

# MEC2115/AER2100 – Travail pratique 6

## Mesure de vitesse angulaire à l'aide d'un codeur optique incrémental - Partie 3 - Fin

Date de remise : 23/02/2024

Nom : \_\_\_\_\_  
Matricule : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_  
Matricule : \_\_\_\_\_  
Équipe : \_\_\_\_\_

Rapport remis à Smail Guenoun

**Lire le syllabus** au complet, il comprend des indications importantes sur les attentes du correcteur. Répondre directement sur ces feuilles. Votre texte doit être tapé à l'ordinateur. Vous pouvez notamment taper votre texte en ajoutant des commentaires sur le PDF à l'aide d'Acrobat Reader. Pour les sections libres, vous pouvez rédiger votre texte dans Word sur une page séparée et la joindre au rapport. Rendre votre rapport avant la date limite.

---

### Réservé pour évaluation

Question	Points	Résultat
Introduction	1	
Théorie	1	
Méthodologie	1	
Résultats	2	
Discussion	2	
Conclusion	2	
Figures	1	
Total:	10	

---

**1: Introduction.....1 point**

Les codeurs incrémentaux servent à mesurer un changement de position angulaire ou linéaire, par opposition aux codeurs absolus qui eux mesurent la position dans un repère fixe. Par rapport aux potentiomètres résistifs, aux LVDT, ou aux autres capteurs utilisant un signal de voltage variant en amplitude, les codeurs offrent un avantage important : \_\_\_\_\_

Ils sont utilisés dans de nombreuses applications, par exemples : \_\_\_\_\_

Le présent rapport de laboratoire présente la mesure de la vitesse de rotation de l'arbre d'un moteur DC avec un codeur incrémental. Le but du laboratoire est de \_\_\_\_\_

Le rapport présente d'abord la théorie liée au codeur incrémental et à l'échantillonnage. Ensuite, la méthodologie est détaillée, suivie des résultats, de leur analyse et de la conclusion.

**2: Théorie ..... 1 point**

Le codeur incrémental utilisé dans le laboratoire est composé d'un disque segmenté en zones opaques et transparentes ainsi que d'un capteur optique. Ce dernier comporte une diode électroluminescente (DEL) et un \_\_\_\_\_. La DEL émet un rayon lumineux détectée par le \_\_\_\_\_. Le disque segmenté est inséré dans le capteur optique de sorte qu'un segment se trouve entre la DEL et le \_\_\_\_\_. Si le segment à l'intérieur du capteur est transparent, le \_\_\_\_\_ présentera alors à sa sortie un voltage élevé correspondant au VCC, on mesurera un 1. Lorsqu'un segment opaque se trouve dans le capteur, la lumière émise par la DEL est interrompue, le \_\_\_\_\_ présentera alors un niveau bas ou une tension correspondant au GND, on mesurera alors un 0.

Lorsque l'on représente un signal continu avec un nombre discret de valeurs, le théorème de \_\_\_\_\_ stipule que pour représenter fidèlement le contenu fréquentiel du signal, la fréquence d'échantillonnage  $f_s$  et la fréquence maximale du signal  $f$  doivent respecter l'inéquation suivante :

\_\_\_\_\_ (1)

Si la relation (1) n'est pas respectée, le phénomène de \_\_\_\_\_ surgit. Une nouvelle fréquence apparait alors obéissant à l'équation suivante :

\_\_\_\_\_ (2)

où  $n$  est un nombre entier supérieur à 1 minimisant la valeur de la fréquence calculée.

**3: Méthodologie.....1 point**

Nous avons mesuré la vitesse de rotation de l'arbre d'un moteur DC à l'aide d'un codeur optique incrémental (voir Fig. 1 a). Un microcontrôleur est utilisé pour contrôler le moteur et acquérir le signal du capteur.

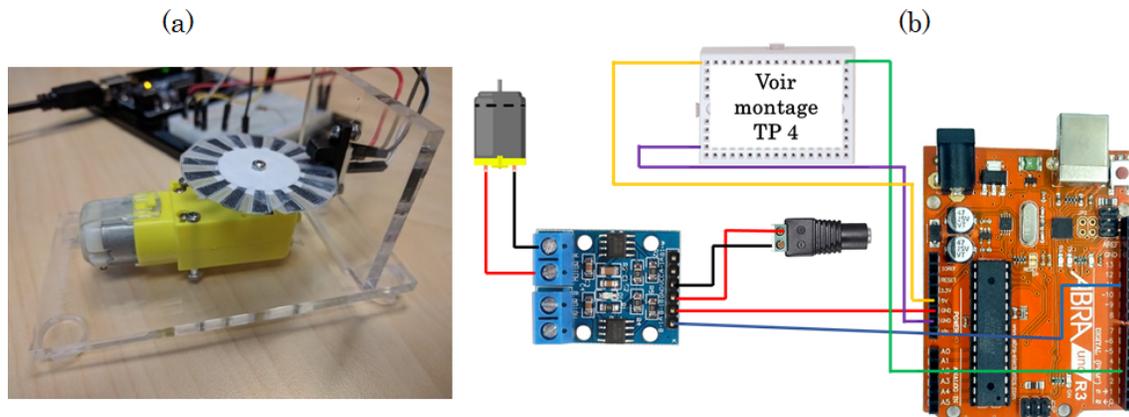


FIGURE 1 – (a) Photographie de la roue et du capteur optique du codeur incrémental montés sur le moteur DC avec en arrière plan le microcontrôleur Arduino. (b) Schéma du branchement du moteur et du capteur optique sur l'Arduino.

Le moteur 9V (MOT-300 GEAR MOTOR, Abra Electronics) est alimenté avec un chargeur 9V via un pont-H sur une carte de contrôle moteur (MOT-W-9208, Abra Electronics). La carte de contrôle moteur est branchée sur un microcontrôleur Arduino Uno rev. 3 et un instrument virtuel (VI) Labview v.2016 (National Instruments) a été créé utilisant les sous-VI Linx (Makerhub) pour gérer le contrôle et l'acquisition de données. Le moteur et le capteur optique sont branchés sur l'Arduino tels que montré à la Fig. 1 (b). Sur l'Arduino, un port à modulation de largeur d'impulsion (PWM) avec un rapport cyclique  $D$  est utilisé pour contrôler le moteur. Le signal PWM est envoyé à la carte de contrôle du moteur et celle-ci alimente le moteur avec un voltage équivalent tiré du chargeur  $V_{chargeur} = 9V$ . Donc en moyenne dans le temps, l'alimentation du moteur est donnée par la règle  $V_{moteur} = D \times V_{chargeur}$ . Notons que cette règle est très approximative car les pertes dans la carte de contrôle moteur sont non-négligeables.

Le microcontrôleur Arduino sert aussi à acquérir le signal provenant du capteur optique. Ce signal est acquis à la fréquence d'échantillonnage  $f_s$  avec un port numérique et est converti en une mesure de la vitesse de rotation du moteur par le VI Labview. Pour estimer le RPM du moteur,  $N$  acquisitions du capteur optique sont effectuées à des intervalles de temps régulières de  $\Delta t$ . La durée de ces intervalles est liée à la fréquence d'échantillonnage par la relation :

$$(3)$$

En comptant le nombre de passages de secteurs dans le capteur optique dans un temps  $N\Delta t$ , le RPM moyen du moteur peut être estimé. Le disque du codeur utilisé pour le laboratoire possède \_\_\_\_\_ secteurs opaques. La fréquence du signal émit par le phototransistor est donc liée linéairement au RPM du moteur par l'équation suivante :

$$(4)$$

Le RPM du moteur a été mesuré à plusieurs reprises. Pour des valeurs fixes de  $N$  et  $\Delta t$ , nous avons varié le rapport cyclique  $D$  entre 0 et 1, mesurant le RPM à chaque fois. Cette manipulation a été répétée en variant les paramètres  $N$  et  $\Delta t$ . Dans tous les cas, une valeur suffisamment grande de  $\Delta t$  a dû être sélectionnée pour s'assurer que la vitesse d'exécution de

la boucle de lecture n'était pas limitée par la vitesse de connexion entre Arduino et Labview.

**4: Résultats ..... 2 points**

La Fig. 2 présente l'influence des paramètres  $N$  et  $\Delta t$  sur la mesure alors que la Fig. 3 présente les mesures de RPM fidèles à la physique observée.

La Fig. 2, présente différentes séries de mesures variant  $N$  et  $\Delta t$ . [*Décrivez factuellement la Fig. 2 et présentez vos observations.*]

Avec les paramètres  $N = \underline{\hspace{2cm}}$  et  $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$ , il est possible d'obtenir une valeur de RPM relativement stable dans le temps et de maximiser la fréquence d'échantillonnage. Ceci permet d'obtenir la série de points de mesure présentés à la Fig. 3. Pour cette figure, que les mesures exemptes de repliement ont été conservées.

[*Décrivez factuellement la Fig. 3 et présentez vos observations*]

**5: Discussion** ..... **2 points**

[Interprétez les données de la Fig. 2 et faite des liens avec la section théorie. ]

[Interprétez les données fidèles du RPM de la Fig. 3. ]

[Listez et discutez les limites du montage, de l'étude :  $f_s$ , répétabilité, évaluation du voltage, instruments, VI... ]

**6: Conclusion ..... 2 points**

Ce laboratoire a permis d'évaluer la courbe de RPM du moteur sans charge en fonction du voltage appliqué. [*En une phrase, résumez comment le RPM du moteur varie réellement avec le voltage.*] \_\_\_\_\_

Il a été possible de mettre en évidence l'effet de la fréquence d'échantillonnage sur l'acquisition de données. [*En une phrase ou deux, résumez l'effet de  $\Delta t$  et  $N$  sur vos mesures.*] \_\_\_\_\_

[*Recommandations et ouverture.*]

**7: Figures ..... 1 point**

[*Sur une page supplémentaire, joindre les graphiques correspondant aux Fig. 2 et 3. La Fig. 2 présente l'effet de  $N$  et  $\Delta t$  sur la mesure. La Fig. 3 présente les résultats fidèles à la réalité du RPM selon le rapport cyclique.* ]