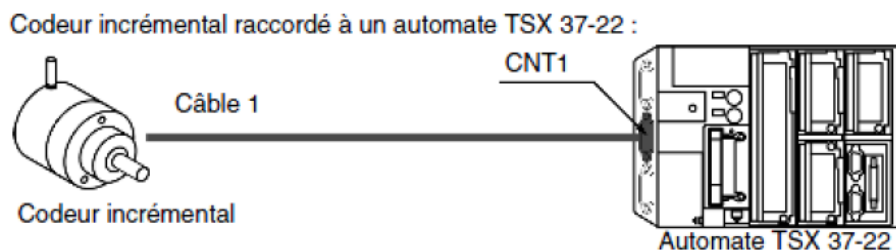
## 3 COMPARATIF DES DIFFERENTES SOLUTIONS

## CI26 Traitement numérique de l'information de position et de vitesse

- Le codeur a l'avantage d'être sans contact, il n'y a pas d'usure, sa fiabilité est plus grande.
- Le potentiomètre a une course limitée tandis que le codeur incrémental peut tourner indéfiniment.
- Si on utilise un microcontrôleur, le codeur a l'avantage de produire directement une mesure sous forme numérique, par comptage s'il est de type incrémental.
- Un potentiomètre peut être exploité sous forme numérique grâce à un CAN.
- Le codeur peut avoir jusqu'à environ 3600 pts/tour ce qui fixe sa résolution
- Le potentiomètre n'est pas adapté pour une mesure de vitesse. Dans ce cas on utilisera plutôt un tachymètre (moteur utilisé en génératrice) si on veut une mesure analogique.
- Le codeur est utilisable pour une mesure de vitesse et comptant un nombre d'impulsions par unité de temps (dérivation numérique).
- S'il y a une coupure momentanée d'alimentation :
  - Le potentiomètre et le codeur absolu restituent directement la mesure au retour de tension,
  - Le codeur incrémental donne une mesure relativement à son point de départ, il « oublie » son point de départ lors de la coupure et donne une mesure erronée au retour de tension.
- L'usage d'un codeur incrémental nécessite de vérifier la fréquence maximale des signaux émis à la vitesse maximale de la partie mobile, qui doit être compatible avec l'entrée de comptage de l'automate utilisé. Pour un microcontrôleur on utilise des entrées en mode d'interruption.

## 4 RACCORDEMENT D'UN CODEUR A UN AUTOMATE

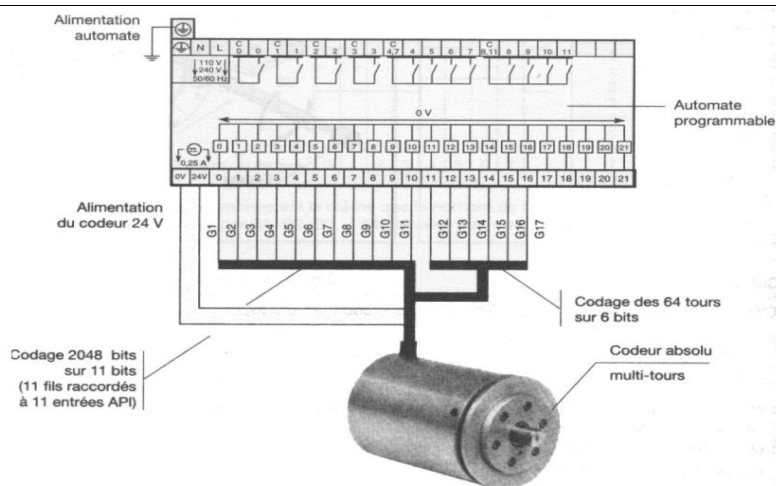
### 4.1 Codeur incrémental



On relie les voies A, B et Z par rapport à 0V. Il y a donc 4 fils quel que soit le nombre de points par tour. On utilise soit :

- 3 entrées tout ou rien (TOR) avec des capacités de comptage, mais la fréquence des signaux est alors limitée à environ 500 Hz maximum.
- Un module spécifique de comptage avec une fréquence acceptable de 20kHz environ.

### 4.2 Codeur absolu



Les **n bits** sont directement reliés en parallèle à **n entrées** d'une carte classique d'entrée sortie TOR d'automate.

L'exemple ci-dessus correspond à un codeur absolu multi tours utilisant 17 entrées ;

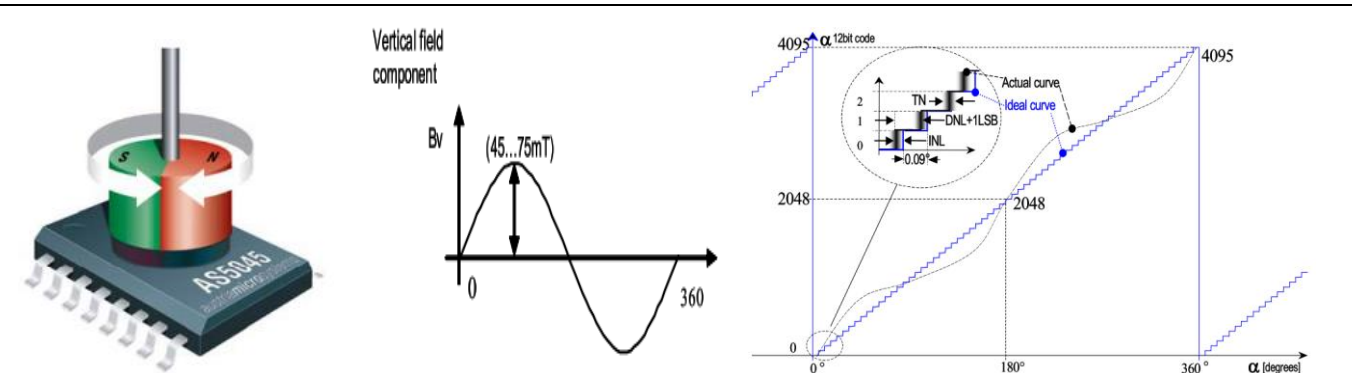
- 11 pour coder la position à l'intérieur du tour (2048 points/tour);
- 6 pour coder le numéro du tour (64 tours codables).

## 5 QUELQUES CAPTEURS DE POSITION EVOLUES

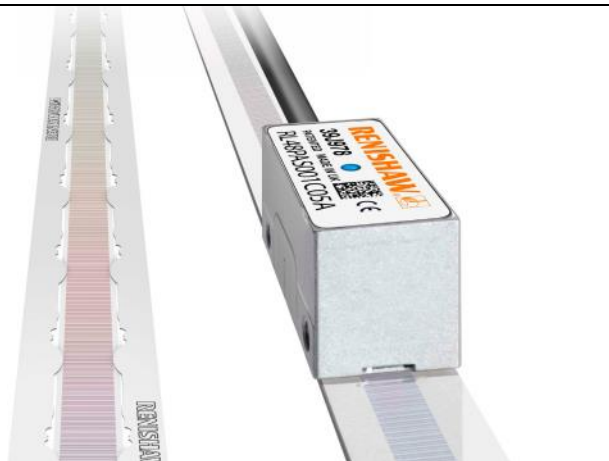
### Capteur magnétique AS5045 à effet Hall (Cheville NAO)

Il comporte un codeur rotatif magnétique sans contact à effet Hall. Pour mesurer un angle, un aimant circulaire centré au-dessus du composant est nécessaire.

Après traitement la position absolue de l'aimant est codée sur 12 bits pour un tour (360°) et l'information peut être transmise sous forme analogique (signal PWM dont le rapport cyclique est proportionnel à l'angle) ou sous forme numérique (flot série de bits).



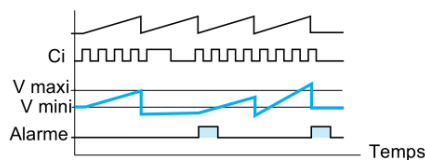
### Capteur absolu haute précision et ultra rapide par analyse d'image (Resolute Renishaw)



RESOLUTE est un système de codage optique véritablement absolu et à pas fin qui donne une excellente immunité à la saleté ainsi que des spécifications révolutionnaires pour les données de position. C'est le premier codeur optique absolu au monde capable de fournir une résolution de 27 bits à 36 tours/minute en version rotatif. Son étonnante résolution – la référence du marché – est de seulement 1 nm à des vitesses atteignant 100 m/s sur des applications de codage linéaire et angulaire.

<http://www.renishaw.fr/fr/resolute-systeme-de-codage-optique-absolu-lineaire-et-rotatif-angulaire--10852>

## 6 APPLICATIONS INDUSTRIELLES

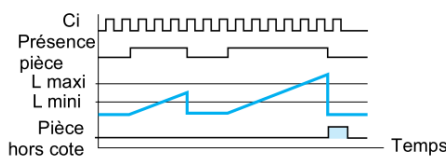
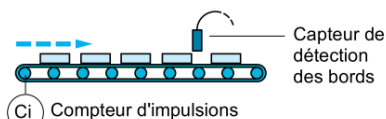


### Exemple de comptage/décomptage avec traitement

Cet exemple permet de contrôler la bonne marche d'une pompe en prenant en compte sa vitesse de rotation. Cette vitesse doit être comprise entre un seuil bas (défaut pompe) et un seuil haut (désamorçage pompe).

La mesure de la vitesse de la pompe s'effectue par la prise en compte des impulsions fournies par un codeur incrémental (ou détecteur de proximité) pendant une unité de temps (base de temps élaborée par l'automate TSX 37-22).

La valeur courante obtenue est comparée aux deux seuils prédéfinis afin de déceler toute anomalie.



Il s'agit dans cet exemple de mesurer la longueur d'objets circulant sur un tapis afin d'en effectuer un tri.

Cette application de comptage/décomptage correspond à la séquence suivante, un capteur détecte la présence d'un objet sur le tapis. Tant que l'objet est présent, les impulsions en provenance du générateur lié à l'avance du tapis sont prises en compte. Le nombre d'impulsions représente ainsi l'image de la longueur de l'objet. Cette mesure peut alors être comparée à différents seuils mini, maxi...