

TITRE : Positionnement sur un axe numérisé : Où suis-je , où vais-je ?

Temps de préparation :2 h 15 minutes
Temps de présentation devant le jury :10 minutes
Entretien avec le jury :10 minutes

GUIDE POUR LE CANDIDAT :

Le dossier ci-joint comporte 10 pages :

- Guide candidat : *1 page*,
- Document principal : *9 pages*

Travail **suggéré** au candidat :

Le candidat pourra présenter une synthèse des éléments présentés dans le dossier sous forme d'un comparatif argumenté entre les différentes technologies de codeurs présentées.

CONSEILS GENERAUX POUR LA PREPARATION DE L'EPREUVE :

- * Lisez le dossier en entier dans un temps raisonnable.
- * Réservez du temps pour préparer l'exposé devant le jury.
- Vous pouvez écrire sur le présent dossier, le surligner, le découper ... mais tout sera à remettre au jury en fin d'oral.
- En fin de préparation, rassemblez et ordonnez soigneusement TOUS les documents (transparents, *etc.*) dont vous comptez vous servir pendant l'oral, ainsi que le dossier, les transparents et les brouillons utilisés pendant la préparation. En entrant dans la salle d'oral, vous devez être prêt à débiter votre exposé.
- A la fin de l'oral, vous devez remettre au jury le présent dossier, les transparents et les brouillons utilisés pour cette partie de l'oral, ainsi que TOUS les transparents et autres documents présentés pendant votre prestation.

Introduction

De nombreuses applications nécessitent le déplacement précis d'un chariot sur un axe. Les solutions existantes mettent donc en jeu des éléments mécaniques, permettant de générer le mouvement de déplacement, et des capteurs servant à la détermination des informations nécessaires au pilotage du déplacement (position, vitesse, accélération...). Le dossier présente tout d'abord les principaux types de codeurs utilisés sur les axes numérisés. Certaines problématiques d'utilisation pratiques des codeurs sont ensuite détaillées dans le cas de leur utilisation sur des machines à commandes numériques, puis quelques évolutions techniques et ces constituants sont enfin présentées .

10

1- Les différents types de codeurs

1-1 Les codeurs rotatifs

Les codeurs rotatifs sont des capteurs permettant de délivrer une information d'angle, en mesurant la rotation effectuée autour d'un axe.

15

L'information de vitesse peut alors être déduite de la variation de la position par rapport au temps. Plus le codeur rotatif tourne lentement, plus la déduction de vitesse perd en précision.

Il en existe 2 principaux types :

20

a) Le codeur rotatif incrémental, qui ajoute ou soustrait (selon le sens de rotation) une unité à un compteur à chaque rotation supérieure à la résolution du capteur. Le compteur est généralement remis à zéro lorsque l'appareil est allumé. C'est le cas par exemple de la souris d'ordinateur à boule.

Une lumière est émise par une diode électroluminescente (photoéléments) vers un réseau de détection (phototransistor), un dispositif « barrage » (Figure 2) ou « reflex » (Figure 1) peut alors ,au choix, être utilisé. Les graduations d'un disque situé sur le trajet du faisceau lumineux empêchent, ou non, le passage du faisceau au fil de la rotation du disque. Le phototransistor se sature et se bloque à la cadence du défilement des graduations.

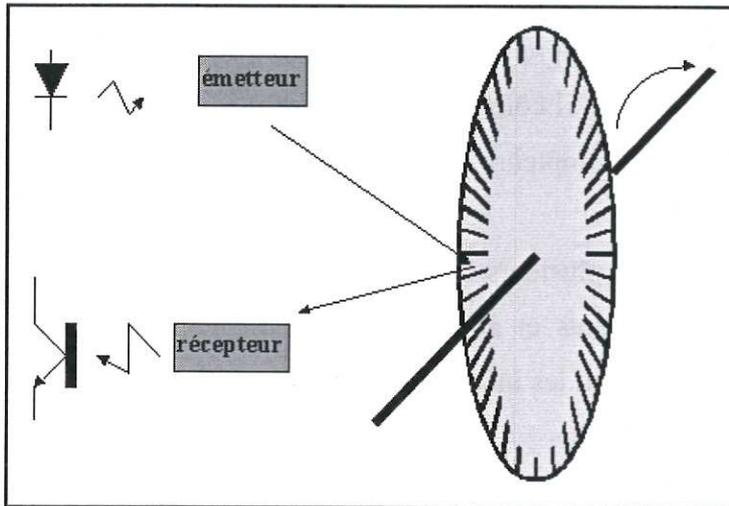


Figure 1 : dispositif reflex

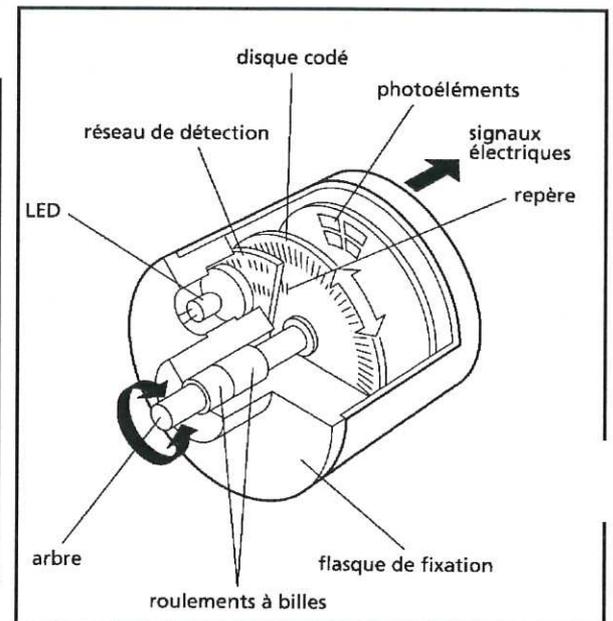


Figure 2 : dispositif barrage

Le codeur incrémental est surtout utilisé dans les systèmes dont le traitement de l'information est entièrement numérique. Ses impulsions sont comptabilisées de façon à donner une information concernant la position (nombre d'impulsions délivrées depuis une position d'origine) ou /et une information concernant la vitesse (nombre d'impulsions par unité de temps). Dans ce dernier cas, il évite l'emploi d'une génératrice tachymétrique, il est cependant peu précis aux très basses fréquences de rotation.

40

Un codeur incrémental possède généralement plusieurs voies:

- voie Z donnant une impulsion par tour, aussi appelée « top zéro »,
- voie A donnant n impulsions par tour,
- voie B identique à voie A, mais dont les signaux sont déphasés de + ou - 90°, suivant le sens de rotation.

45

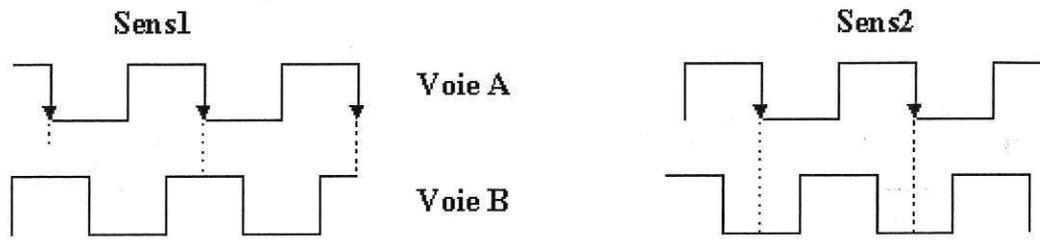


Figure 3 : signaux issus des voies A et B

50 **b) Le codeur rotatif absolu**, qui intègre son propre compteur. Ce genre de capteur est généralement calibré et initialisé une seule fois, et il conserve normalement sa valeur lors de l'arrêt de l'appareil. C'est le cas par exemple des compteurs kilométriques de voitures.

Ce type de codeur comporte un disque divisé en plusieurs pistes (voir figure 4). Chaque piste
55 comporte une alternance de secteurs réfléchissants et absorbants. Comme pour le codeur incrémental, un émetteur-récepteur par piste fournit les informations. Le nombre de pistes fixe le nombre de positions discrètes pouvant être définies

Son principal avantage est qu'il donne une information de position absolue, alors que le
60 codeur incrémental donne la position relative (par rapport à une position initiale variable). En revanche, il est plus complexe, du fait qu'une grande précision de position dépend du nombre de pistes.

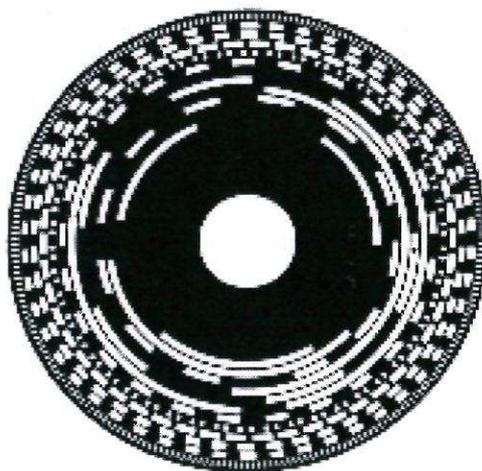


Figure 4 : Exemple d'un codeur absolu 12 pistes

c) Choix du type de sortie

Il faut s'assurer de la compatibilité des caractéristiques électriques avec les entrées du système de traitement. Les différents types de sorties imposent des limites technologiques, notamment en terme de fréquences admissibles.

- 70 Pour un codeur incrémental, il faut donc connaître la fréquence maximale du signal de sortie en cours d'utilisation. Cette fréquence est liée à la résolution du codeur et à la vitesse de rotation de l'axe entraînant. Il faut donc vérifier que la fréquence ainsi calculée soit compatible avec les caractéristiques électriques du signal de sortie, et la fréquence maximale admissible du système de traitement choisi.
- 75 Les courbes de la figure 5 représentent les résolutions maximales utilisables en fonction de la fréquence de rotation pour les quatre fréquences : 25, 50, 100, 250 kHz, qui sont les fréquences maximales standardisées. N désigne la fréquence de rotation réelle du codeur (en tr/min)

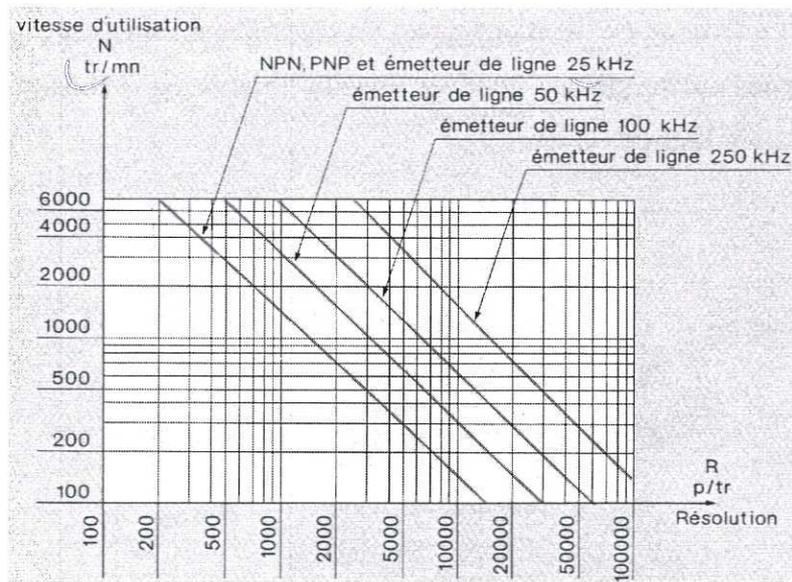


Figure 5 : Résolutions maximales utilisables

Les principaux types de traitement utilisés dans l'industrie et les codeurs correspondants sont récapitulés figure 6 ci-après :

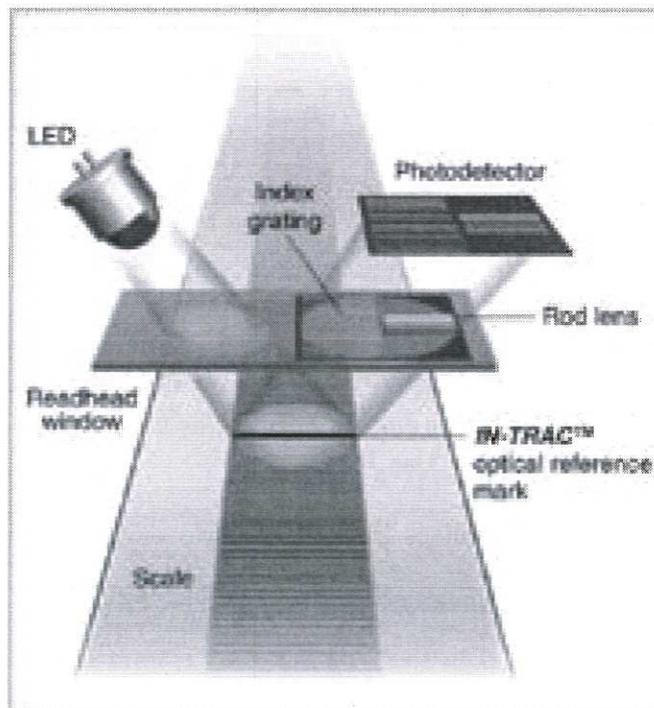
unités de traitement		codeurs			
		incrémental			absolu liaison parallèle
		fréquence signal			
		<200 Hz	<40 kHz	>40 kHz	
automates programmables	entrées TOR	●			sortie PNP code GRAY
	cartes de comptage rapide ou cartes d'axes	●	●		
	commandes numériques	●	●	●	
	micro-ordinateurs entrées parallèles				●
	cartes spécifiques	●	●	●	●

85

Figure 6 : Codeurs correspondants aux types de traitement

1-2 Les codeurs linéaires

90 Comme pour les codeurs rotatifs, il existe des codeurs linéaires incrémentaux et des codeurs linéaires absolus. Leur mode de fonctionnement est identique à celui des codeurs rotatifs, les graduations disposées sur un disque pour les codeurs rotatifs étant disposées sur un ruban dans le cas des codeurs linéaires (Figure 7).



95

Figure 7 : Codeur linéaire

Des longueurs importantes de déplacements linéaires peuvent parfois être requises, une nouvelle technologie mixte combinant une piste incrémentale et une piste absolue a donc été plus récemment mise sur le marché (figure 8). Ce type de codeur permet, dans sa version standard, de couvrir un déplacement de 70 à 3000mm avec une résolution de 0.1µm

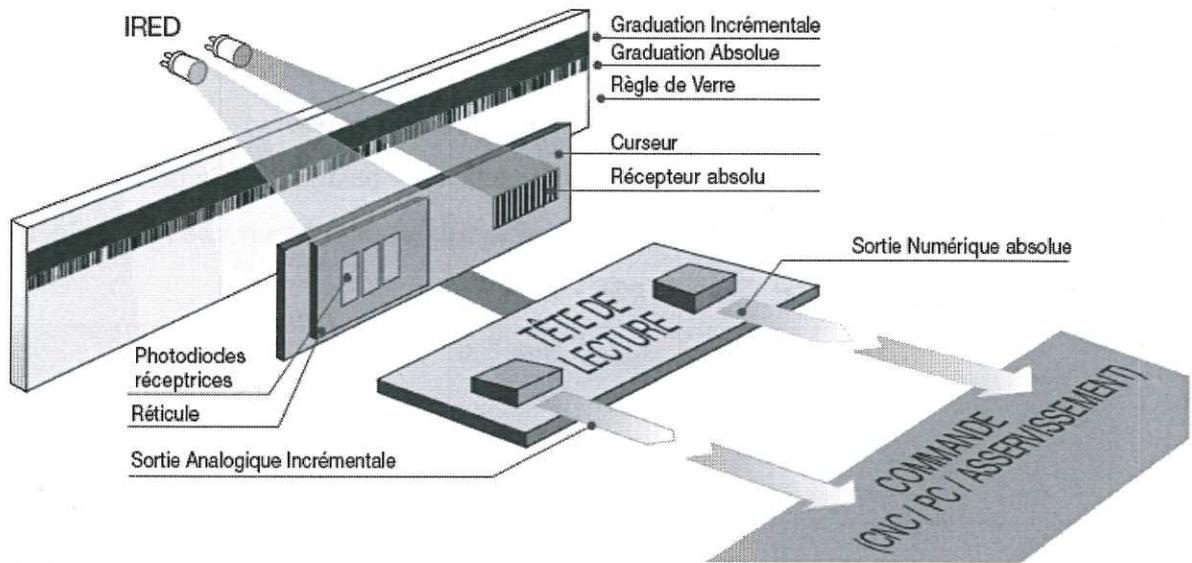


Figure 8 : Codeur mixte

105 2- Utilisation de codeurs sur les axes numérisés de machine à commande numérique

Le schéma-bloc de l'asservissement d'un axe numérique est rappelé ci-dessous figure 9.

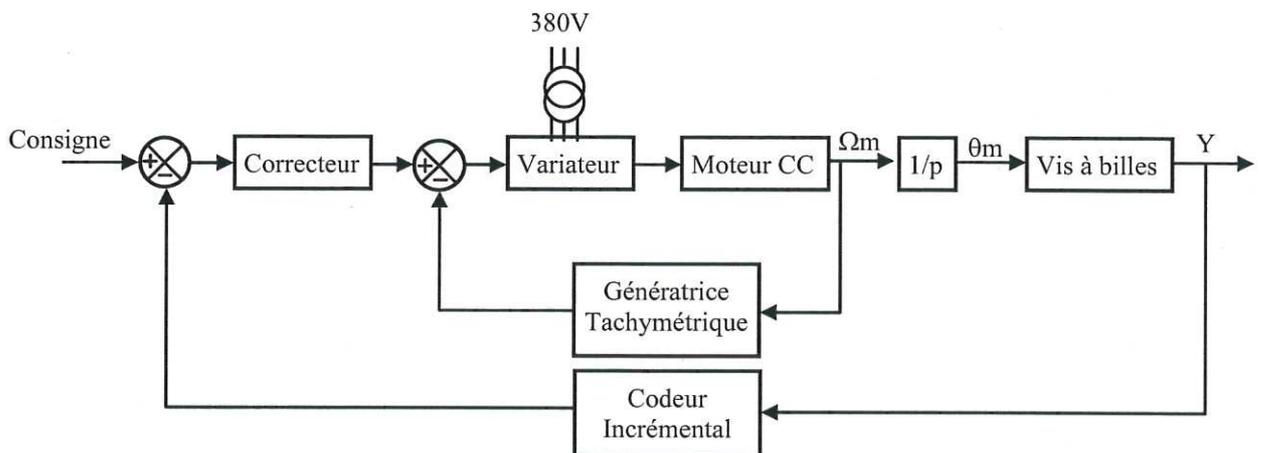


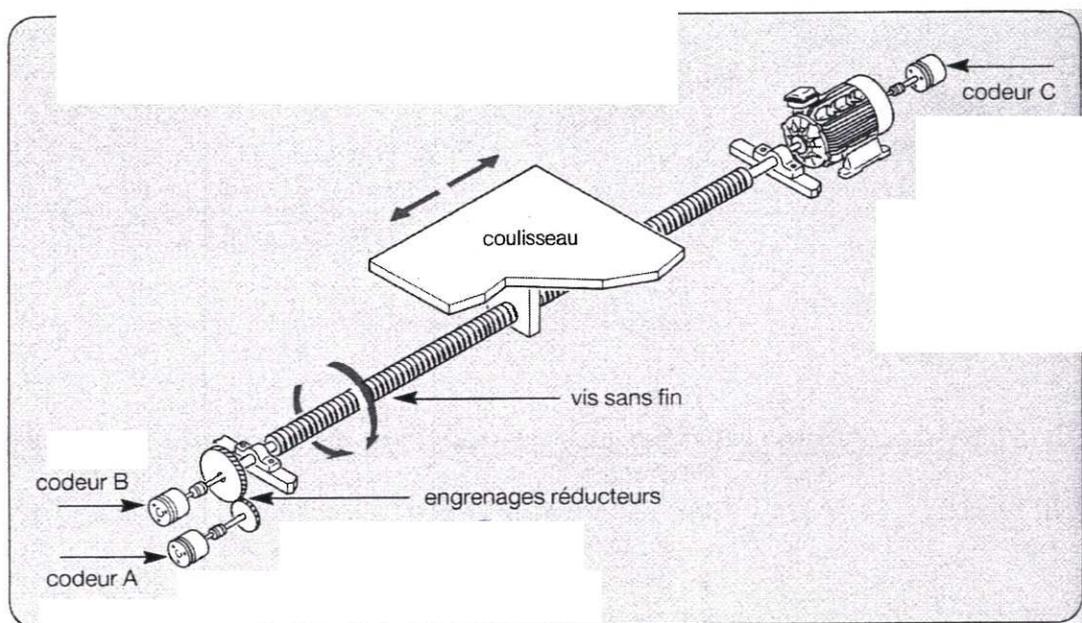
Figure 9 : Schéma bloc global d'un axe asservi

120 Le correcteur associé à la commande cet axe est généralement un correcteur aux actions proportionnelles et dérivées.

Il est nécessaire de déterminer l'implantation optimale des codeurs dans un automatisme

125 Plus le besoin de précision est grand, plus il faut que l'axe d'entraînement du codeur soit près du mobile de façon à éviter les jeux et les imperfections mécaniques.

Plus il y a d'intermédiaires mécaniques entre le codeur et la position réelle du mobile, plus il est nécessaire de compenser la somme des jeux mécaniques pour obtenir une bonne fidélité.



130

Figure 10 : Possibilité de placement des codeurs

L'emplacement optimum est un compromis entre les trois nécessités de robustesse, de disponibilité de place et de précision. Dans l'exemple présenté figure 10, le codeur B est le mieux placé.

135

Un grand nombre de machines à commandes numériques produites aujourd'hui sont équipées de codeurs rotatifs incrémentaux. Ils nécessitent une phase de prise de référence (couramment appelée Prise d'Origine Machine dans le cas des machines à commande numériques) à chaque remise sous tension de celle-ci.

140

Cette opération, répétée pour chacun des axes, se déroule ainsi:

- L'opérateur commande le déplacement du chariot sur l'axe jusqu'à l'une de ses extrémités (en général celle la plus éloignée de la broche) sur laquelle se trouve une butée électrique.
- Une fois la butée électrique activée, le chariot effectue alors automatiquement un retour en arrière, s'éloignant de la butée électrique, jusqu'au premier « top zéro ». Ceci constitue donc le « zéro » à partir duquel s'effectue le comptage du codeur lors des déplacements sur son axe.

Aujourd'hui, et pour des raisons de robustesse vis à vis des phénomènes thermiques, de plus en plus de ces codeurs sont de type linéaire incrémentaux. Cela permet également un positionnement plus précis pour les mécanismes comportant du jeu, par exemple si la vis à billes est usée. En effet, pour limiter la dispersion de remise en position dans le cas de déplacements sur un axe avec du jeu et équipé d'un codeur rotatif, il convient de se positionner en approchant l'emplacement toujours suivant la même direction, et si possible à la même vitesse (voir Figure 11).

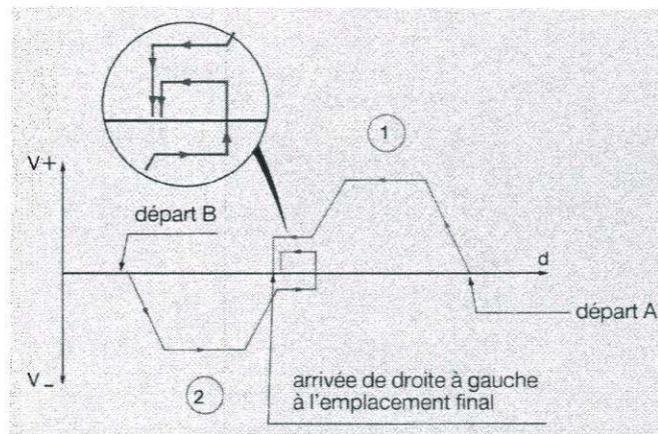


Figure 11 : stratégie d'approche

Conclusion

165

Les codeurs rotatifs incrémentaux, après avoir équipé la quasi totalité des machines à commande numériques des dernière décennies, laissent peu à peu la place aux codeurs linéaires incrémentaux et mixtes (incrémentaux/absolus). Le surcoût induit par la gravure de milliers de traits sur un ruban, pour couvrir la totalité de la longueur de déplacement des chariots sur les axes, est aujourd'hui diminué par l'apparition de processeurs de plus en plus rapides. En effet, même si les traits ne sont pas gravés avec un espacement rigoureusement identique tout le long du ruban, des tables de compensations sont intégrées dans les machines après calibrage du ruban du codeur avec un dispositif laser. Ces tables contiennent donc une correspondance entre la valeur de la position lue sur le codeur et la position réelle du chariot relevée lors de l'étalonnage laser. Pour chaque position lue sur le codeur, la commande numérique de la machine consulte donc cette table afin de connaître la position réelle du chariot sur son axe.

170

175