

## ACQUISITION DE VITESSE ET DE POSITION AVEC UN CODEUR INCREMENTAL (APPLICATION AU TRANSGERBEUR)

### Problématique et mise en situation :

Sur le système transgerbeur la charge est entraînée sur l'axe Z par un moto-réducteur (rapport de réduction 1/20) à courant continu. Il est nécessaire de connaître la position et la vitesse de rotation du moteur à tout instant. Actuellement le capteur utilisé est un **codeur absolu gray**.

Or ce codeur est bien plus onéreux que son homologue le **codeur incrémental**. On se propose donc dans cette activité d'étudier la possibilité d'acquérir ces grandeurs grâce à l'emploi de ce type de codeur. On accouple à la poulie entraînée par le moto-réducteur un **codeur incrémental**.

On se propose dans un premier temps de mettre en évidence les propriétés des signaux délivrés par le codeur et dans un deuxième temps d'étudier le traitement qu'il faut leur appliquer afin d'extraire la position  $Z_i$  et la vitesse  $N$  exprimée en  $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ .

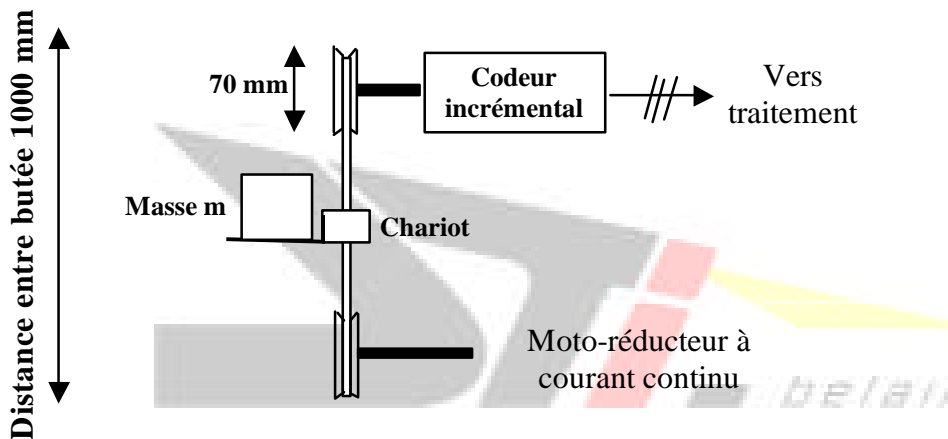


Figure 1

### principe du codeur incrémental

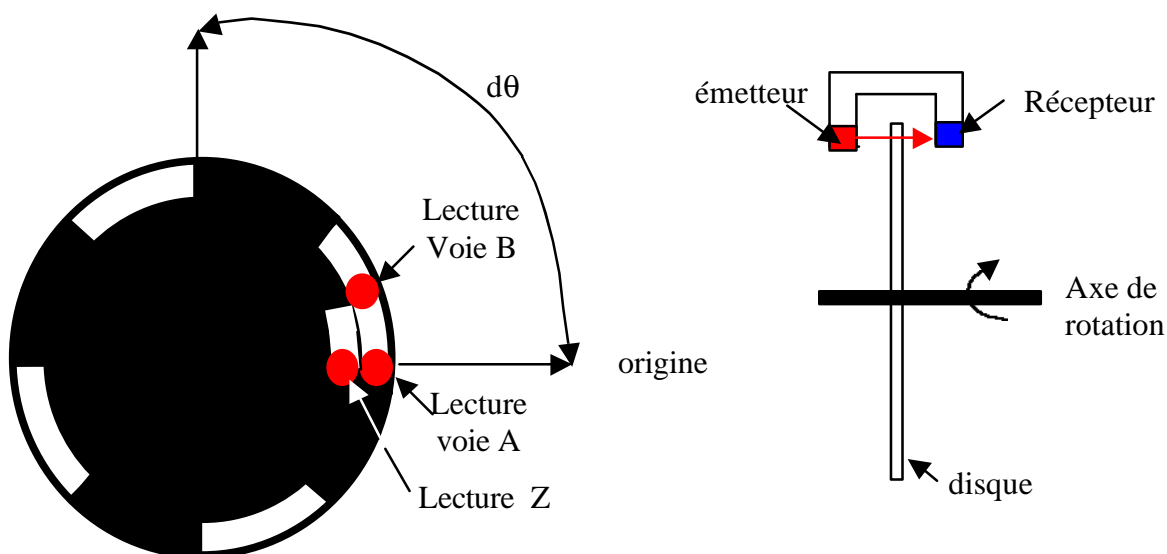


Figure 2

Une piste extérieure est pratiquée sur le disque et divisée en  $R$  parties Opaques et translucides comme on peut le voir sur la figure 2.  $R$  est la résolution ou le nombre de points par tour que délivre le codeur. Remarque sur la figure 2,  $R = 4$ .

Deux groupes émetteur-récepteur (voies A et B) décalés dans l'espace de  $\pi/(2.R)$  radians permettent la lecture de cette piste, générant ainsi deux signaux A et B de type TOR (Tout Ou Rien).

Par ailleurs une piste intérieure comportant une seule partie translucide occupant un angle de  $\pi/(2.R)$  dotée d'un émetteur-récepteur délivre un signal Z dénommé Top Zéro qui définit donc une position d'origine synchrone avec les voies A et B.

## 1. Acquisition de la vitesse

1.1 **Exprimer**  $d\theta$  en fonction de  $R$ .

1.2 Sachant que la vitesse angulaire  $\Omega$  est la dérivée par rapport au temps de la position angulaire **exprimer** le temps  $dt$  mis pour parcourir  $d\theta$  en fonction de  $R$  et  $\Omega$ , puis  $T$  en fonction de  $N$  et  $R$ .

Remarque :  $dt$  est aussi la période  $T$  des signaux A et B.

Il s'agit de compter le nombre  $N_i$  d'impulsions générées sur un temps  $T_0$  bien précis et invariable. L'information vitesse sera portée sur  $n$  bits.

1.3 **Quelle hypothèse doit être vérifiée** sur la vitesse afin que la mesure réalisée soit correcte ?

1.4 Donner l'encadrement de  $T_0$  en fonction de  $N_i$ ,  $N_{i+1}$  et  $T$ .  $N_i$  nombre d'impulsions et  $N_{i+1}$  l'impulsion suivante.

Pour la suite on considère que  $T_0 = N_i.T$ .

1.5 **Exprimer** la vitesse minimale  $dN$  mesurable en fonction de  $T_0$  et  $R$ .

1.6 **Exprimer** la vitesse maximale  $N_{\max}$  mesurable en fonction de  $n$ ,  $T_0$  et  $R$ .

1.7 Application numérique :  $T_0 = 10 \text{ ms}$  ;  $R = 500 \text{ pts.tr}^{-1}$  et  $n = 4$  bits.

## 2. Acquisition de la position

Il s'agit dans ce cas de compter ou décompter sur  $n$  bits, les impulsions délivrées par une des voies du compteur selon le sens de déplacement sur l'axe Z. Il est donc nécessaire de connaître le sens de rotation.

### 2.1 Propriétés des signaux délivrés :

La vitesse est comptée positivement lorsque le disque tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. On affecte un niveau logique 1 à une partie translucide face à l'émetteur-récepteur.

2.1.1 **Représenter** le chronogramme des voies A, B dans le sens positif.

2.1.2 **Représenter** le chronogramme des voies A, B dans le sens négatif.

2.1.3 **Préciser** le déphasage électrique entre ces deux signaux dans les deux cas, ainsi que l'équation qui traduit l'origine angulaire notée  $O = f(A, B \text{ et } Z)$ .

### 2.2 Discriminateur de sens de rotation et comptage

On utilise une bascule D dont les entrées horloge (active sur front montant) et D sont respectivement excitées par les voies A et B. Représenter alors le signal de sortie Q pour les 2 sens de rotation. Puis conclure.

2.2.1 **Déterminer** le nombre d'impulsions comptabilisées pour parcourir la course maximale avec une résolution R de 500. **En déduire** le nombre  $n$  de bits du compteur.

2.2.2 **Exprimer** la plus petite variation de position  $dz$  détectable en fonction de  $D_p$  diamètre de la poulie et R.

2.2.3 **Qu'en serait-il** si le codeur était accouplé en prise directe au moteur (arbre rapide du réducteur) ? **Conclure** quant à la précision de mesure.

2.2.4 **Que se passe-t-il** en cas de coupure d'énergie en ce qui concerne la grandeur position ? **Conclure** alors sur le choix du constructeur d'équiper le système d'un codeur absolu. **Comment** le constructeur a-t-il résolu cet inconvénient, notamment sur l'axe X ?

## 3. Amélioration de la précision

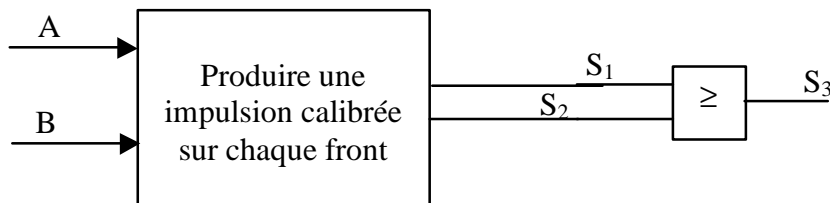
On a mis en exergue tout au long de cette étude l'importance de la résolution R du codeur. La précision augmente lorsque la résolution augmente. Comment obtenir une résolution plus grande avec un codeur de faible résolution intrinsèque ?

On vous propose dans cette dernière partie d'étudier certaines solutions. Prenons un codeur de résolution  $R = 100 \text{ Pts.tr}^{-1}$ .

**3.1 Solution 1 :** On applique les signaux A et B à un opérateur Ou-Exclusif.

**Représenter** alors le signal de sortie S de cet opérateur sur une période du signal A. Exprimer la Période du signal S notée  $T_1$  en fonction de T. **Exprimer** la résolution  $R_1$  ainsi obtenue en fonction de R, puis conclure.

**3.2 Solution 2 :** On réalise un circuit qui produit une largeur d'impulsion  $\beta T$  (monostable) calibré au front montant ou descendant de A et B.



$S_1$  et  $S_2$  rendent compte respectivement des fronts montants et descendants de A et B.

**Représenter**  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ . **Préciser** l'inégalité qui doit exister entre  $\beta T$  et N. **Exprimer** donc la vitesse maximale. **Conclure** quant à la Résolution  $R_2$  ainsi conférée à la chaîne d'acquisition.

