

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
المدرسة العليا في الهندسة الكهربائية و الطاقوية

*Ecole Supérieure en Génie Electrique et Energétique  
Oran  
Département de Génie Electrique*

# Travaux Pratiques

## Module: METROLOGIE ET INSTRUMENTATIONS

Enseignant :  
Dr. BENDIB Mohamed Elhadi  
E-mail : [bendibmohamed99@yahoo.com](mailto:bendibmohamed99@yahoo.com)  
CODE ELTF215  
Public cible: 4 eme année  
Version 1

2018/2019

# SOMMAIRE

1-	TP01 Capteurs de Contacts .....	3
1.	Interrupteur à Lame Souple ( <i>ILS</i> ).....	3
2.	Interrupteur au Mercure .....	3
3.	Capteurs Fin de Course .....	4
2-	TP02 Capteurs de Température (Thermocouple) .....	7
3-	TP03 Capteurs de Température (Thermistance).....	10
4-	TP04 Capteurs Optiques (Photo Transistor).....	15
5-	TP05 Capteurs Optiques (Photo Resistance) .....	18
6-	TP06 Capteurs de Vitesse et Angulaire (Encodeur).....	21
7-	TP07 Capteurs de Pression, proximité et effet Hall .....	24
1.	Capteur de pression .....	24
2.	Capteur de proximité.....	26
3.	Capteur a effet Hall .....	27

# 1-TP01 Capteurs de Contacts

## But du TP

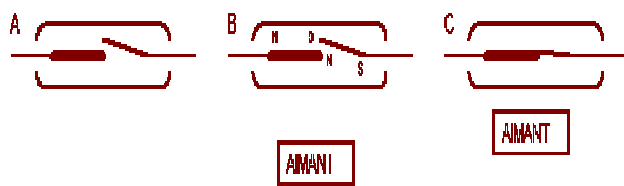
Comprendre les caractéristiques de tous les interrupteurs à lame souple, interrupteur au mercure et fin de course.

## I- Rappelles Théoriques

### 1. Interrupteur à Lame Souple (ILS)

Est un interrupteur qui établit ou coupe une connexion électrique en fonction de la présence ou non d'un champ magnétique. Il est généralement constitué d'une ampoule de verre protectrice contenant une atmosphère non oxydante et deux contacts souples. Ces contacts sont magnétisables et élastiques, à base de fer doux par exemple. En présence d'un champ magnétique, les contacts s'aimantent par influence, et sont attirés l'un par l'autre. Ils se rapprochent et se touchent, établissant le courant. Lorsque le champ magnétique cesse, l'aimantation cesse aussi, et l'élasticité des contacts les écarte, coupant le courant.

Il est bien souvent utilisé en tant que capteur fin de course pour les vérins, ou en générateur d'impulsions de comptage : un aimant permanent fixé sur la partie mobile modifie l'état de l'interrupteur en passant devant, transmettant ainsi une information au système de commande ou au compteur.



Principe de fonctionnement

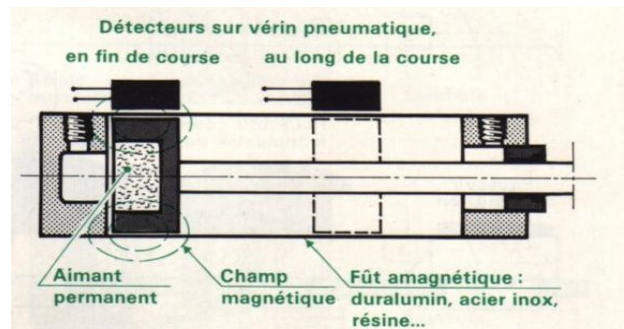


Fig.1. Exemple d'application.

Le constructeur fournit la distance maximale qui doit exister entre l'aimant et l'ampoule afin d'établir le contact. Un environnement métallique réduit considérablement cette distance. La distance d'établissement du contact (fermeture de l'issue) est toujours supérieure à celle de rupture (ouverture).

### 2. Interrupteur au Mercure

Établit ou coupe la connexion suivant son inclinaison. La gravité permet de déplacer du mercure à l'état liquide à l'intérieur d'une ampoule de verre munie de deux électrodes. Ce type d'interrupteur est aujourd'hui moins utilisé à cause de la toxicité du mercure.

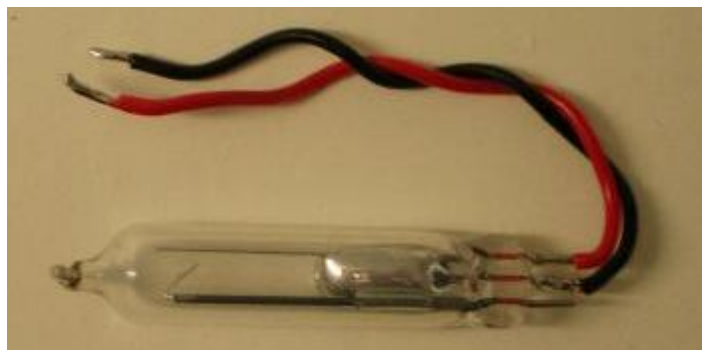


Fig.1.2 Type d'interrupteur au mercure.

### 3. Capteurs Fin de Course

Les interrupteurs de positions mécaniques peuvent aussi être appelés "Déecteur de position" et "Interrupteur de fin de course". Ils coupent ou établissent un circuit lorsqu'ils sont actionnés par un mobile.

La détection s'effectue par contact d'un objet extérieur sur le levier ou un galet. Ce capteur peut prendre alors deux états :

- Enfoncé (en logique positive l'interrupteur est fermé).
- Relâché (en logique positive l'interrupteur est ouvert).



Fig.1.3 Modèle de fin de course.

## II- MANIPULATION

### 1. Interrupteur à Lame Souple

La valeur de contact d'un interrupteur à lames est dans la gamme de 50~5000mA parce que la fermeture de contact d'un interrupteur à lames n'est pas entraînée par une force mécanique forte, mais par le champ magnétique d'un aimant qui entoure l'interrupteur, trop de courant à travers le contact ne sera pas approprié.

Un avantage du commutateur à lames est son fonctionnement silencieux sans bavardage de contact. Un fonctionnement à haute vitesse est également possible sans effets secondaires. Puisque le contact à lames est placé à l'intérieur d'un récipient avec un vide ou un gaz, la durée de vie du contact est extrêmement longue.

Ce qui suit est les spécifications typiques d'un interrupteur à lames souples:

Courant de contact nominal: 100mA DC max.

Contact On / Off tension Moins de DC 28V ou AC 50V.

Résistance de contact 150mΩ max.

#### **Matérielles requis**

Alimentation DC (0~20V)

Unité de capteur SU-6810

#### **Procédure d'expérimentation**

1. Avec l'unité des capteurs, effectuez les connexions comme indiqué sur la figure (1.4).
2. Branchez l'alimentation électrique et fixer la tension 15V.
3. Mettez le potentiomètre de réglage de la vitesse en bas à droite de l'unité du capteur sur la position médiane.
4. Utilisation des commutateurs CW et CCW. Confirmez le fonctionnement marche/arrêt de l'interrupteur à lames. Ajustez la distance entre l'interrupteur à lame et l'aimant. Déterminer la distance opérationnelle maximale entre le contact et l'aimant.

5. Étudiez la distance de fonctionnement maximale avec l'orientation de l'aimant à 90 degrés par rapport à l'interrupteur, comme illustré à la figure (1.5) (b). Dans le cas où la distance opérationnelle maximale entre les étapes 4 et 5 est différente, expliquez pourquoi.

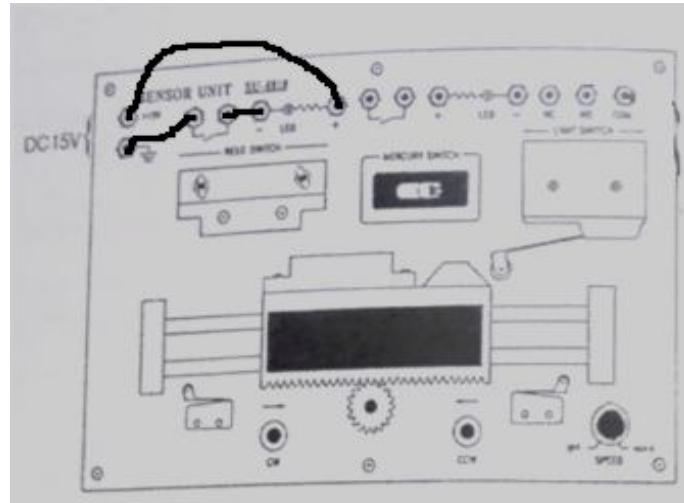
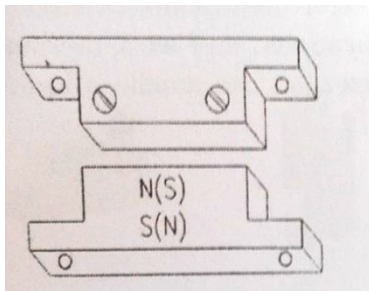
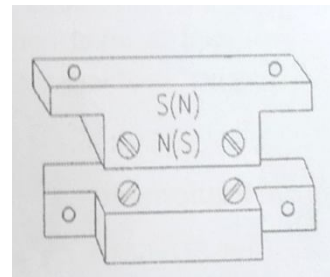


Fig.1.4. Schéma de connexion



(a) direction normal



(b) 90° degré orientation de ILS

Fig.1.5 Deux méthodes de fixation entre l'aimant et l'interrupteur ILS

## 2. Interrupteur au Mercure

### Matérielles requis

Alimentation DC (0~20V)

Unité de capteur SU-6810

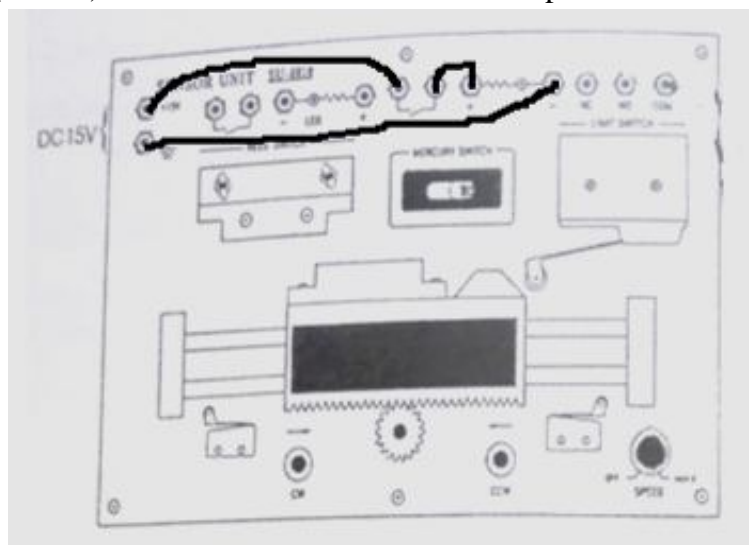


Fig.1.6 Schéma de connexion

### Procédure d'expérimentation

1. Extrayez délicatement l'interrupteur à mercure de l'unité de détection. À l'aide de LED, expérimentez l'action marche/arrêt de l'interrupteur au mercure (Fig.1.6).
2. Une fois l'expérience terminée, assurez-vous que le commutateur est correctement réinstallé dans l'unité de détection.
3. Capteurs Fin de Course

### Matérielles requis

Alimentation DC (0~20V)

Unité de capteur SU-6810

### Procédure d'expérimentation

1. Assurez la mise hors tension, effectuez les connexions comme indiqué sur la Figure (1.7).
2. Mettez l'appareil sous tension et positionnez l'ajustement de la vitesse en bas à droite sur la position médiane.
3. Appuyez sur les interrupteurs CW ou CCW et observez l'interrupteur de fin de course qui s'allume ou s'éteint.
4. Un état naturel (non pressé) de l'interrupteur de fin de course est illustré à la Figure 1.8. À partir de l'expérience à l'étape 3, remplissez les vides avec NC, NO et COM.

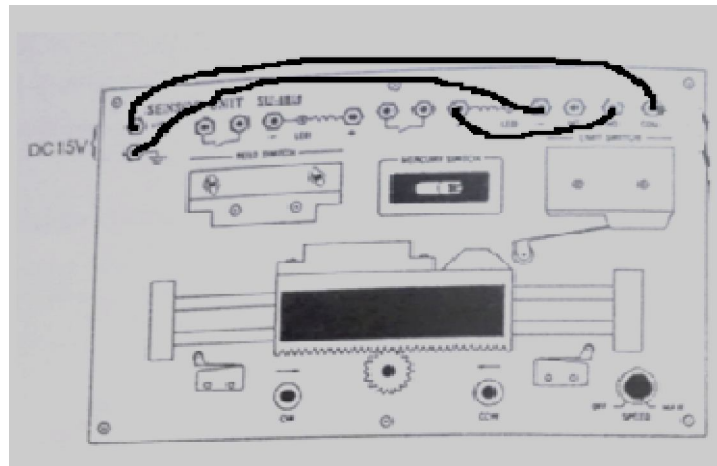


Fig.1.7 Schéma de connexion

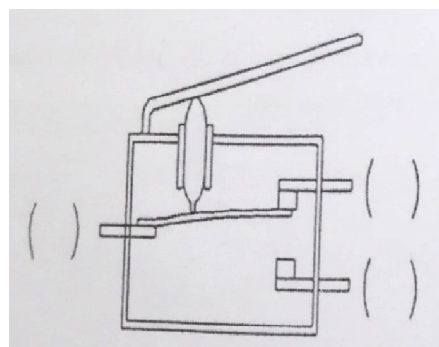


Fig.1.8 Schéma de notation

## 4. Conclusion

1. Lorsque vous utilisez un interrupteur à lames souples, tenez compte de quoi.
2. Lors de la fixation d'un interrupteur au mercure sur un châssis, doit être assuré?

## 2- TP02 Capteurs de Température (Thermocouple)

### But du TP

Comprendre l'exploitation d'un capteur de température, de type thermocouple.

### I- Rappelles Théoriques

Un thermocouple consiste en deux conducteurs de métaux différents connectés entre eux à une extrémité, de sorte que le point de connexion est le point de mesure. Lorsque l'on chauffe le point de mesure, la tension sur les extrémités du câble (jonction froide) est mesurée; elle représente la température du point de mesure. (Effet thermo-électrique = effet Seebeck)

Tout simplement, un thermocouple ne mesure pas la température absolue, mais la température différentielle entre le point de mesure **T1** (jonction chaude) et le: Point froid **T2** (jonction froide). Comme on peut le voir d'après la courbe ci-dessus, un thermocouple génère une tension proportionnelle à la température. Le thermocouple nécessiterait un amplificateur et un certain type de circuit de traitement du signal.

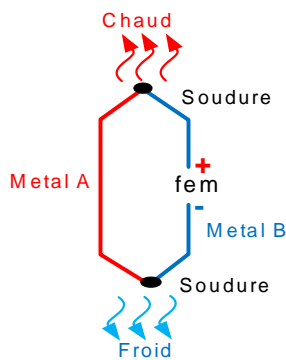


Fig.2.1. Effet Seebeck

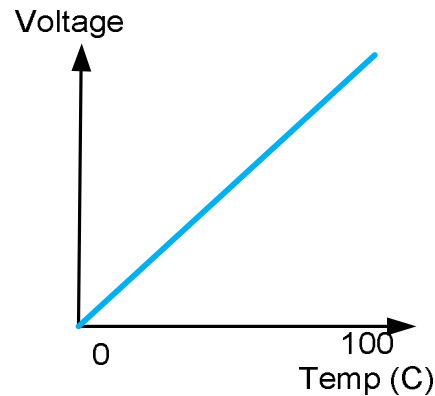


Fig.2.2 Caractéristiques un capteur thermocouple

## II- MANIPULATION

### Matérielles requis

Amp. OP. Unité OU-6801

Unité de capteur 6803

Capteur de température 6800-1

Multimètre numérique

Thermomètre numérique

### Procédure d'expérimentation

1. Préparez l'unité d'AOP. Maintient l'interrupteur d'alimentation à l'arrêt.
2. Se référant à figure (2.3), fais des connexions entre l'unité de capteur et AOP.
- 3 Mettez l'amplificateur OP sous tension et connectez le multimètre à la borne de sortie de l'amplificateur OP. Réglez la plage du multimètre sur mV.
4. Vérifiez la lecture du thermomètre numérique et la tension de sortie de l'amplificateur OP.
5. Chauffez le thermocouple à l'aide de la plaque chauffante et a partir du tableau (2.1) ci-dessous dessinez un graphe montrant la relation entre la température du thermocouple et la tension de sortie de l'AOP.

6. En considérant le gain de 100 pour les deux amplificateurs en cascade, calculez la tension du thermocouple à la température (40°C) en utilisant la valeur obtenue à l'étape 5. Quel serait le gain requis si la sortie de l'amplificateur OP est de 0.5V? Pour ajuster le gain, connectez entre les broches 6 et 7 de l'amplificateur opérationnel et réglez la résistance variable de 500kΩ. Déduisez la valeur de la résistance dans ce cas.
7. Réglez le gain de l'amplificateur OP a 50%, et connecter la sortie de l'amplificateur OP vers le comparateur comme le montre la figure 2.4.
8. Chauffez le thermocouple jusqu'à ce que la LED verte du comparateur s'allume.
9. Répétez les étapes 7 et 8 à différentes températures.

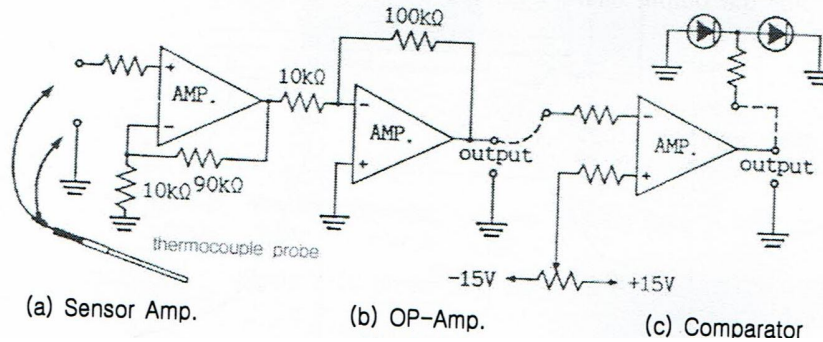


Fig.2.3. Principe de circuit de conditionnement.

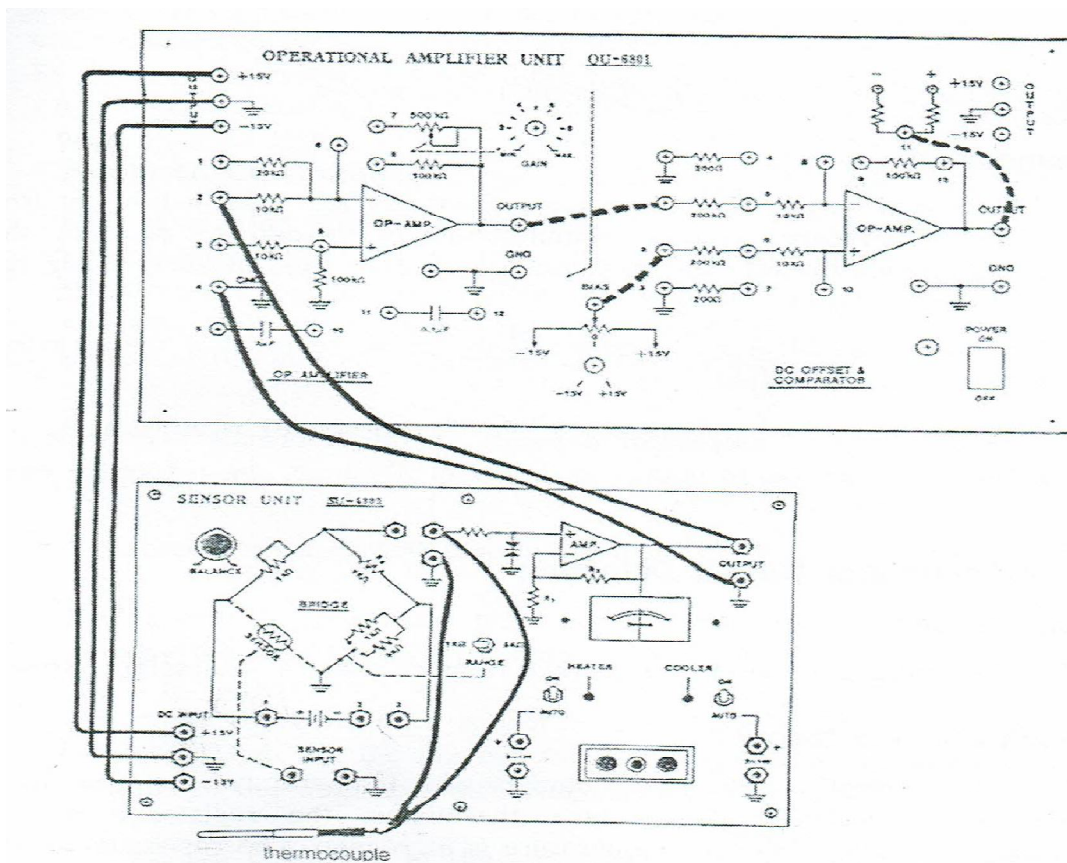


Fig.2.4. Schéma de connexion

T (°C)	25	27	29	31	33	35	37	40
V (mV)								

Tableau 2.1



## Conclusion

1. Discutez sur la nécessité et l'importance d'amplification de tension du capteur thermocouple.
2. La résolution de détection de température joue un rôle important dans les systèmes de contrôle automatique de la température, justifier ce critère.
3. Lors de la conception d'un système de contrôle de température, la conductivité thermique du milieu entourant la source de chaleur doit être prise en compte, proposez un système qui résoudra ce problème.
4. C'est quoi la résistance thermique entre un capteur de température et l'objet à mesurer, d'après votre remarque.

## 3- TP03 Capteurs de Température (Thermistance)

### But du TP

Comprendre la différence entre deux types de capteurs de températures, capteur au thermocouple et capteur au thermistance CTN.

### I- Rappelles Théoriques

L'expression de la résistance d'une thermistance se peut écrit comme suit

$$R(T) = R_0 \cdot \exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) \quad (3.1)$$

$R_0$  étant la résistance a la température absolue  $T_0$ .

La sensibilité thermique déduite de la formule précédente s'écrit :

$$\alpha_R = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} = -\frac{B}{T^2} \quad (3.2)$$

Comme on peut le voir d'après la courbe ci-dessus, dans une thermistance, la sortie varie en résistance. Pour le capteur de thermistance, un circuit de pont de résistance est généralement nécessaire. La non-linéarité de la thermistance doit également être prise en compte dans les applications réelles.

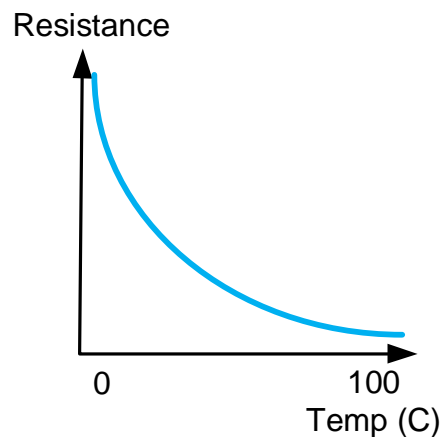


Fig.3.1 Caractéristique un capteur thermistance.

### II- MANIPULATION

La résistance de thermistance change avec la température, Pour une thermistance à coefficient de température négatif (CTN), la résistance de la thermistance à diminue lorsque la température augmente. La thermistance à résistance de l'ED-6800B est  $1K\Omega$  à la température ambiante. Par conséquent, lorsque la résistance passe à  $0,9K\Omega$  a cause de changement de la température ambiante, le taux de variation est de 5%.Une telle modification peut être détectée à l'aide d'un pont illustré à la figure 3.2.

#### Matérielles requis

Unité amplificateur OP. OU-6801

Multimètre

Unité de capteur ED-6803B

Thermomètre

Capteur température a thermistance 6800-2

#### Procédure d'expérimentation

1. Préparez l'amplificateur OP gardez l'appareil hors tension.
2. Faites le branchement électrique entre le bloque OU-6801 et l'unité du capteur ED-6803B.
3. Mesurez la résistance de la thermistance à la température ambiante à l'aide du multimètre.

T (°C)	T. Amb	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
R												

Tableau 3.1.

4. Connectez le capteur de thermistance aux bornes SENSOR INPUT de l'unité du capteur. Réglez la plage de courant du multimètre inséré entre la sortie du pont et la masse à mA.
5. Allumez l'unité d'amplificateur OP, en ajustant la commande BALANCE, réglez le pont pour qu'il équilibre de sorte que l'indicateur du multimètre soit zéro, calculez la résistance dans ce cas.
6. Tenez l'extrémité du capteur par deux doigts pendant 30 secondes et observez la modification de la lecture du courant.

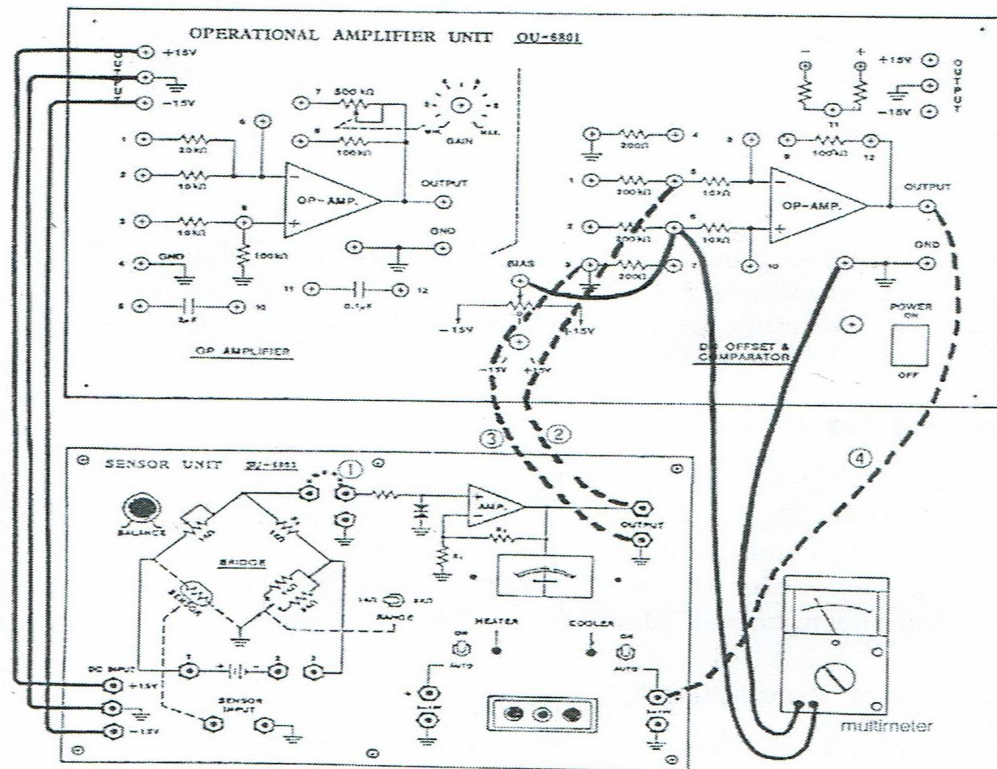


Fig.3.2. Schéma de connexion

7. Connectez entre la sortie du pont et l'entrée de l'amplificateur comme indiqué par la ligne pointillée n°1 dans l'unité de capteur. Connectez également un voltmètre à la sortie de l'amplificateur.
8. L'extrémité du capteur chauffée par les doigts doit être refroidie à la température ambiante. Assurez-vous que l'indicateur de courant a zéro. Sinon, réajustez le pont. Appuyez à nouveau sur la tête du capteur avec deux doigts et observez l'indication

actuelle. Comparez la lecture avec l'indication actuelle à l'étape 6. Justifier votre observation?

9. Mettez la sonde de thermistance et le thermomètre sur la plaque chauffante. Allumer l'interrupteur de chauffage, enregistrer la température et le courant à chaque 2°C (a 45°C).

10. Éteignez l'interrupteur du chauffage. Notez la température et le courant à chaque 2°C (a 25°C).

11. Connectez entre les points indiqués par les lignes pointillées 1, 2, 3 et 4. Réglez le commutateur du refroidisseur sur AUTO. Équilibrez le pont à température ambiante.

12. Avec le capteur de température et le thermomètre, réglez la référence de l'amplificateur comparateur à -2.5V.

13. Mettez l'interrupteur du chauffage en marche. Trouvez la température à laquelle la LED "+" s'allume Notez que lorsque le voyant "+" est allumé, indiquant que la température est trop élevée, le ventilateur s'allume automatiquement, car le système est configuré pour démontrer le concept de contrôleur automatique.

14. Diminuez graduellement la tension de référence et trouvez la température à laquelle le ventilateur commence à fonctionner.

15. Éteignez l'interrupteur du chauffage et augmentez graduellement la tension de référence. Enregistrez la sortie du comparateur en fonction de la température.

### III. Conversion Analogique/Numérique

1. Laissez l'interrupteur HEATER de l'unité des capteurs sur OFF (AUTO). Placez le capteur de température et le thermomètre sur la plaque chauffante.

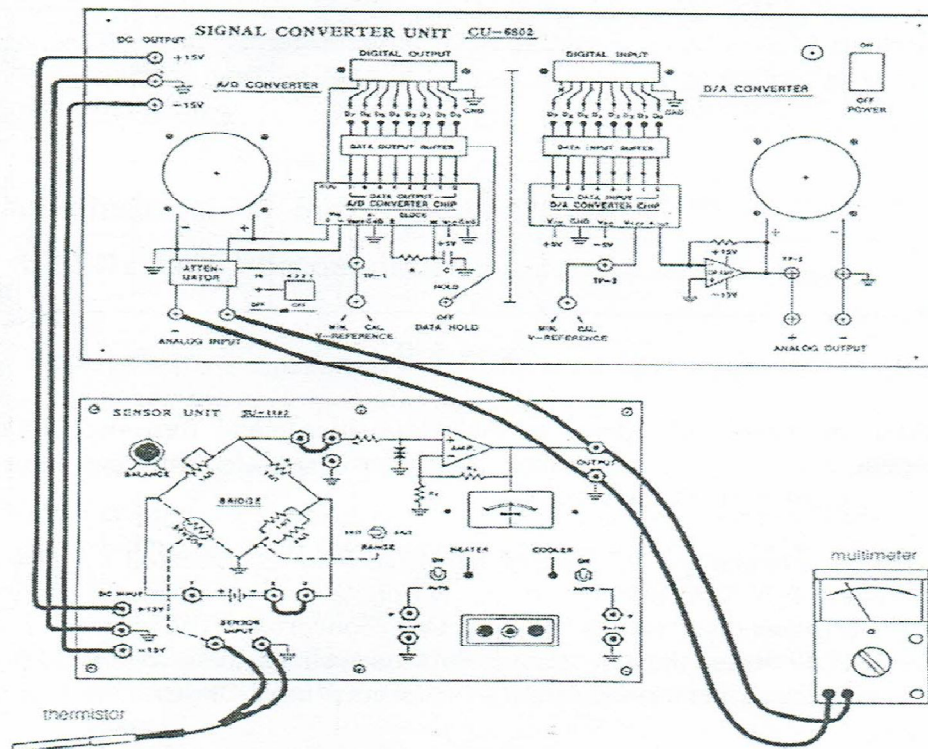


Fig.3.3. Schéma de connexion.

2. Réglez la tension de référence  $V$  du convertisseur A/N et N/A sur «CAL». Mettez l'interrupteur d'alimentation en marche et vérifiez l'afficheur analogique et le voyant LED d'entrée/sortie numérique ( $D_0$  à  $D_7$ ) avec les bornes d'entrée analogique en court-circuit. Sans entrée analogique. Tous les 8 bits de la sortie numérique doivent être faibles.
3. Si l'indication numérique est satisfaisante à l'étape 2. Retirez le court-circuit de l'entrée analogique. Mesurez les entrées analogiques et les sorties numériques correspondantes à la température ambiante.
4. Allumez l'appareil de chauffage. Toutes les 10 ou 20 secondes. Mesurez la température, les entrées analogiques et les sorties numériques et complétez le tableau (3.2) avec les résultats.
5. Éteignez l'appareil de chauffage (placez-le sur AUTO) et allumez le ventilateur. Répétez l'étape 4 pour les caractéristiques de refroidissement. Mesurer la température entrée analogique et sortie numérique.
6. Connectez la sortie A/N à l'entrée N/A comme indiqué par une ligne en pointillé dans la Figure 3.3. Comparez les valeurs analogiques et numériques du convertisseur A/N aux valeurs correspondantes du convertisseur N/A. Les valeurs doivent être identiques entre les deux données analogiques et les deux données numériques. Cette expérience est effectuée avec l'entrée de référence en position "CAL".

Temp. °C	Analogue Volts	Numérique								Remarque
		$D_7$	$D_6$	$D_5$	$D_4$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	

Tableau 3.2.

7. Répétez les étapes 6 et 7 et observez-les entrées et sorties de A/N et N/A. ainsi que les lectures de compteur.
8. Réglez le commutateur DATA HOLD sur HOLD pour conserver les données actuelles. Perturber la température au niveau du capteur et observez l'afficheur analogique et la sortie numérique du convertisseur A/N, lorsque la différence entre les lectures analogique et numérique augmente, désactivez momentanément DATA HOLD et vérifiez que les deux lectures sont identiques.

## Conclusion

- 1- Tracer la courbe donnant la variation de la résistance de la thermistance en fonction de la température.
2. -Peut-on dire que la résistance de la thermistance est proportionnelle à la température ?
- 3- Déterminer les valeurs de  $R_0$  et  $B$  par la méthode de votre choix.

- 4- Utiliser la modélisation par fonction et proposer un modèle mathématique pour cette courbe, sachant que le fabricant annonce une relation du type.  $T=A.\ln (R)+B$ , Faire rechercher les paramètres A et B de modélisation. Noter les résultats obtenus.
- 5- Donner une conclusion sur l'intérêt de la mesure de la température dans l'industrie.

**[Note]** Selon la conductivité thermique entre la source de chaleur et l'objet à chauffer, les caractéristiques de chauffage et de refroidissement ne sont pas nécessairement les mêmes. Normalement, le refroidissement prend plus de temps à la convection naturelle. Un refroidissement forcé à l'aide d'un ventilateur réduit le temps de refroidissement.

**[Note]** Lorsque la température est augmentée, la sortie du pont apparaît comme négative. C'est parce que la thermistance utilisée a un coefficient de température négatif (CTN). Afin de piloter la LED "+" à la sortie du comparateur, l'entrée de référence (bias) est réglée en dessous de 0 volt.

## 4- TP04 Capteurs Optiques (Photo Transistor)

### But du TP

Maîtrisez les techniques d'utilisation des capteurs optiques, les capteurs infrarouge et son récepteur et aussi les capteurs photorésistance qui fonctionnent à la lumière visible.

### I- Rappelles Théoriques

Les photodiodes sont des diodes au silicium qui exploitent l'effet photoélectrique. Sous éclairement, les photons libèrent des paires électrons trous. Sa polarisation en inverse produit un courant qui augmente proportionnellement à l'intensité lumineuse.

Deux types de photo-détection sont utilisés: Détection de l'interruption de la lumière entre la source et l'objet, ou la réception de la lumière réfléchiée par l'objet, Quel que soit le type de détection utilisé, les paramètres suivants :

- Sensibilité à la lumière: Pour une source de photons, la sensibilité dépend de la distance entre la source et l'objet ainsi que de la sensibilité du récepteur.
- Temps de réponse: une source de lumière à base de semi-conducteurs réagit beaucoup plus rapidement lorsque la source d'énergie est allumée/éteinte.
- Longueurs d'onde: les photos capteurs réagissent aux longueurs d'onde de 750~950 nm. Cette longueur d'onde infrarouge est plus longue que la longueur d'onde de la lumière visible. Certains capteurs sont conçus pour répondre à la longueur d'onde ultraviolette qui est plus courte que la longueur d'onde de la lumière visible.

### II- MANIPULATION

#### Matérielles requis

Unité amplification OP OU-6801

Module LED (source) 6800-4

Unité de capteur SU-6804

Module phototransistor (récepteur) 6800-5

Multimètre

Oscilloscope

#### Procédure d'expérimentation

1. Éteignez l'unité d'amplification OP, Câbler les unités selon la Figure 4.2. Réglez le BIAS de l'unité de capteur sur "DC".
2. Fixez les modules LED et Phototransistor sur le rail de guidage. Réglez la distance entre les deux objets à 5mm. Allumez l'interrupteur d'alimentation.
3. Réglez le niveau BIAS sur environ 5 (au milieu). En utilisant le multimètre, mesurez la résistance entre le collecteur et l'émetteur du phototransistor (Fig.4.1).
4. Eloignez progressivement le capteur du module LED et mesurez la résistance tous les 5 mm. Dessinez un graphe montrant les mesures.
5. Augmentez le BIAS au niveau maximum (10) et répétez l'étape 4. Comparez la sensibilité entre deux cas:
  - 5.1) Pour la distance donnée, le BIAS est augmenté d'un facteur deux.
  - 5.2) Pour le BIAS donné, la distance est diminuée d'un facteur deux. Dans quel cas la sensibilité est-elle meilleure?
6. Déconnectez les fils de la photo transistor. Connectez le voltmètre à la sortie du capteur photosensible et à la masse (figure 4.3).

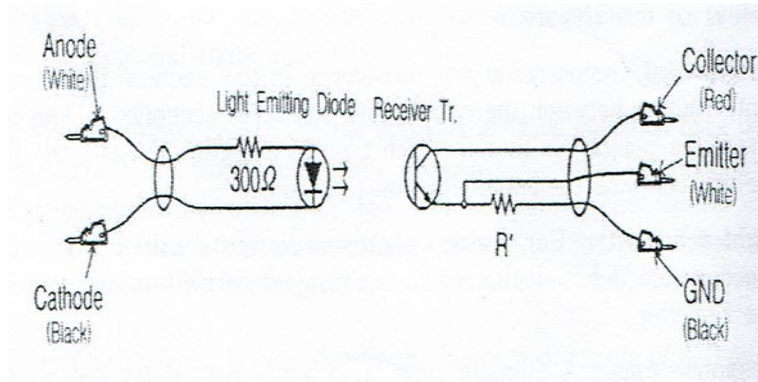


Fig.4.1. Les repère des capteurs.

7. Réglez le niveau de BIAS sur 5. À chaque incrément de 5mm jusqu'à 6cm, mesurez la tension de sortie du photo capteur et tracez celle courbe montrant les relations. Trouvez la relation de la tension de sortie en fonction de la distance.

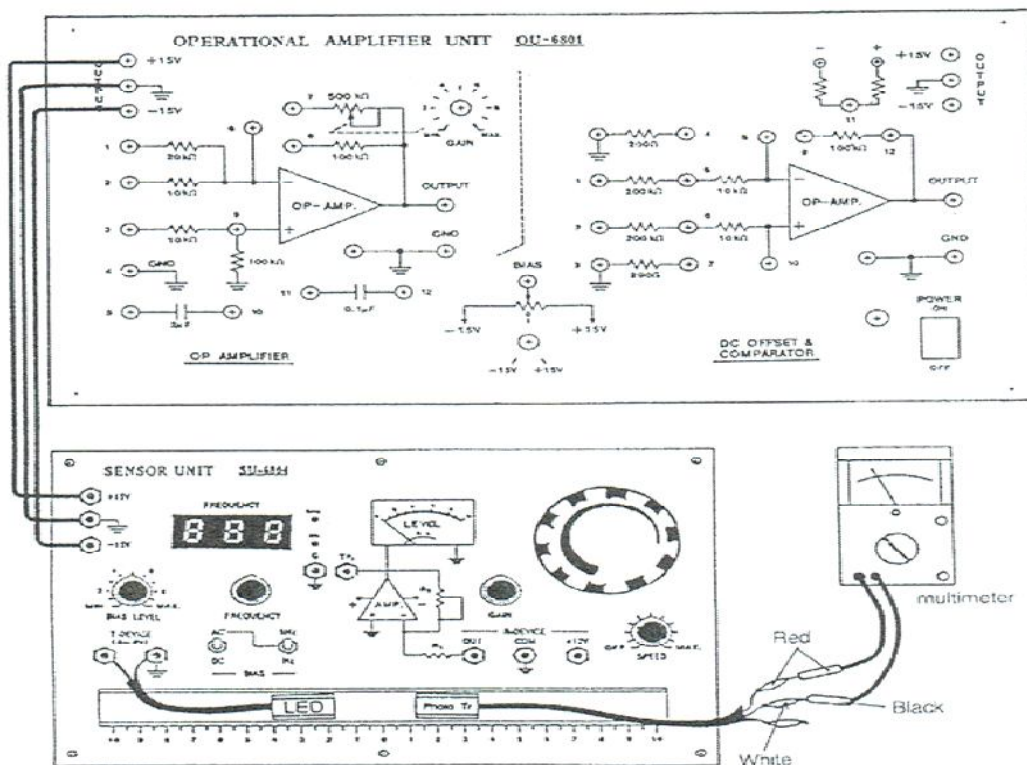


Fig.4.2. Schéma de connexion.

8. Réglez la distance entre la source et le récepteur sur 10 mm. Enrouler autour du récepteur avec un morceau de papier à mains afin qu'il n'y ait pas d'autre lumière agissant sur le récepteur, et voir si la tension de sortie change. Dans le cas où la sortie change, expliquez pourquoi.
9. Éteignez l'unité d'amplificateur OP momentanément, et brancher un oscilloscope selon la figure (4.3).
10. Réglez le BIAS de la photodiode (LED) sur AC 100HZ et réglez le niveau de sortie sur 5.
11. Réglez la distance entre la photodiode et la photo capteur (photo Tr) sur 5 mm et allumez l'amplificateur OP.
12. Mesurez la tension de sortie crête à crête sur l'oscilloscope. Mesurez la tension de sortie à chaque intervalle de 5mm et tracez sur la Fig.4.4 la courbe indique les résultats, tracez la forme d'onde pour 10mm.



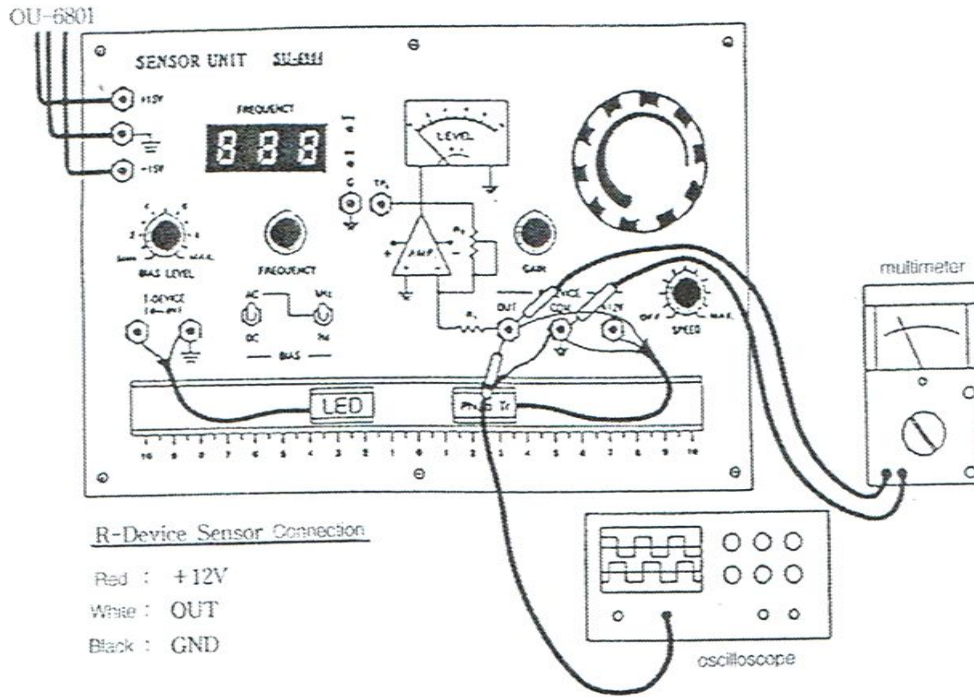


Fig.4.3. Schéma de connexion.

13. Changez le BIAS à 1kHz et répétez l'étape ci-dessus. Tracez les courbes en pointillés sur la Figure (4.4).

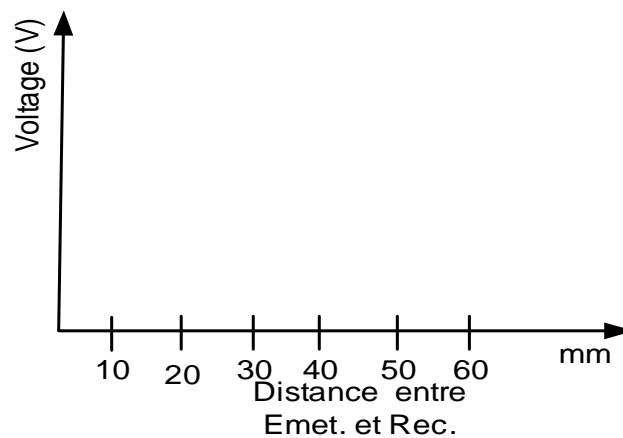


Fig.4.4. Graphe de la tension en fonction de la distance.

14. Réglez la distance entre la source et le récepteur sur 10 mm. Enrouler autour du récepteur avec un morceau de papier à mains, et voir si la sortie change. Comparez avec l'étape 8. Dans le cas où les résultats sont différents, expliquez pourquoi.

### 3. Conclusion

1. Pourquoi les photos capteurs doivent être isolés des lumières indésirables. Fais une recherche sur les solutions qui sont appliqué pour éviter ce problème.
2. A la fin de ce TP vous pouvez citer les applications de ces capteurs dans l'industrie et en particulier dans le domaine de génie électrique.

## 5- TP05 Capteurs Optiques (Photo Resistance)

### But du TP

Maîtrisez les techniques d'utilisation des capteurs optiques, les capteurs infrarouge et son récepteur et aussi les capteurs photorésistance qui fonctionnent à la lumière visible.

### I- Rappelles Théoriques

Les photorésistances ou LDR sont des capteurs optiques de faible coût dont la résistance diminue lorsqu'elles sont éclairées. La résistance peut passer de quelque 10MΩ dans l'obscurité à quelque 100Ω en pleine lumière



### II- MANIPULATION

#### Matérielles requis

Unité amplification OP OU-6801

Capteur LDR

Unité de capteur SU-6804

Module de lampe à incandescence

#### Procédure d'expérimentation

1. Gardez l'alimentation hors tension de l'amplificateur OP câblez l'unité comme illustré à la Figure (5.1). Réglez le BIAS du T-Device de l'unité de capteur (SU-6804) sur DC et réglez le niveau BIAS au minimum.

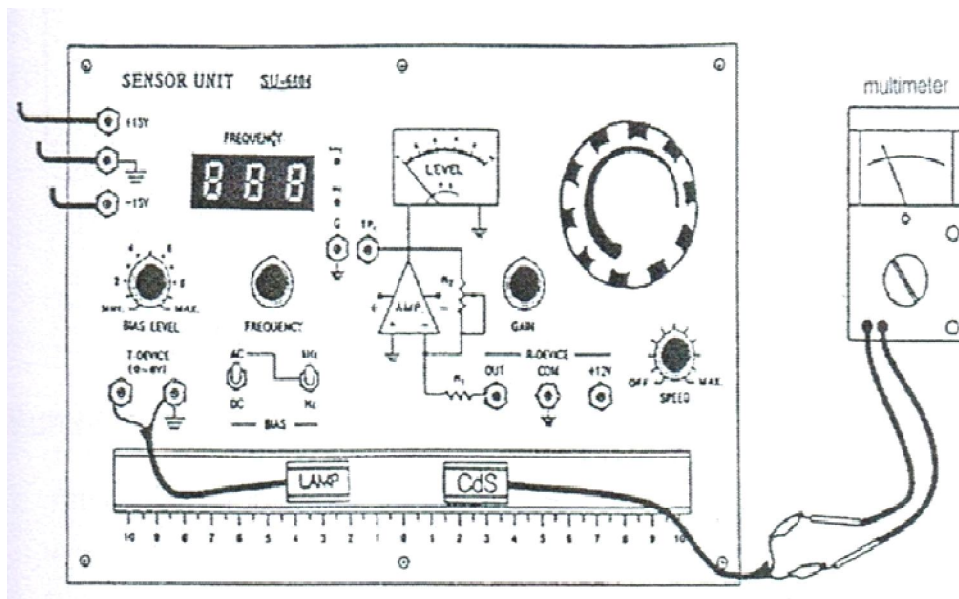


Fig.5.1. Schéma de connexion.

- Réglez la distance entre la lampe et le capteur (LDR) à environ 20 mm et mettez l'appareil sous tension.
- Mesurez la résistance du capteur LDR avec le BIAS du T-Device sur "0". Augmentez lentement le niveau de polarisation et mesurez la résistance à l'échelle "5" et "10" du paramètre BIAS.
- Blindez la lampe et le capteur LDR avec un papier noir et répétez les étapes 2 et 3.
- Éteignez l'amplificateur OP momentanément, et faites le câblage de la figure (5.2). Connectez la broche 6 de l'amplificateur sur la broche 8. Réglez le BIAS sur DC et son niveau sur 0.

6. Réglez la distance entre la lampe et LDR à 5mm. Protégez le capteur de toute autre lumière que la lampe.
7. Mettez l'appareil sous tension. Ajustez l'offset du BIAS pour obtenir 0 a la sortie l'amplificateur OP.

T Device	Min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Max
V											

Tableau 5.1.

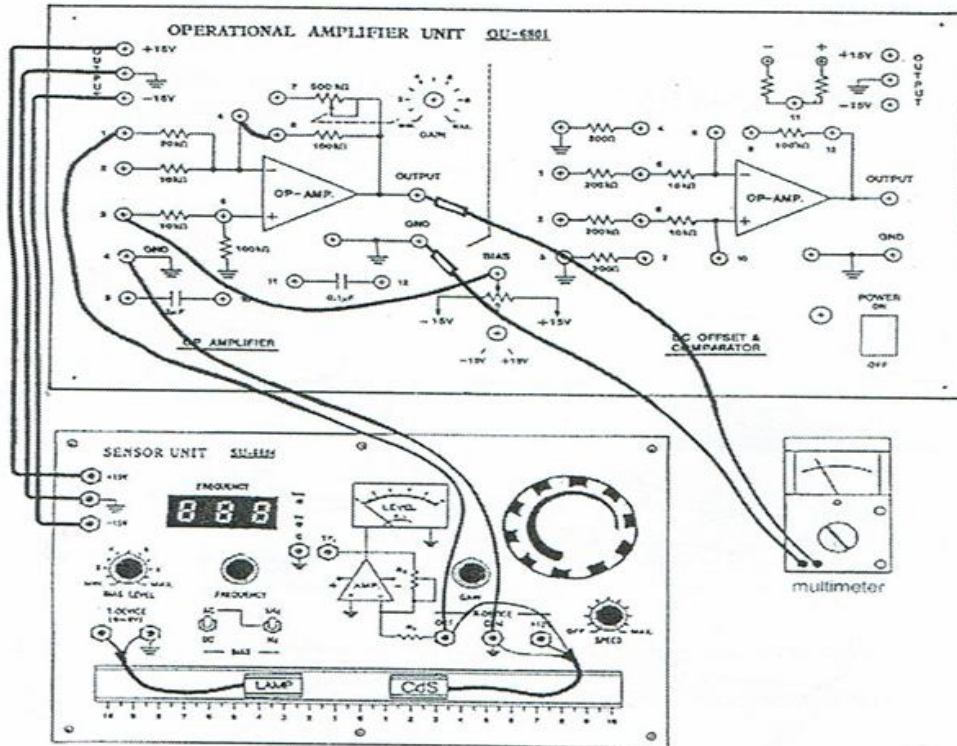


Fig.5.2. Schéma de connexion.

8. Augmentez le niveau (BIAS) du périphérique T-Device de 1 à 10 et mesurez la tension sortie de l'amplificateur OP si la sortie varie linéairement au changement de polarisation, alors le photo-couplage fonctionne correctement. Complétez le tableau et tracez le graphe, interpréter.
9. Dans la Figure (5.1), réglez la vitesse du disque rotatif à environ 30 tours par minute (un tour par seconde) et amenez le capteur LDR de manière à ce que le capteur puisse recevoir la lumière provenant de la lampe à l'intérieur du disque. Observez le changement de résistance en utilisant le multimètre.
10. Déplacez le capteur de telle sorte que le capteur reçoit la lumière de la lampe à l'extérieur du disque à ce moment. Augmentez progressivement la vitesse du moteur et observez la forme d'onde sur l'oscilloscope. Réglez la base de temps et observez la forme d'onde. Discutez de la différence de performance entre un capteur LDR et un phototransistor le cas échéant.

## Conclusion

1. Donnez-moi les différences entre un capteur CdS (LDR) et un capteur phototransistor.
2. A la fin de ce TP vous pouvez citer les applications de ces capteurs dans l'équipement électrotechnique.

[Notes] La raison de l'écran (papier noir) est que le capteur LDR réagit aux lumières visibles. Afin de recevoir une lumière spécifique, un écran est nécessaire pour bloquer toute lumière

indésirable. De plus, les capteurs LDR sont des dispositifs lents. Par conséquent, les capteurs LDR sont utilisés pour détecter des lumières variant lentement.

**[Notes]** La luminosité de la lampe n'est pas proportionnelle à la tension appliquée. Dans la plupart des applications, les signaux d'entrée des photocoupleurs sont des formes d'onde de commutation. Par conséquent, la vitesse de commutation est le paramètre clé pour un photocoupleur.

**[Note]**

La sortie d'une cellule LDR varie en fonction de l'intensité de la lumière incidente. Cette propriété rend parfois une cellule LDR plus facile à utiliser qu'un phototransistor. Les concepteurs peuvent sélectionner la résistance et les valeurs actuelles appropriées dans un catalogue. Les cellules LDR sont essentiellement un relais sans contact. Lorsqu'elle est associée à un photocoupleur, une cellule LDR peut servir de commande de volume électronique, comme illustré à la figure 5.3.

Le temps de réponse de la cellule LDR utilisée dans cette expérience est d'environ 10 ms et la sensibilité maximale est de 520 nm. Cette longueur d'onde couvre la plage de la lumière visible et, par conséquent, ce capteur peut également être utilisé comme un appareil de mesure de l'exposition à la lumière.

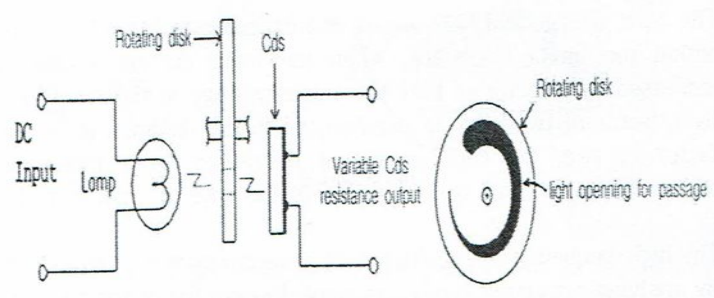


Fig. 5.3. Contrôle du volume sans contact

## 6-TP06 Capteurs de Vitesse et Angulaire (Encodeur)

### But du TP

Maîtrisez les techniques d'utilisation des encodeurs, la mesure d'une vitesse, le sens de rotation et un angle de déplacement.

### I- Rappelles Théoriques

Les informations de vitesse (tr/min) et de position d'une machine tournante sont des paramètres importants dans le contrôle de processus. Le codeur utilisé dans cette expérience génère 100 impulsions par tour. Par conséquent, lorsqu'un moteur tourne à une vitesse de 4 000 tours/minute, le nombre d'impulsions comptées serait  $24 \cdot 10^6$ . Un grand nombre d'information n'est pas facile à gérer. Par conséquent, ce nombre est traité via un circuit de division par 100.

Pour détecter la position angulaire d'un point donné, une position de référence doit être établie en premier. Les figures 6.1 et 6.2 illustrent une technique permettant de déterminer l'indice zéro. La résolution angulaire de la disposition de la Figure 6.2 est  $360^\circ/100=3,6^\circ$  par impulsion lorsque le codeur génère 100 impulsions par tour. Par conséquent, lorsqu'un moteur s'arrête et que le nombre d'impulsions est de 25 pour un point donné, ce point correspond à la position de  $3,6^\circ \cdot 25=90^\circ$  à partir de l'indice zéro.

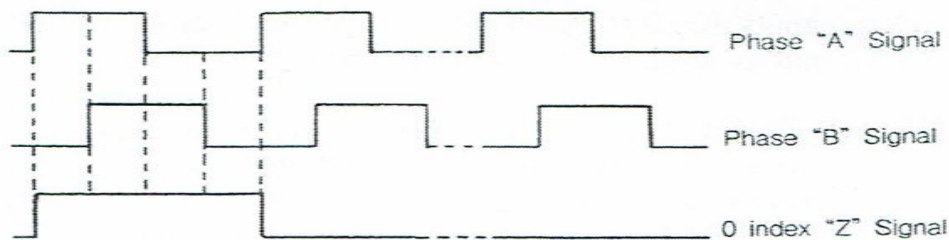


Fig.6.1 Les sorties de l'encodeur.

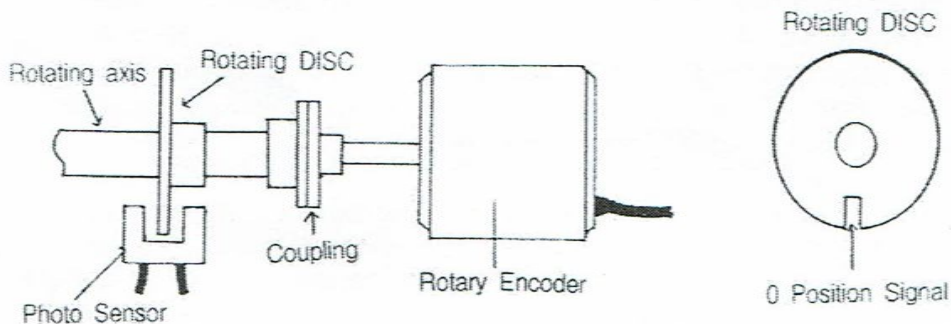


Fig.6.2 Le couplage de l'encodeur avec le moteur

## II- MANIPULATION

### Matérielles requis

Unité de conversion CU-6802

Oscilloscope

Unité de capteur SU-6804

### Procédure d'expérimentation

1. Réglez la référence V du convertisseur A/N sur "CAL" et réglez la vitesse du moteur CC du capteur sur "0" (Fig. 6.3).
2. Ajustez les réglages de l'oscilloscope pour les mesures d'impulsions 5V, 10 ~ 5000Hz.
3. Réglez le multimètre sur la tension et connectez-le aux points de test de la tension d'entrée du moteur. Définissez également le compteur de fréquence pour mesurer la sortie A ou B.
4. Allumez le convertisseur et réglez la vitesse du moteur à courant continu au milieu, connecter la sortie du codeur au compteur de fréquence et à l'oscilloscope.

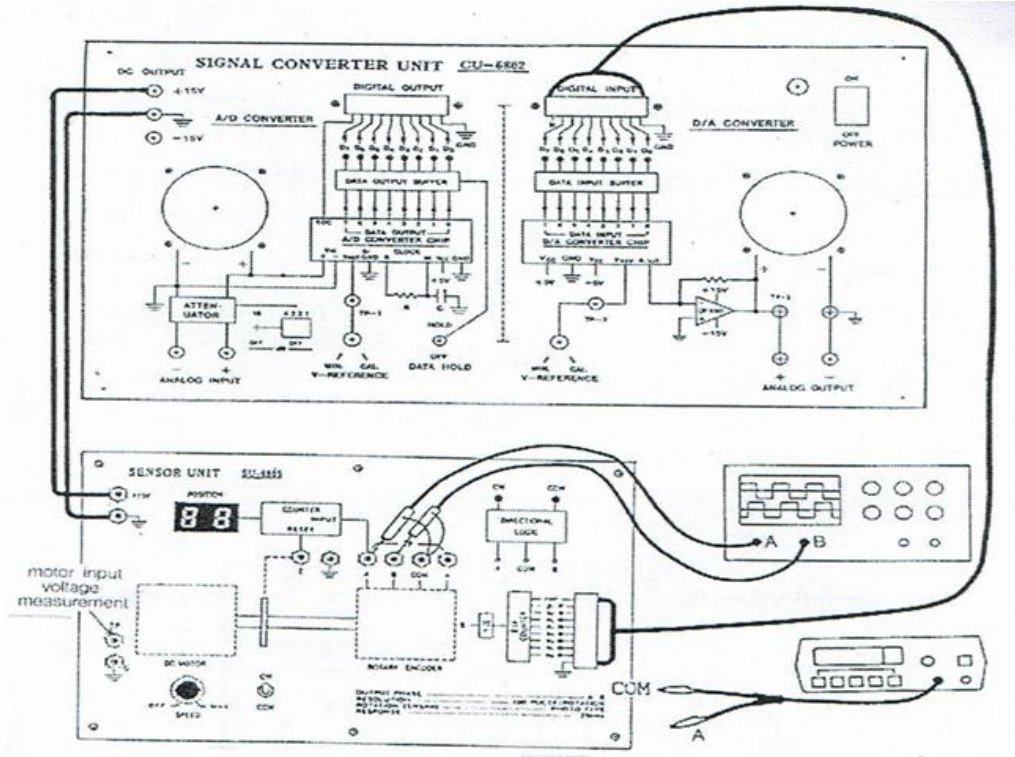


Fig.6.3. Schéma de connexion.

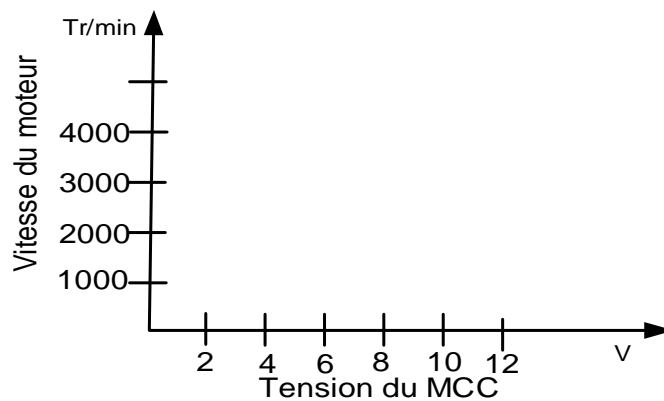


Fig. 6.4.

5. Réduisez la vitesse du moteur à zéro. Augmentez lentement la vitesse et mesurez la tension d'entrée du moteur à courant continu et la fréquence de la sortie "A" de l'encodeur, dessinez un graphe en utilisant le format indiqué à la figure 6.4.
6. Répétez l'étape 5, et replier le tableau ci-dessous.
7. Exprimer la relation entre les tensions du moteur et du convertisseur N/A Fig. 6.5, Vérifiez la linéarité expliquer a quelle conditions la non linéarité est apparaître.

La tension du moteur	Les 8 bits de la conversion A/N								Valeur décimale
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0.0V									
0.5V									
1V									
1.5V									
2V									
2.5V									
....									
.....									

8. Réglez l'entrée du moteur sur 10V. Ajustez la référence-V du convertisseur N/A de sorte que le compteur analogique indique 5V. Réinitialiser l'entrée du moteur sur CV.

9. Augmentez l'entrée du moteur d'un incrément de 1V et mesurez la sortie du convertisseur N/A et tracez un graphe. Vérifiez si la sortie est linéaire par rapport à la tension d'entrée du moteur. Si non expliquer pourquoi.

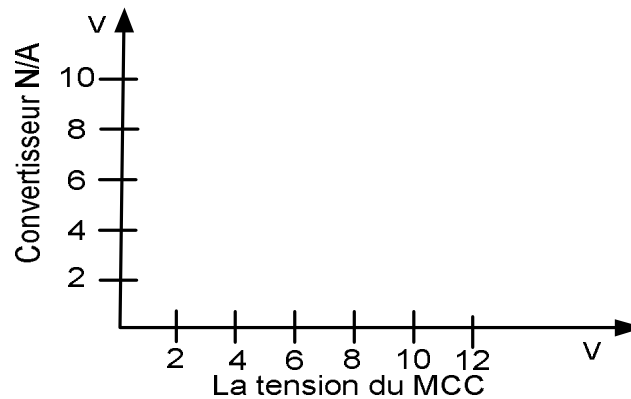


Fig.6.5.

### [Notes]

1. Un encodeur rotatif, ou un capteur tachymétrique, est utilisé pour détecter la vitesse et la direction d'une machine tournante. Pour améliorer la résolution de détection le codeur émet 100 impulsions par tour. Une impulsion d'index zéro est également fournie et est utilisé pour déterminer le sens de rotation.
2. Lorsque la tension d'entrée du moteur est ajustée pour faire varier la vitesse du moteur, il convient de considérer qu'il existe une tension morte en dessous de laquelle un moteur ne démarrera pas. La tension morte n'est pas constante pour un moteur donné, mais varie en fonction de la charge.
3. Un codeur rotatif fournit deux impulsions (A et B) avec une différence de phase de 90 degrés, le sens de rotation est déterminé en évaluant la différence de phase (A-> B. Ou B-> A). Les informations de phase détectées sont traitées via un circuit logique, ou une bascule JK.
4. Si les sorties du capteur sont converties au format numérique. Les ordinateurs peuvent être utilisés pour contrôler le processus ou gérer les données. Toutefois, au cas où la régulation est en boucle fermée doit être un signal analogique, un convertisseur N/A est nécessaire pour la conversion.

## 7-TP07 Capteurs de Pression, proximité et effet Hall

### But du TP

Étudier les caractéristiques d'un capteur de pression de type semi-conducteur et d'un circuit de pressostat électronique. Comprendre le principe de fonctionnement et l'application d'un capteur de Hall.

### 1. Capteur de pression

#### A- Rappelles Théoriques

Le dynamomètre d'une balance électronique est essentiellement un capteur de pression. L'intérêt principal de cette section est un capteur de pression de type semi-conducteur utilisé pour mesurer la pression des gaz.

#### B- Caractéristiques principales du capteur

- 1- Plage de pression de mesure :  $0 \sim 1 \text{ kg/cm}^2$
- 2- Pression maximale : Deux fois la plage de pression nominale
- 3- Sortie en V :  $1 \sim 5 \text{ V}$  (sortie analogique)
- 4- Gaz détectables: gaz non corrosifs
- 5- Précision de détection : Moins de 3% de la pleine échelle
- 6- Caractéristiques de l'hystérésis : Moins de 2% à la pression nominale
- 7- Dimensions. 25(W)x30(H)x55(L) mm

#### C- Considérations lors de l'utilisation du capteur de pression:

- 1- Ne pas appliquer une pression supérieure aux spécifications. La sortie du point ON/OFF est réglée sur  $1 \text{ kg/cm}^2$ , ce qui correspond à la pression maximale pouvant être supportée. Par conséquent, lorsque le voyant LED **Det** s'allume, n'appliquez pas plus de pression.
- 2- La sortie du capteur est un signal analogique. Le point ON/OFF utilisé pour piloter le voyant **Det**.
- 3- Assurez-vous qu'aucun autre objet que de l'air ne pénètre à l'entrée du capteur
- 4- Utilisez uniquement le compresseur à main fourni avec le système.
- 5- Fermez la couverture du capteur lorsque vous ne l'utilisez pas.

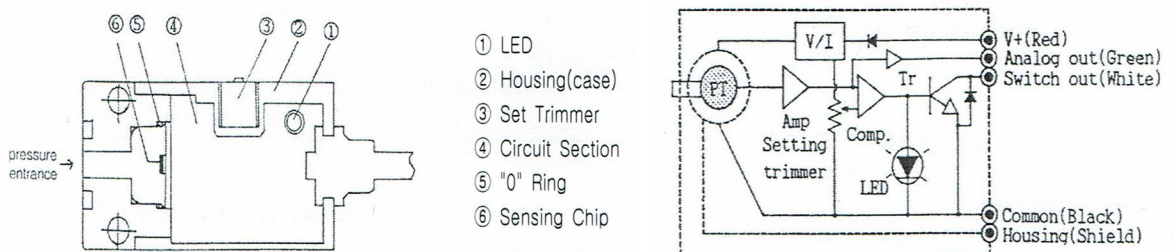


Fig.7.1 La construction de capteur de pression

## II- MANIPULATION

### Matérielles requis

Unité de conversion CU-6802

Oscilloscope

Unité de capteur SU-6804



### Procédure d'expérimentation

1. Lorsque l'unité d'ampli OP est hors tension, configurez l'équipement comme indiqué à la figure 7-2. Retirez le couvercle à l'entrée de pression du capteur et connectez le compresseur à main.
2. Conservez les trois commutateurs de capteur et le moteur hors tension, mettez l'unité OP sous tension. Réglez le OFFSET du BIAS sur "0".
3. Tournez l'entrée d'air du capteur de pression de sorte qu'il n'y ait pas d'accumulation de pression dans le compresseur à main. Allumez le capteur de pression.
4. Comprimez l'air à l'aide du compresseur à main jusqu'à ce que le multimètre indique 3V de sortie analogique du capteur.
5. Vérifiez le voyant "+" de la sortie du comparateur. Il devrait être allumé. Tournez la polarisation sur +15V pour que le voyant "-" soit allumé.
6. Augmentez la pression avec le compresseur à main. Au fur et à mesure que la pression augmente, le voyant LED revient au "+".
7. Réduisez la pression en tournant l'entrée d'air. Augmentez la pression jusqu'à ce que le voyant "Det" de l'unité de détection s'allume. En maintenant la pression inchangée, ajustez la polarisation du comparateur jusqu'à ce que le voyant "+" s'allume. Définissez la pression à ce stade en  $\text{kg/cm}^2$ . Complétez la Figure 7-3.

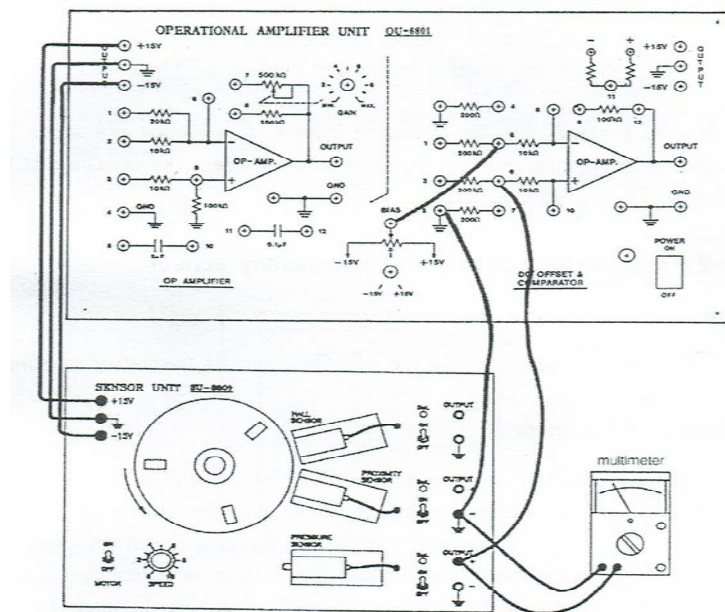


Fig.7.2 Schéma de connexion d'un capteur de pression.

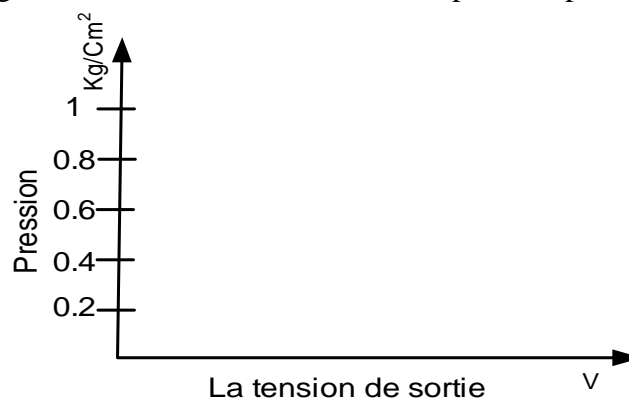


Fig.7.3 La tension générée par le capteur de pression.

[Note] Notez que l'entrée est appliquée à l'entrée non inverse et que la référence est appliquée à l'entrée inverse du comparateur. Par conséquent, le voyant "+" ne s'allume que lorsque l'entrée est supérieure à la référence. Sinon, le voyant "-" sera allumé.

## 2. Capteur de proximité

### I- Rappelles Théoriques

Un détecteur de proximité détecte la présence d'un objet et génère un signal sans contact direct avec celui-ci. Dans un sens plus large, un capteur à ultrasons peut être considéré comme un détecteur de proximité. Un détecteur de proximité peut être classé en tant que type oscillant ou induit. Une autre façon de classer un commutateur de proximité en un type de capacité ou un type d'inductance.

Ce qui suit est un résumé des spécifications du capteur utilisé dans cette expérience.

- Capteur SU-68091
- Distance de détection 5mm
- Taille de l'objet détectable minimum 25x25 \* 1 (épaisseur) mm
- Matériel détectable. matériau magnétique.
- La distance de détection sera réduite pour un matériau non magnétique.
- Réponse en fréquence 500Hz
- Hystérésis moins de 10% de la distance de détection typique
- Tension d'entrée 2 DC 12 ~ 24V
- Courant de sortie 3 DC 200mA max.
- Dimensions: 17x17x35mm

Considérations relatives à l'utilisation d'un capteur de proximité:

- 1- La plage de détection diminue lorsque l'objet cible devient plus petit. Si l'objet est trop petit, il n'est pas possible de le détecter.
- 2- Lorsque d'autres objets métalliques se trouvent autour de la cible, la probabilité d'une détection erronée augmente. En outre, la sensibilité de détection devient faible.
- 3- Lors de l'installation d'un capteur de proximité, évitez les endroits où des parasites électriques ou des signaux d'interférence sont présents.
- 4- Protégez la sortie du bruit en cas de forte humidité ou de variations de température importantes, envisagez de réduire la plage de détection.

## II- MANIPULATION

### Matérielles requis

Unité de conversion CU-6802	Oscilloscope
Unité de capteur SU-6804	

### Procédure d'expérimentation

1. Le capteur étant hors tension, raccordez le capteur comme indiqué à la Figure 7.5., conserver l'interrupteur du moteur ainsi que les trois interrupteurs de capteur désactivés.
2. Réglez la vitesse du moteur sur "0" et activez le commutateur de proximité.
3. Placez les objets à détecter près du bord du disque en rotation 3 et mettez le moteur en marche. Tournez le bouton SPEED lentement dans le sens des aiguilles d'une montre et voyez 1

si le bouton **Det** La LED s'allume lorsque les objets passent devant le capteur de proximité. Pour quel type d'objet la LED s'allume?

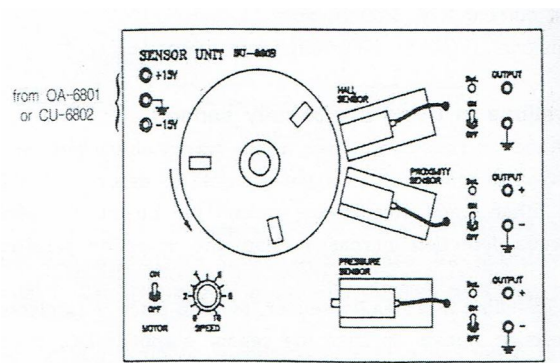


Fig.7.5 La tension générée par le capteur de pression.

4. Arrêtez le moteur lorsque l'objet en fer s'aligne sur le capteur de proximité. Augmentez la distance entre le capteur et l'objet et recherchez la distance de détection maximale.

### 3. Capteur a effet Hall

#### Rappelles Théoriques

La sortie d'un capteur de Hall peut être traitée pour indiquer la présence ou l'absence d'un champ magnétique ou pour indiquer la force du champ. Les deux applications sont traitées dans cette section.

#### Spécifications du capteur

- 1- Type: THS119
- 2- Matériau: GaAs
- 3- Tension Hall : 55 ~ 140mV (5mA, 1kG)
- 4- Résistance d'entrée : 450Ω ~ 900Ω
- 5- Linéarité : 2% max.
- 6- Coefficient de température de la tension Hall : -0,06% ° C max.
- 7- Courant maximum: 10mA

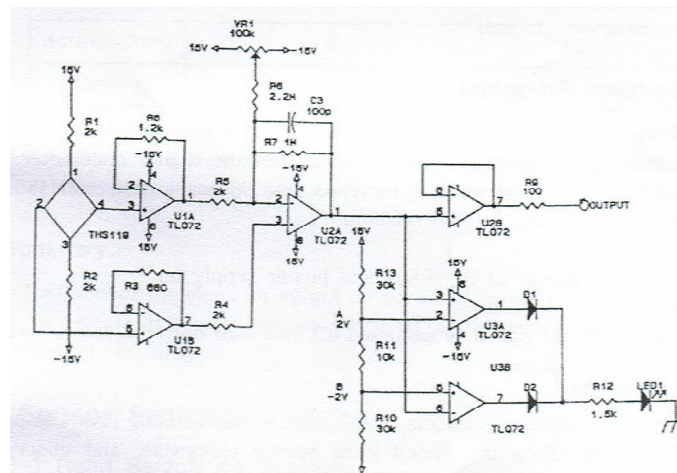


Fig. 7-6 Le schéma interne du capteur à effet Hall.

Les alimentations +15V et -15V sont connectées au capteur via une résistance de 2 kΩ respectivement. Par conséquent, lorsque la résistance interne du capteur est de 750Ω, le courant d'alimentation serait,

➤ U1 sert de tampon entre le capteur et l'amplificateur de l'étage suivant.

- U2A est l'amplificateur de tension Hall avec le gain de tension de, et U2B sert de tampon de sortie.
- U3 est un comparateur pour piloter des LED. Les entrées de référence, A et B, sont réglées sur +2V. Comme le gain de l'amplificateur de tension est de 500, la LED1 s'allume lorsque la tension de Hall VH dépasse  $2/500=4$  mV. Si la sortie Hall du capteur est de 100mV/kG, le champ magnétique détectable qui allumera la LED est de  $2/100kG=20$ Gauss.

## II- MANIPULATION

### Matérielles requis

alimentation	Oscilloscope
Unité de capteur SU-6809	Barre aimantée 1 chacun

### Procédure d'expérimentation

1. Lorsque l'OU-6801 est sous tension et que l'alimentation est hors tension, connectez l'équipement comme indiqué à la Figure 7-7. Gardez tous les interrupteurs, l'interrupteur du moteur et les trois interrupteurs du capteur en position OFF.
2. Mettez la OU-6801 et l'alimentation sous tension.
3. Réglez la vitesse du moteur sur minimum (0) et activez uniquement le commutateur d'alimentation du capteur à effet Hall.

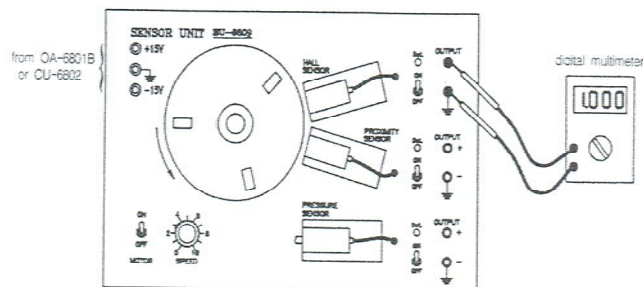


Fig. 7-7. Schéma de connexion.

4. Placez les objets de détection sur le bord du disque en rotation et allumez le moteur. Tournez lentement le bouton de vitesse dans le sens des aiguilles d'une montre et observez le moment où le voyant s'allume. Expliquez quel type de matériau a provoqué l'allumage de la LED.
5. Arrêtez le disque lorsque le voyant est allumé et mesurez la tension de sortie.
6. Alignez un aimant sur le capteur de Hall. Modifiez la distance entre l'aimant et le capteur et mesurez la tension de sortie à chaque distance, comme indiqué dans le tableau suivant. Si nécessaire, détachez l'aimant du disque pour conserver la distance.

Distance (mm)	3	6	9	12	15
Sortie (V)					

7. Répétez l'étape 6 avec un barreau aimanté. Inversez la polarité de l'aimant par rapport au capteur et observez le changement de sortie.