

Résumé

VI/ CALCULS DANS LES SITUATIONS LES PLUS COURANTES

1/ Rappel

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

| | |
|--|--|
| $N_p = \frac{K \cdot P}{\Delta x} \quad \text{ou} \quad N_p = \frac{360}{\Delta \theta} \cdot K$ | <ul style="list-style-type: none"> ▪ K : rapport de réduction entre l'axe du système et l'axe du codeur. ▪ P : conversion du mouvement de rotation en mouvement de translation. ▪ Δx (en m) ou $\Delta \theta$ (en degré) : précision recherchée. ▪ N_p : résolution minimale ou nombre de points par tour du codeur. |
|--|--|

2/ Exemple n°1 : système poulie courroie ; K = 1

Ici le codeur est solidaire de l'axe de la poulie, donc **K = 1**.

On peut soit spécifier une précision angulaire désirée $\Delta \theta$ (en degré) ou linéique Δx (en mm par exemple).

La transformation de mouvement est caractérisée par **$P = \pi \cdot D$** (D = diamètre de la poulie).

| | |
|---|---|
| Si on spécifie la précision angulaire : $N_p = \frac{360}{\Delta \theta}$ | Si on spécifie la précision linéique : $N_p = \frac{\pi \cdot D}{\Delta x}$ |
|---|---|

3/ Exemple n°2 : système poulie courroie ; K ≠ 1

Ici entre le codeur et l'axe de la poulie, il y a un réducteur donc **K ≠ 1**.

Le rapport de réduction est $\frac{1}{r} = \frac{\Omega_p}{\Omega_m}$; donc **$K = \frac{1}{r} = \frac{\Omega_p}{\Omega_m}$**

| | |
|---|---|
| Si on spécifie la précision angulaire : $N_p = \frac{360}{\Delta \theta} \cdot K$ | Si on spécifie la précision linéique : $N_p = \frac{\pi \cdot D}{\Delta x} \cdot K$ |
|---|---|

4/ Exemple n°3 : vis écrou ; K = 1

Ici le codeur est solidaire directement de l'axe de la vis, donc **K = 1**.

La transformation de mouvement est caractérisée par **$P = \text{pas}$** (pas : pas de la vis).

| | |
|---|--|
| Si on spécifie la précision angulaire : $N_p = \frac{360}{\Delta \theta}$ | Si on spécifie la précision linéique : $N_p = \frac{\text{pas}}{\Delta x}$ |
|---|--|

5/ Exemple n°4 : vis écrou ; K ≠ 1

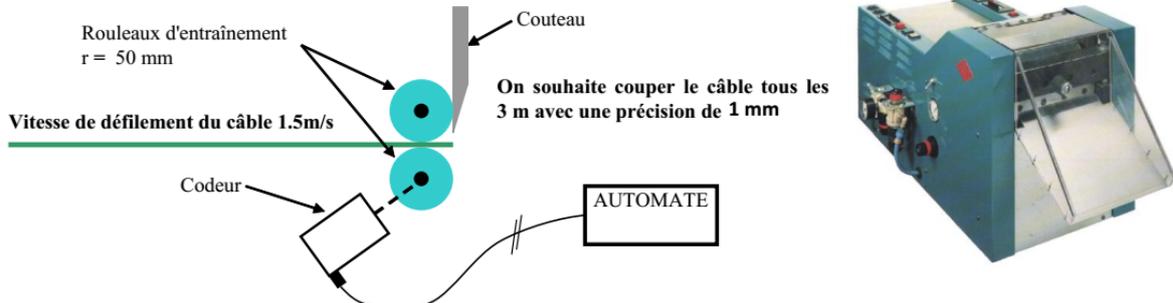
Ici le codeur n'est pas directement solidaire de l'axe de la vis, donc **K ≠ 1**.

| | |
|---|--|
| Si on spécifie la précision angulaire : $N_p = \frac{360}{\Delta \theta} \cdot K$ | Si on spécifie la précision linéique : $N_p = \frac{\text{pas}}{\Delta x} \cdot K$ |
|---|--|

| | Avantage | Inconvénient |
|-------------------------------------|---|--|
| Binaire naturel | Directement utilisable par l'unité de traitement. | Plusieurs bits changent d'un code au suivant ⇒ si ces changements ne sont pas simultanés, il y a apparition de codes erronés (ex : 000, 001, 011, 010, 011). |
| Binaire réfléchi (code Gray) | Un seul bit change d'un code à l'autre ⇒ pas de code erroné possible. | Il faut effectuer un transcodage Gray → binaire naturel pour exploiter le code. |

EXERCICE 1

1- MACHINE A COUPER LES CABLES AERONAUTIQUES



- Le codeur est placé sur l'axe d'un rouleau. On suppose qu'il n'y a pas de glissement entre le câble et les rouleaux.
- 1/ Déterminer le nombre d'impulsions (ou périodes) par tour que doit délivrer le codeur au minimum pour respecter le cahier des charges.
 - Pour la suite, on prendra une résolution de 360 impulsions/tour.
 - 2/ Quel sera le nombre d'impulsions fournies par le codeur pour une longueur de câble de 3 m ?
 - 3/ Calculer la fréquence des signaux émis par le codeur.
 - 4/ En fonction des caractéristiques du codeur choisi, déterminer la précision réelle de la coupe.

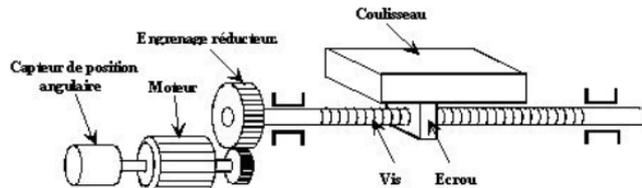
EXERCICE 2 | Les codeurs optiques

On étudie deux systèmes coulisseau et vis sans fin utilisés sur des machines semi automatiques d'usinage.

1 Système avec un codeur incrémental en bout d'arbre moteur

Caractéristiques mécaniques et électriques

- Codeur incrémental
- Vitesse maximale du coulisseau : 0,1 m/s
- Pas de la vis : 20 mm (Le pas correspond au déplacement du coulisseau en mm lorsque la vis fait un tour)
- Course du coulisseau : 1 m
- Rapport de réduction des engrenages : 0.5
- Précision souhaitée sur la position du coulisseau : 0,03 mm. On rappelle que la précision correspond au déplacement en mm du coulisseau pour une impulsion délivrée par le codeur.

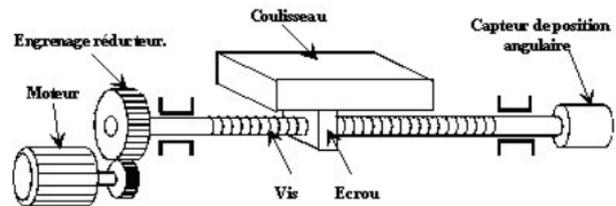


- Q1. Calculer la vitesse de rotation maximale de la vis en tr/s.
- Q2. Calculer la vitesse de rotation maximale du moteur en tr/s.
- Q3. Calculer le nombre de points par tour nécessaire pour satisfaire le cahier des charges.
- Q4. Quelle sera la fréquence maximale des impulsions en sortie du codeur ?
- Q5. Combien d'impulsions devra-t-on compter pour la course maximale du coulisseau ?
- Q6. Sur combien de bits sera codé le mot image de la position du coulisseau ?
- Q7. Expliquer comment peut-on connaître le sens de déplacement du coulisseau en analysant les informations fournies par le codeur.

2 Système avec un codeur absolu en bout de vis sans fin

Caractéristiques mécaniques et électriques

- Codeur absolu multi tours
- Vitesse maximale du coulisseau : 0,05 m/s
- Pas de la vis : 2 mm (Le pas correspond au déplacement du coulisseau en mm lorsque la vis fait un tour)
- Course du coulisseau : 40 cm
- Précision souhaitée sur la position du coulisseau : 0,01 mm. On rappelle que la précision correspond au déplacement en mm du coulisseau pour une impulsion délivrée par le codeur.
- Le codeur sera raccordé aux entrées TOR d'un automate programmable.



Q8. Calculer la vitesse de rotation maximale de la vis en tr/s.

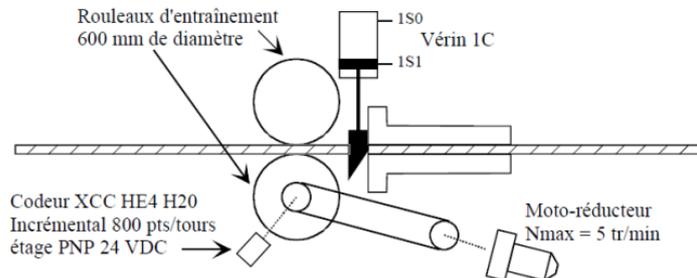
Q9. Déterminer le nombre de codes / tour nécessaire pour le codeur.

Q10. Déterminer le nombre de tours nécessaires sur le codeur pour la course maximale du coulisseau.

EXERCICE 3**Acquisition des informations sur un massicot automatisé**

Le système étudié permet de découper des profilés en plastique, d'une longueur de 1,5 mètre. La longueur des profilés est déterminée en comptant les impulsions délivrées par un codeur incrémental, placé sur l'un des rouleaux d'entraînement.

Les rouleaux sont entraînés en rotation, via un système courroie / poulie, par un moto-réducteur. Le système de découpe est réalisé avec un vérin pneumatique.



Q1. Compte tenu des caractéristiques du codeur, quelle sera la précision obtenue sur la longueur d'un profilé ?

Q2. Combien d'impulsions délivrées par le codeur devra-t-on compter pour avoir la longueur des profilés fixée par le cahier des charges ? En déduire le nombre de bits nécessaire pour le compteur.

Q3. Sachant que l'axe du moteur tourne à la même vitesse que l'axe du codeur, calculer la fréquence des signaux délivrés par le codeur.

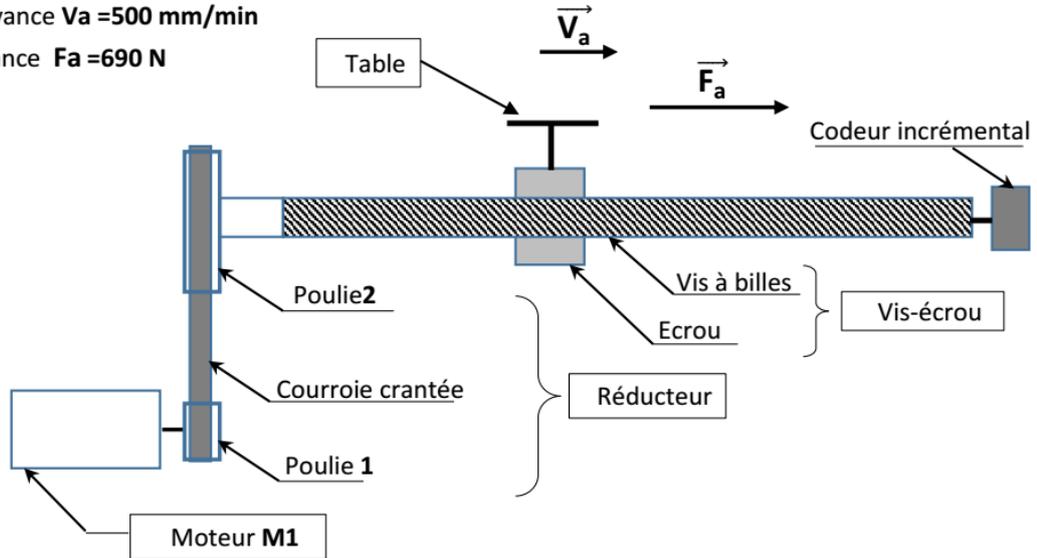
Q4. Quel type de capteur TOR peut-on utiliser pour déterminer la position du piston du vérin 1C ?

EXERCICE 3 (extrait examen 2018 /rat)

Représentation schématique du système d'entraînement de la table suivant l'axe X :

Vitesse d'avance $V_a = 500 \text{ mm/min}$

Effort d'avance $F_a = 690 \text{ N}$



Codeur incrémental : Extrait du catalogue :

GI355.

- Code résolution (voir ci-contre)
- Raccordement
 - C2 Embase axiale mâle, 12 points
 - C3 Embase radiale mâle, 12 points
- 31 Câble 1 m, axial
- 41 Câble 1 m, radial
- Alimentation / Sortie
 - 22 5 VDC / Emetteur de ligne RS422
 - 70 4.75...30 VDC / Totem pôle
 - 72 10...30 VDC / Emetteur de ligne RS422 (5 VDC)
- Bride / Axe
 - 0 Bride standard / ø10 mm, IP 54
 - A Bride standard / ø10 mm, IP 65

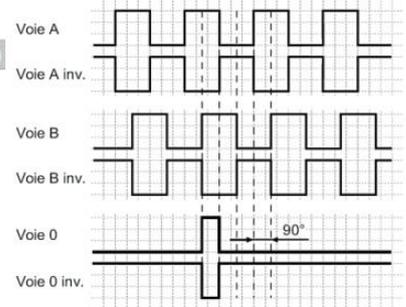


Code résolution (Nombre d'impulsions/tour)

| | | |
|----------|----------|-----------|
| 49 (5) | 06 (200) | 17 (600) |
| 36 (10) | 08 (240) | 19 (720) |
| 50 (25) | 09 (250) | 21 (900) |
| 39 (50) | 10 (256) | 22 (1000) |
| 40 (60) | 11 (300) | 23 (1024) |
| 41 (100) | 13 (360) | 61 (1200) |
| 01 (120) | 14 (400) | 24 (1250) |
| 57 (128) | 15 (500) | 26 (1500) |
| 05 (180) | 16 (512) | 28 (2000) |

Signaux de sortie

Pour une rotation en sens horaire et vue sur l'axe.



Tâche 4 : Identification de la solution constructive retenue pour mesurer la position de la table avec une précision de **0,01 mm**.

Pour mesurer la position de la table, le constructeur utilise un codeur incrémental de référence **GI355** monté en bout de chaque vis à billes.

A partir du **D.Res 7** sur **D.Rep 6** :

Q.20. Déterminer la résolution de ce codeur en **impulsions/tour** à partir de sa référence. Justifier votre réponse.

Q.21. La roue de ce codeur incrémental ressemble à l'une des roues représentées sur le **D.Rep 6**. Laquelle ? Cocher la bonne réponse.

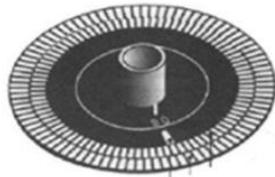
Q.22. Un codeur incrémental de résolution **R = 500 impulsions/tour** monté au bout de l'axe **X** permettra –t-il de mesurer la position de la table sur cet axe avec la précision de **0,01 mm** ? Justifier votre réponse.

Q.23. Quelle sera alors la fréquence **fa** en Hz du **signal A** délivré par ce codeur quand le moteur **M1** tourne à la vitesse de **5750 tr/min**.

Q.20. Détermination de la résolution de ce codeur et Justification.

| | |
|--|-----------|
| | R = |
|--|-----------|

Q.21. Indication de la roue du codeur.





Q.22. Confirmation ou négation quant au pouvoir du codeur de résolution **R = 500 impulsions/tour** à mesurer la position de la table avec la précision de 0,01 mm.

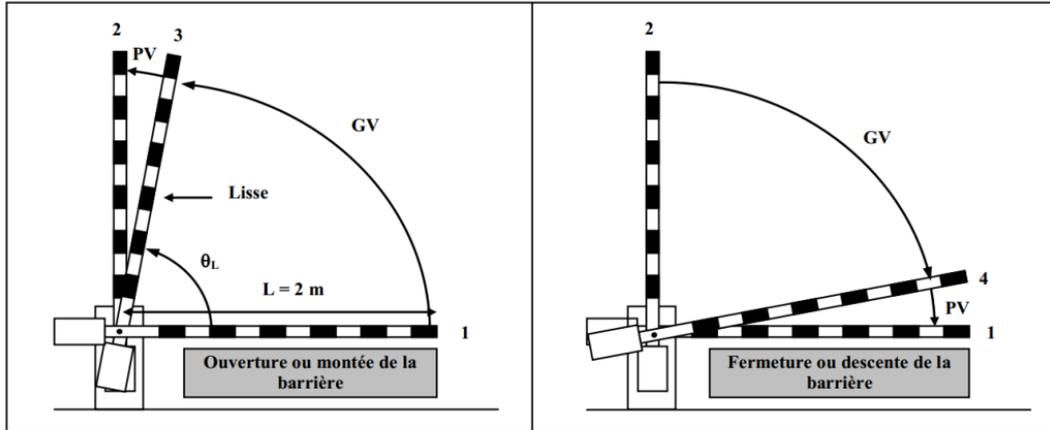
| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Q.23. Calcul de la fréquence **fa** en Hz du **signal A** délivré par ce codeur à **N_{m1} = 5750tr/min**.

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

BARRIERE DE PARKING

Une barrière permet l'accès à un parking aux conducteurs munis d'une carte magnétique. La partie principale est composée d'un bâti scellé au sol, et d'une lisse relevable par une motorisation située à l'intérieur du pied. La plus grande partie de la rotation est faite en grande vitesse (GV), la phase finale se faisant en petite vitesse (PV) afin d'éviter les chocs.



Pour connaître la position de la lisse, un codeur absolu 8 bits est accouplé sur son axe. Son but est de repérer les 4 positions particulières (1, 2, 3, 4) indiquées ci-dessus. Il donne, en binaire, l'angle que fait la lisse avec l'horizontale. Il est calé angulairement de manière à avoir $\theta_L = 0^\circ$ lorsque la lisse est en position 1. Le code délivré sera alors égal à "0 ... 00".

1/ Calculer le nombre n_p de points / tour du codeur.

.....

.....

2/ En déduire la précision p (en degrés) du positionnement de la lisse.

.....

.....

3/ Calculer alors la précision de positionnement p_b en mm à l'extrémité du bras.

.....

.....

4/ Le tableau ci-dessous indique les valeurs binaires obtenues sur les sorties du codeur pour chacune des quatre positions. Compléter les cases vides du tableau. Pour les angles, arrondir au degré le plus proche.

| Position | Angle | Décimal | | | | | | 4 | 2 | 1 |
|----------|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 90° | 64 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Etude de la roue codeuse :

La position du dégrilleur le long de la direction \vec{z}_{10} est *mesurée* par une *roue codeuse*.

Une *roue codeuse* est une roue équipée d'un dispositif permettant de contrôler finement sa rotation. Des pistes électriques en tournant reproduisent un code permettant de mesurer l'angle de rotation de la roue. Des contacts placés sur ces pistes permettent de générer des signaux binaires. Dans le cas qui nous intéresse, les contacts sont branchés directement sur la partie commande.

Afin de contrôler chaque 1/10 de tour, un ensemble de détecteurs lit 4 pistes angulaires adjacentes situées sur un disque, de 10 secteurs, lié à l'arbre moteur.

On cherche à réaliser un transcodeur permettant le passage du code $E = (e_1, e_2, e_3, e_4)$ délivré par la roue codeuse au *code Gray (binaire réfléchi)*.

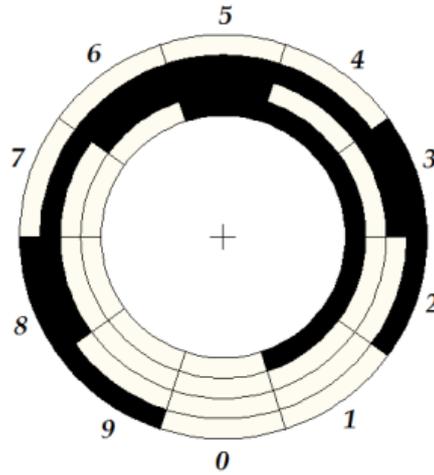


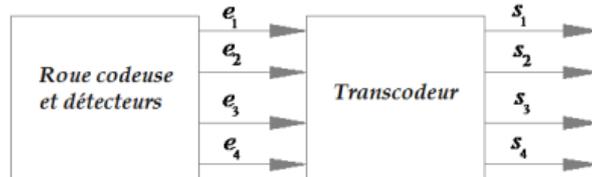
Schéma de la roue codeuse
 Piste (i) noire $\Rightarrow e_i = 1$
 Piste (i) blanche $\Rightarrow e_i = 0$

Question 1-3 : sur le document réponse DR2

Compléter la table de vérité.

Compléter les tableaux de Karnaugh des sorties s_3 et s_4 .

Donner les équations simplifiées des sorties s_3 et s_4 .



Document réponse DR2

Question 1-3 :

Compléter la table de vérité :

| secteur | e_1 | e_2 | e_3 | e_4 | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Compléter les tableaux de Karnaugh ci-contre des sorties s_3 et s_4 .

Donner les équations simplifiées des sorties s_3 et s_4 .

$s_3 = \dots\dots\dots$

$s_4 = \dots\dots\dots$

Tableau de Karnaugh de s_3 :

| | | | | |
|------------|--|--|--|--|
| e_1, e_2 | | | | |
| e_3, e_4 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Tableau de Karnaugh de s_4 :

| | | | | |
|------------|--|--|--|--|
| e_1, e_2 | | | | |
| e_3, e_4 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |