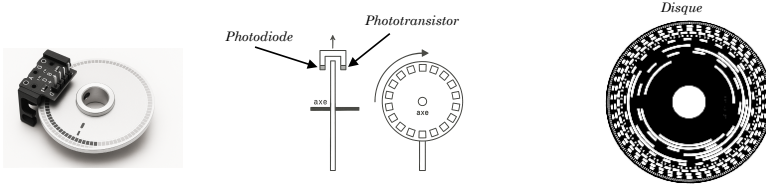


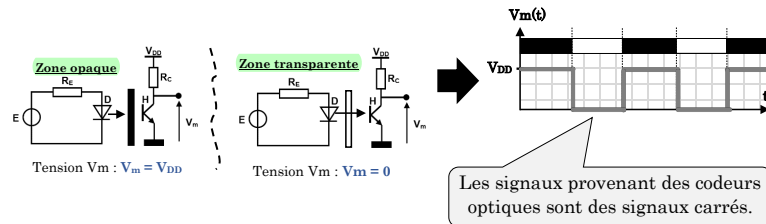
Les codeurs de position, qu'ils soient absolus ou incrémentaux, sont des capteurs essentiels dans la mesure de la position angulaire, du déplacement ou de la vitesse. Les codeurs absolus fournissent une position unique et précise pour chaque angle, tandis que les codeurs incrémentaux mesurent les variations relatives de position. Ils jouent un rôle crucial dans les systèmes de contrôle et d'automatisation.

Technologie des codeurs optiques

Un codeur optique utilise un disque à zones opaques/transparentes; la lumière traversée est détectée et convertie en signal électrique indiquant la position angulaire.



Principe de circuit émetteur /récepteur d'un codeur optique.

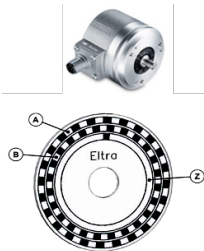


Codeurs optiques : Codeur incrémental

1- Présentation

Le codeur incrémental comporte trois pistes avec des zones opaques et transparentes : A, B et Z. Il délivre trois signaux :

- Les signaux **A et B** indiquent la **position** angulaire, le **sens** de rotation et la **vitesse** du système,
- Le signal **Z** émet une impulsion par tour, servant à **compter les tours** et à définir une position de **référence** pour la synchronisation.



2- Détection de sens de rotation

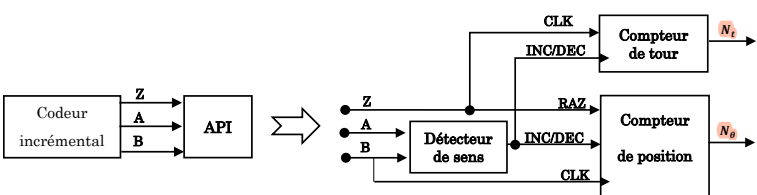
Le sens de rotation est crucial en industrie. Le codeur produit deux signaux A et B décalés de 90°, permettant de déterminer le sens grâce à leur ordre d'apparition

- **Sens 1** : Sur front montant de A, le signal B = 0 (niveau bas)
- **Sens 2** : Sur front montant de A, le signal B = 1 (niveau haut)



3- Mesure de la position angulaire par un codeur incrémental

Le codeur incrémental permet de mesurer la position angulaire. Pour cela, un module de comptage, tel qu'un compteur intégré dans un automate programmable (API), est utilisé pour compter les impulsions correspondant à la position θ.



Les impulsions générées par le codeur sont comptées par deux compteurs distincts. L'un calcule le nombre de tours complets, l'autre les impulsions résiduelles. La position est ensuite déterminée selon les formules suivantes :

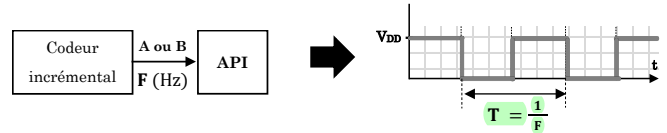
- Position angulaire θ (en degrés) : $\theta = 360 \cdot N_t + N_0 \cdot \Delta_{\theta(^{\circ})}$
- Position linéaire D (en mm) : $D = \Delta_{x(mm)} \cdot (R \cdot N_t + N_0)$

Avec :

- N_t : nombre de tours complets,
- N_0 : nombre d'impulsions restantes,
- R : Résolution du codeur en Points par tour (Pt/tour)
- Δ_{θ} ou Δ_x : Résolution angulaire (°) ou linéaire (mm) du codeur.

4- Mesure de vitesse par un codeur incrémental

Le codeur incrémental permet de mesurer la vitesse de rotation, par exemple celle d'un moteur à courant continu (MCC).



La fréquence des signaux A ou B est utilisée pour déterminer la vitesse en tours par minute (tr/min) : $N(\text{tr/min}) = \frac{60}{R} \cdot F(\text{Hz})$.

5- Résolution d'un codeur optique

La résolution d'un codeur optique définit la plus petite variation de position qu'il peut détecter. Elle dépend du nombre d'impulsions générées par tour et conditionne la précision du système de mesure ou de positionnement associé.

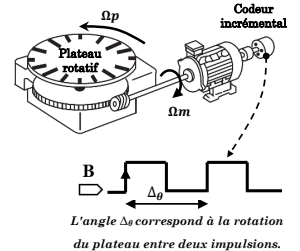
Pour effectuer ce calcul, il est nécessaire de connaître les éléments suivants :

- **La résolution exigée** par le cahier des charges :
 - Δ_x : résolution linéaire en millimètres (dans le cas d'un déplacement linéaire).
 - Δ_{θ} : résolution angulaire en degrés (dans le cas d'une position angulaire).
- **La position d'installation du codeur** : est-il monté directement sur l'arbre moteur ou sur l'arbre mobile final ?
- **Le rapport de réduction** mécanique noté $K = \frac{\Omega_p}{\Omega_m}$
- **Le système de conversion du mouvement** (dans le cas d'un déplacement linéaire) : vis, engrenage, chaîne, courroie, etc.

↳ Mouvement de rotation

La résolution est définie par : $R = \frac{360^{\circ}}{\Delta_{\theta} (^{\circ})} \cdot K$

- R : résolution ou nombre de point par tour du codeur (point / tour).
- Δ_{θ} : la précision demandée en degré (°).



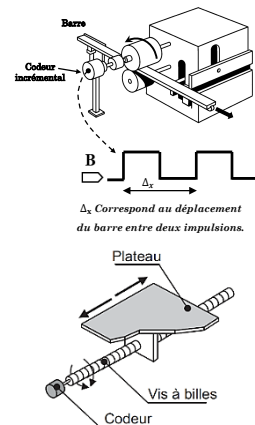
⚠ Note importante :

Si le codeur est monté sur l'arbre moteur, il faut tenir compte du rapport de réduction K. En revanche, s'il est placé sur l'arbre mobile final (plateau mobile), on considère $K = 1$.

↳ Mouvement de translation

La résolution est définie par : $R = \frac{1}{\Delta_x (mm)} \cdot K \cdot P$

- R : Résolution ou nombre de point par tour du codeur (point / tour).
- Δ_x : Précision demandée en millimètre (mm).
- P : Conversion du mouvement de rotation en mouvement de translation exprimée en mm par tour.
 - **Vis à billes** : $P = p$ (pas de la vis en mm)
 - **Conversion par un poulie** : $P = \pi \cdot D$ (D est le diamètre de poulie en mm).



⚠ Note importante :

Si le codeur est monté sur l'arbre moteur, il faut tenir compte du rapport de réduction K. En revanche, s'il est placé sur l'arbre mobile final (plateau mobile), on considère $K = 1$.

Codeurs optiques : Codeur absolu

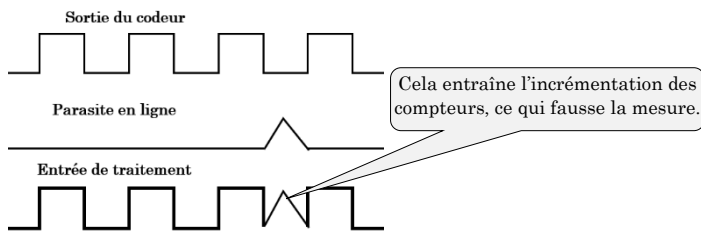
1- Présentation

Le codeur absolu est un capteur de position angulaire ou linéaire qui fournit une valeur unique codée pour chaque position, permettant une lecture immédiate et fiable, même après une coupure d'alimentation.



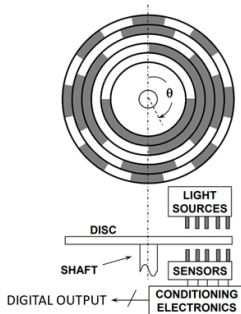
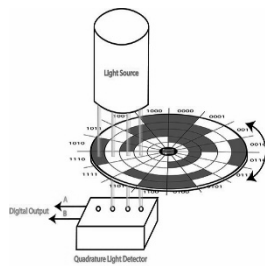
2- Avantages du codeur absolu par rapport à l'incrémental

- Donne la position réelle dès la mise sous tension.
- Ne nécessite pas de retour au point d'origine (référencement).
- Sécurité renforcée : pas de perte de position en cas de coupure d'alimentation.
- Moins sensible aux parasites électromagnétiques.
- Sortie codée directement en binaire ou Gray.
- Existe en version multi-tours pour suivre plusieurs révolutions



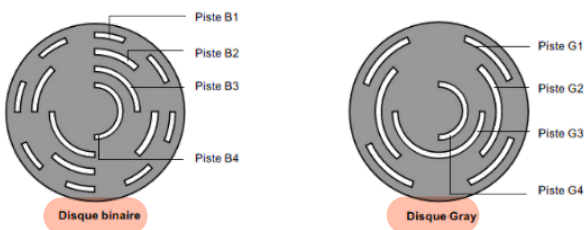
3- Technologie du capteur

Le codeur absolu utilise un disque à plusieurs pistes concentriques, chacune divisée en segments opaques et transparents. Chaque piste dispose d'un couple émetteur/récepteur optique assurant une lecture indépendante.



4- Mode de codage

Le codeur absolu fournit un mot binaire en binaire pur ou en Gray selon le traitement requis. Le codage Gray est privilégié car un seul bit change à chaque transition, réduisant ainsi les risques d'erreur de lecture.

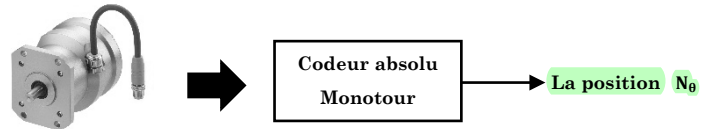


5- Famille des codeurs absolus

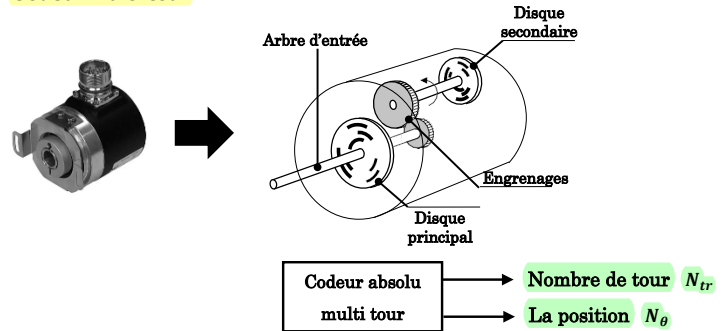
Les codeurs absolus se déclinent en deux grandes familles :

- **Monotour** : ils indiquent la position absolue sur un seul tour d'arbre (0 à 360°).
- **Multitour** : ils indiquent à la fois la position angulaire sur un tour et le nombre total de tours effectués grâce à un système mécanique (engrenage) ou électronique (compteur magnétique).

Codeur Mono-tour



Codeur Multi-tour



6- Mesures effectuées par le codeur absolu.

❖ Résolution du capteur (même que les codeurs incrémentaux)

- **Mouvement de rotation**
La résolution est définie par : $R = \frac{360^\circ}{\Delta_\theta (^\circ)} \cdot K$
- **Mouvement de translation**
La résolution est définie par : $R = \frac{1}{\Delta_x (mm)} \cdot K \cdot P$

❖ Position : directement fournie

- Le codeur absolu donne une valeur binaire unique (en binaire naturel ou Gray) pour chaque position angulaire.
- Cette valeur correspond directement à la position absolue de l'arbre, même après coupure de courant.

- ✓ Position angulaire θ (en degrés) : $\theta = 360 \cdot N_t + N_\theta \cdot \Delta_\theta (^\circ)$
- ✓ Position linéaire D (en mm) : $D = \Delta_x (mm) \cdot (R \cdot N_t + N_\theta)$

❖ Vitesse : par différence de positions

La vitesse est calculée en mesurant la variation de la position $\Delta\theta$ entre deux instants successifs $t1$ et $t2$.

- Formule : $\Omega = \frac{\theta(t2) - \theta(t1)}{t2 - t1}$
- La vitesse peut être convertie en tr/min (si les angles en degré) : $N = \frac{\Omega \cdot 60}{360}$

❖ Sens de rotation : via l'évolution des valeurs

Le sens de rotation est déterminé en observant si les valeurs de position augmentent ou diminuent dans le temps.

- Si la valeur N_θ augmente → sens 1.
- Si elle diminue → sens 2.

Codeurs optiques : Codeur hybride

Les codeurs absolus hybrides combinent une sortie numérique (binaire ou Gray) pour la position absolue et des signaux A/B pour la vitesse et le sens de rotation. Ils sont adaptés aux systèmes industriels modernes.

- Offrir polyvalence et précision dans un seul dispositif,
- Simplifier l'architecture des systèmes de contrôle (un seul capteur au lieu de deux),
- Assurer la compatibilité avec des équipements récents (variateurs, automates, interfaces série).

Exemple :

Baumer EIL580P-SC – Codeur absolu avec sortie SSI + signaux A, B, Z (TTL ou HTL).