

République Algérienne Démocratique et Populaire ministère de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun de TIARET

جامعة
ابن خلدون
تيارت

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

Polycopié de travaux pratiques

Régulation Industrielle

Présenté par : Dr. BELFEDHAL Abdelkader Seifeddine

Maitre de conférences classe B

Expertisé par :

Pr. ALLAOUI Tayeb

Pr. LARIBI Souad

MARS 2025

Table des matières

TP01 : Introduction à l'identification des systèmes dans le domaine fréquentiel

1. Objectifs	3
2. Montage	3
3. Réglage de l'oscilloscope	3
4. Travail demandé.....	4

TP02 : Analyse Fréquentielle d'un Système 2ème Ordre

1. Objectifs	7
2. Montage	7
3. Réglage de l'oscilloscope	7
4. Identification et mesures	8

TP03 : ASSERVISSEMENT DE VITESSE

1. Objectifs	12
2. Matériels utilisés	12
3. Montage	12
4. Manipulation :	13
La méthode de Ziegler-Nicols	14
La méthode des réglages des dépassements : K_p : 80%, T_d : 0%, T_i : 5%	14
La méthode des Allemands	14
Travail demandé.....	15
Réponse du système en Boucle Ouverte (avant le réglage)	15
Réponse du système en Boucle Fermée (après le réglage empirique du correcteur PID)	15

TP04 : Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre

1. Objectifs	17
2. Boucle d'asservissement	17
3. Ajustement des paramètres du régulateur (Réglage empirique)	18
4. Expérience :	18
Asservissement du système de premier ordre en boucle fermée avec : $K_S=1.0$, $T_1/S=0.1$, type : 1er ordre.....	18
Asservissement du système de premier ordre en boucle fermée avec : $K_S=1.0$, $T_1/S=0.3$, type : 1er ordre.....	19
Asservissement du système de premier ordre en boucle fermée avec : $K_S=1.5$, $T_1/S=0.1$, type : 1er ordre.....	19

TP05 : Capteur de Température PT100

1. But du TP :	21
2. Préparation théorique :	21
3. MANIPULATION :	21
3.1 Equipements nécessaires :	21
A/Caractéristique R vs T du PT100.....	22
B/ Circuit de transduction du PT100	22

TP 06 : Capteur de température « Thermistance »

1. But du TP :	25
----------------------	----

2.Préparation théorique : les thermistances	25
3.Manipulation	25
A/Equipements nécessaires	25
B/Manipulation :.....	25

TP 07 : Capteur de Pression

1.But du TP :	28
2.Préparation théorique :	28
3.Description du circuit expérimental	28
4. MANIPULATION :	28
4.1 Equipements nécessaires :	29
4.2. Montage expérimental :.....	29
A/Caractéristique de capteur de Pression	29
B/L'application du capteur de pression	29

TP 08 : Détecteur de niveau Application : contrôleur de niveau

1.But du TP :	33
2. Manipulation	33
A/Equipements nécessaires	33
B/Manipulation :.....	33

Introduction

Ce polycopié de travaux pratiques donne les éléments de base nécessaires à la compréhension de la régulation industrielle. Il s'adresse aux étudiants de la troisième année préparant la licence en électrotechnique.

Fonctionnement général Organisation du cycle

Le cycle de TP se déroule sur 8 séances (Laboratoire d'asservissement). Il comprend 8 manipulations de 1h 30 min pour chacune.

Les différentes manipulations sont décrites par la liste ci-dessous.

LISTE DES MANIPULATIONS

TP 1 Introduction à l'identification des systèmes dans le domaine fréquentiel.

TP 2 Analyse Fréquentielle d'un Système 2ème Ordre.

TP 3 Asservissement de vitesse.

TP 4 Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre.

TP 5 Capteur de Température PT100.

TP 6 Capteur de température « Thermistance ».

TP 7 Capteur de Pression

TP 8 Détecteur de niveau « Application : contrôleur de niveau »

Notation

Chaque manipulation donne lieu à un compte-rendu par groupe à rendre, et qui fera l'objet d'une note qui prend en compte la préparation (contrôlée en début de séance), la participation des étudiants au déroulement du TP, les résultats obtenus et leur interprétation. La moyenne des 8 notes obtenues (une par TP) constituera la note finale associée à ce cycle d'enseignement.

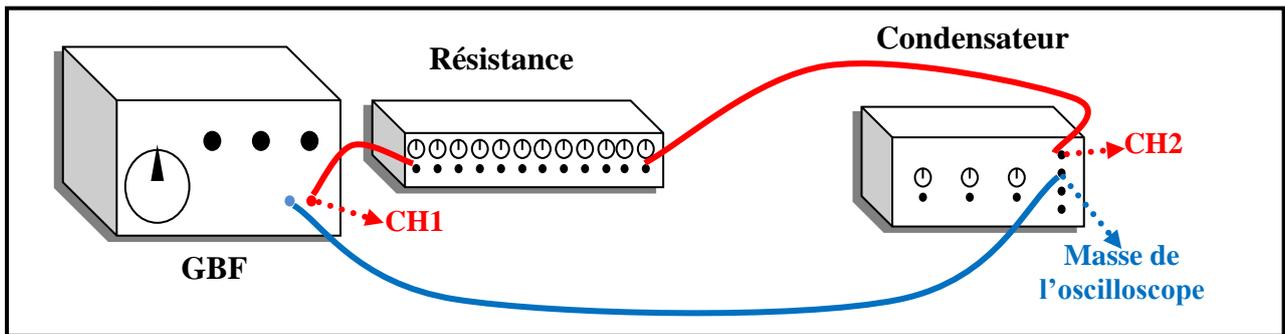
En cas d'absence prévisible et préalablement justifiée par la direction des études lors d'une séance, les étudiants doivent impérativement prévenir l'enseignant qui les encadre. Les absences injustifiées donnent lieu à un zéro pour la séance concernée, sans aucune possibilité de rattrapage. De plus, tout retard non justifié à une séance entrainera la pondération de la note obtenue par l'étudiant à cette séance par un coefficient égal au prorata de la présence de l'étudiant durant la séance.

**TP01 : Introduction à l'identification des systèmes dans le
domaine fréquentiel**

TP01 : Introduction à l'identification des systèmes dans le domaine fréquentiel

1. Objectifs : Ce TP simplifié permet d'apprendre l'utilisation de l'oscilloscope numérique ; ainsi que l'identification de la fonction de transfert d'un système du premier ordre dans le domaine fréquentiel en utilisant le diagramme de Bode.

2. Montage :

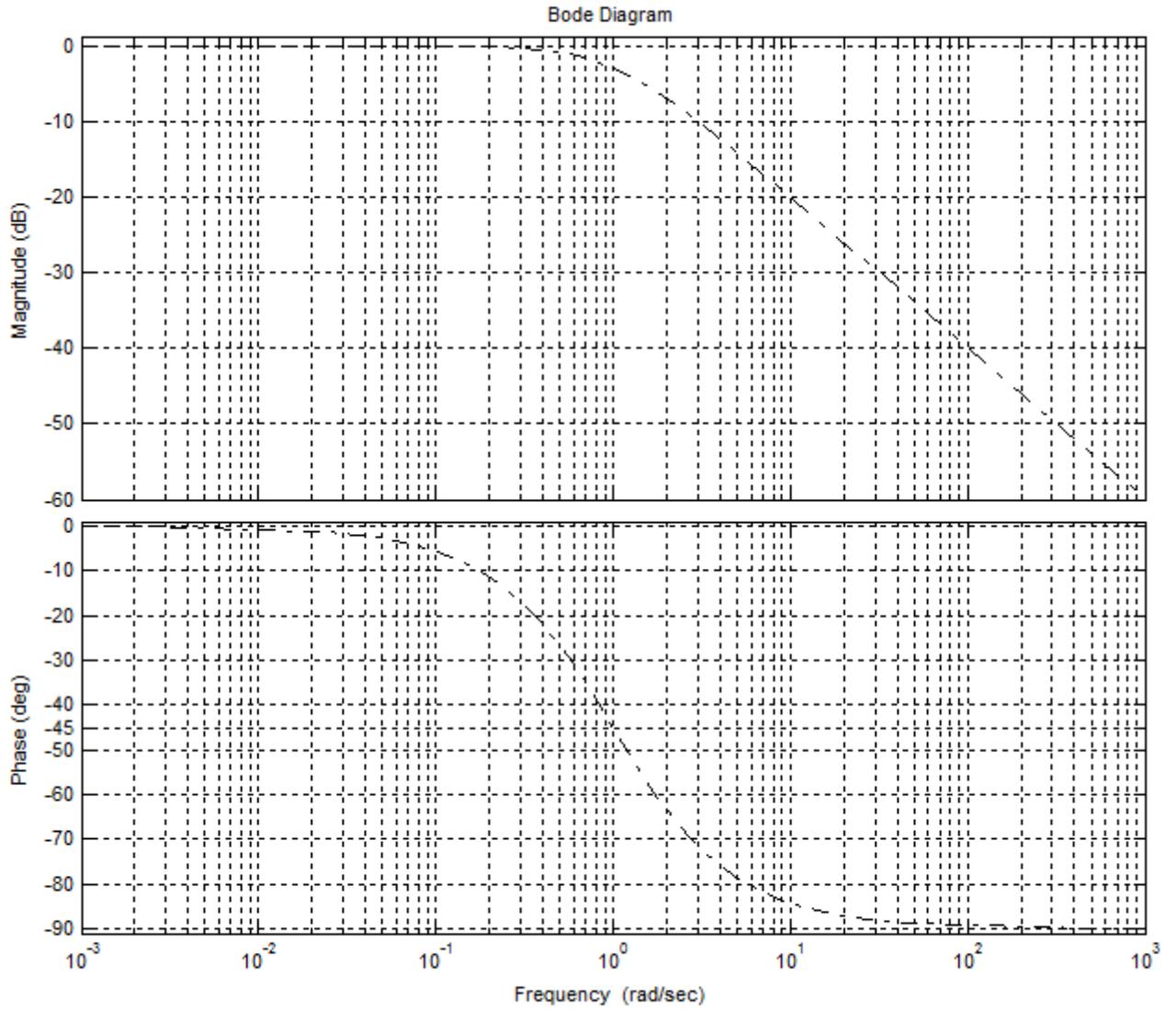


Calibre des sondes : **x10**

3. Réglage de l'oscilloscope :

- Cliquez sur le bouton bleu **AUTOSET** pour effacer la configuration actuelle de l'oscilloscope.
- Cliquez sur le bouton **CH1** pour régler la façon d'effectuer des mesures avec le 1^{er} canal.
 - Avec la touche **F1** régler le couplage sur : **COUPLAGE : ~**
 - Avec la touche **F2** arrêter l'inversion du signal : **INVERSION : ARRET**
 - Avec la touche **F3** arrêter la limitation de la bande passante : **LIMITA.BF : ARRET**
 - Avec la touche **F4** calibrer la sonde sur : **SONDE : x10**
- Cliquez sur le bouton **CH2** et effectuer le réglage du 2^{ème} canal de la même manière.
- Réglez la position des axes verticaux des deux canaux au centre de l'écran par le biais du bouton **POSITION** au-dessus des boutons **CH1** et **CH2**; en variant cette position, un message rouge s'affiche en bas de l'écran à gauche nous indiquant la valeur actuelle de l'axe, cette valeur doit être nulle : **Position (1) =0.00V** et **Position (2)=0.00V**
- Calibrez les deux canaux avec le bouton **CALIBRE** au-dessus des deux boutons **CH1** et **CH2** sur une valeur de **~ 1V** ; cette valeur se lit directement en bas-gauche de l'écran.
- Réglez la base du temps par le bouton **TIME/DIV** sur **5ms**, et la position de l'axe du temps par le bouton **POSITION** à **0.000s**. Ces deux informations se lisent au contre-bas de l'écran.
- Cliquez sur le bouton **MESURE** pour configurer la table de mesure.
- Pour régler la première mesure, cliquez sur le bouton **F1**.
 - Avec le bouton **F1** réglez la première mesure sur **SOURCE1 :CH1**

TP01 : Introduction à l'identification des systèmes dans le domaine fréquentiel

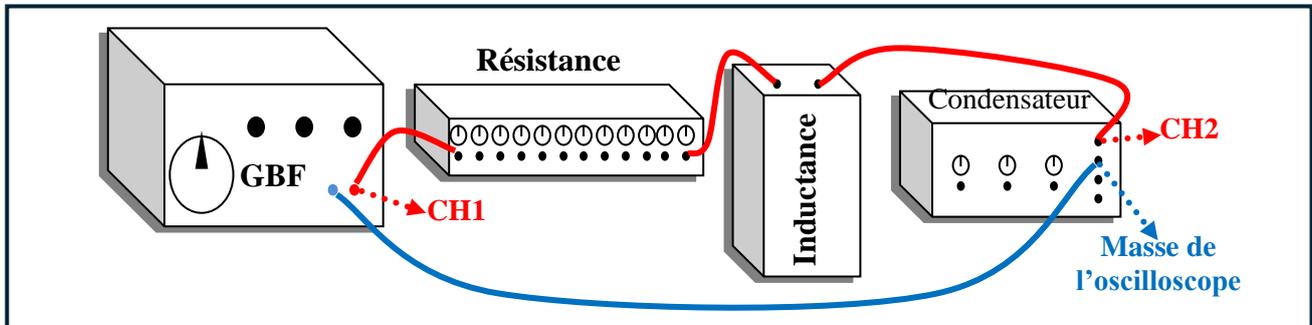


TP02 : Analyse Fréquentielle d'un Système 2ème Ordre

TP02 : Analyse Fréquentielle d'un Système 2^{ème} Ordre

1. Objectifs : Ce TP a pour objet l'identification de la fonction de transfert d'un système du 2^{ème} ordre en se basant sur le diagramme de Bode.

2. Montage : Assemblez le circuit suivant :



Résistance : 100 Ω , Inductance : 6 Ω – 15 mH, Condensateur : 34,1 nF, Calibre des sondes : x10

- Allumez le Générateur de Basse Fréquence GBF, et l'oscilloscope.

3. Réglage de l'oscilloscope :

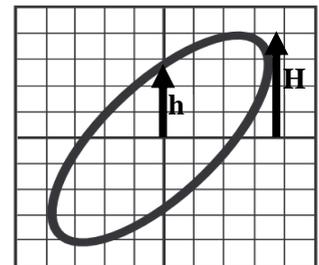
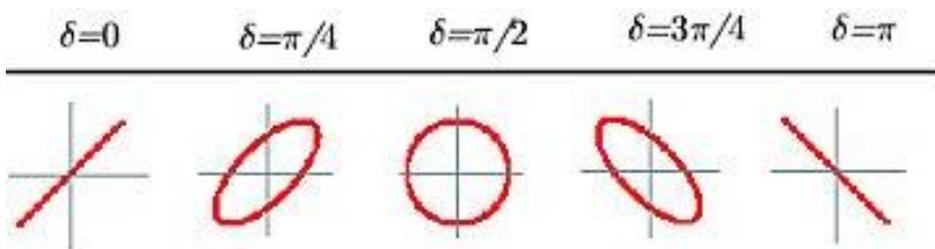
- Cliquez sur le bouton bleu **AUTOSET** pour effacer la configuration actuelle de l'oscilloscope.
- Cliquez sur le bouton **CH1** pour régler la façon d'effectuer des mesures du 1^{er} canal.
- Avec la touche **F1** régler le couplage sur : **COUPLAGE : ~**
- Avec la touche **F2** arrêter l'inversion du signal : **INVERSION : ARRET**
- Avec la touche **F3** arrêter la limitation de la bande passante : **LIMITA.BF : ARRET**
- Avec la touche **F4** calibrer la sonde sur : **SONDE : x10**
- Cliquez sur le bouton **CH2** et effectuer le réglage du 2^{ème} canal de la même manière que celle précédente.
- Réglez la position de l'axe vertical du 1^{er} canal au centre de l'écran par le biais du bouton **POSITION** au-dessus du bouton **CH1** ; en variant cette position, un message rouge s'affiche en bas de l'écran à gauche nous indiquant la valeur actuelle de l'axe, cette valeur doit être nulle : **Position(1)=0.00V**
- Calibrez le 1^{er} canal avec le bouton **CALIBRE** au-dessous du bouton **CH1** sur une valeur de **CH1~1V** ; cette valeur se lit directement en bas-gauche de l'écran.
- De même, pour le réglage de position de l'axe et du calibre du canal **CH2**
- Réglez la base du temps par le bouton **TIME/DIV** sur **5ms**, et la position de l'axe du temps par le bouton **POSITION** à **0.000s**. Ces deux informations se lisent au contre-bas de l'écran.
- Cliquez sur le bouton **MESURE** pour configurer la table de mesure.
- Pour régler la première mesure, cliquez sur le bouton **F1**.
- Avec le bouton **F1** réglez la première mesure sur **SOURCE1 :CH1**
- Avec le bouton **F2** réglez la seconde mesure sur **SOURCE2 :CH2**
- Avec le bouton **F3** réglez le type de mesure sur **TYP.TEMPS**

- Avec le bouton **F4** réglez la mesure sur **FREQUENCE**
- Appuyez sur le bouton **F5** pour revenir à la table de mesure.
- De même pour le réglage de la 2^{ème} mesure, cliquez sur le bouton **F2** : **SOURCE1 :CH1**, **SOURCE1 :CH2**, **TYP.RETARD**, **RETARD PMM**.
- Pour la 3^{ème} mesure, cliquez sur le bouton **F3** : **SOURCE1 :CH1**, **SOURCE1 :CH2**, **TYP.TEMPS**, **PERIODE**.
- Pour la 4^{ème} mesure, cliquez sur le bouton **F4** : **SOURCE1 :CH1**, **SOURCE1 :CH2**, **TYP.TENSION**, **Vmax**.
- Pour la 5^{ème} mesure, cliquez sur le bouton **F5** : **SOURCE1 :CH1**, **SOURCE1 :CH2**, **TYP.TENSION**, **Veff**.
- Réglez le GBF sur : fréquence : 1, Calibre : x10², forme : ~, Vmax1 : 2.00V

4. Identification et mesures :

Sur l'écran de l'oscilloscope, vous voyez un signal bleu superposé avec le signal jaune. Le système RLC est du 2^{ème} ordre, dont le signal de sortie (signal bleu) peut être en retard par rapport au signal d'entrée (signal jaune) entre 0° et 180°.

Pour retrouver la bonne plage de mesure qui vous permet de faire une bonne identification, vous devez retrouver la fréquence centre relative à un déphasage de -90°. Ceci peut se faire au mieux par calcul du ratio retard/période, ou très rapidement par la méthode de Lissajous en travaillant sur le mode XY.



- Pour les fréquences qui donnent un déphasage entre (0°) et (-90°), on applique la formule
$$\varphi = -\arcsin\left(\frac{h}{H}\right)$$
- Pour les fréquences qui donnent un déphasage entre (-90°) et (-180°), on applique la formule
$$\varphi = -180 + \arcsin\left(\frac{h}{H}\right)$$
- Appuyez sur le bouton **HORI.MENU**, puis sur le bouton **F5** pour dessiner en mode XY.
- En variant la fréquence du GBF, vous devez retrouver un h=H, qui donne un déphasage de **-90°**. Si rien ne se passe, remettez la fréquence sur 1, et changez le calibre sur x10³. Dans le cas où la taille du cercle deviendra plus grande que la taille de l'écran, changer les calibres des deux canaux pour retrouver le bon dessin.

TP02 : Analyse Fréquentielle d'un Système 2^{ème} Ordre

- Cliquez sur le bouton **CURSOR**, mettez la source de mesure sur **CH2**, puis faites la mesure verticale en cliquant sur **VERTICALE**, et avec le bouton **VARIABLE** placez les lignes de mesure sur la position h et H.
- Portez ces deux valeurs sur le tableau de la fiche de réponse.
- Cliquez sur le bouton **HORI.MENU**, puis sur le bouton **F1 : PRINCIPALE** pour afficher les mesures en fonction du temps.
- Cliquez sur le bouton **MESURE** pour voir la table de mesure.
- Avec les boutons **CALIBRE :CH1**, **CALIBRE :CH2** et celui de la base du temps **TIME/DIV**, ajustez le dessin pour retrouver une bonne mesure.
- Remplissez le tableau de la fiche de réponse, avec :
- $$\varphi(^{\circ}) = \frac{-\text{RetardPMM}}{\text{Période}} \cdot 360 \quad ; \quad G(\text{dB}) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{V2_{\text{max}}}{V1_{\text{max}}} \right)$$
- Pour retrouver $\varphi = -45^{\circ}$ et $\varphi = -135^{\circ}$, passez au mode XY pour retrouver les résultats, puis au mode principal pour récupérer les mesures.
- Essayer de relever d'autres points de mesure pour bien dessiner le diagramme de Bode.
- Reporter la mesure de $G(f)$ et $\varphi(f)$ sur le diagramme de Bode

TP03 : ASSERVISSEMENT DE VITESSE

TP03 : ASSERVISSEMENT DE VITESSE

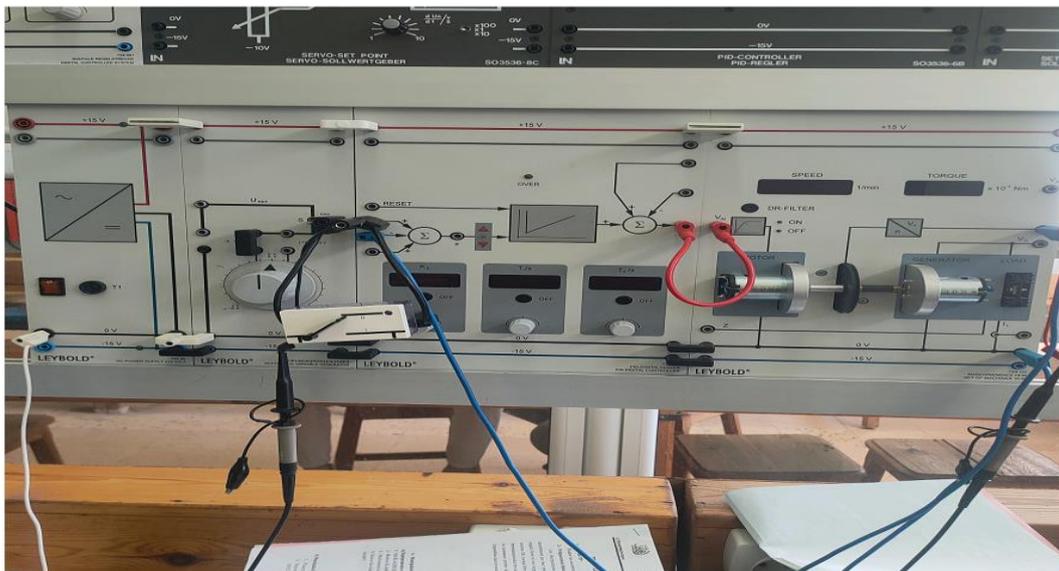
1. Objectifs :

Le but de ce TP est d'asservir la vitesse d'un moteur à courant continu, en ajustant le régulateur PID par une méthode empirique, et sans toutefois faire l'identification de la fonction de transfert du moteur.

2. Matériels utilisés :

Désignation	Référence		Quantité
Alimentation CC $\pm 15V$, +5V	DC Power Supply $\pm 15V$, 2A	SO3538-8D	1
Consigne 0... 10V / -10...+10V	Set Point Value	SO3536-5A	1
Régulateur PID	PID Controller	SO3536-6B	1
Amplificateur de puissance	Power Amplifier	SO3536-7Q	1
Moteur à courant continu	Motor Set	SO3536-8S	1
Oscilloscope numérique	Oscilloscope numérique	GDS-2204	1
Sondes pour oscilloscope	Sondes atténuatrices x1, x10		2
Commutateur marche/arrêt	Switch AUS/EIN	SO5123-7A	1

3. Montage :



Switch : 0 ... Uref \rightarrow 2^{ème} entrée du sommateur PID

Consigne (signal jaune sur l'oscilloscope) : **Sonde CH1 \rightarrow Sortie du switch**

Mesure (signal bleu sur l'oscilloscope) : Sonde CH2 → Capteur de vitesse (1V → 1000tr/min)

Masse commune : 0V du système → Masse de l'oscilloscope

Sondes CH1, CH2 : x10. CH1, CH2 de l'oscilloscope : Couplage : ==, Inversion : Arrêt, Limitation BP : Arrêt, Sonde : x10, Calibre : 1V/div, Position d'axe 0V : placer sur la 3^{ème} ligne en bas (par rapport au centre de l'écran).

Base du temps : 100ms, Position de l'axe 0s : placer sur la 4^{ème} ligne à gauche (par rapport au centre de l'écran).

4. Manipulation :

- Assembler le circuit.
- Au début, débrancher l'entrée du moteur, et placer la sonde CH2 au niveau de la sortie de l'amplificateur de puissance.
- Régler le trigger sur : Type : Front, Source : CH1, Mode : Auto.
- Fermer le commutateur marche/arrêt (switch sur la position EIN).
- Avec le bouton de la consigne, régler sur l'oscilloscope (signal rouge) une entrée de 5V.
- Initialement le réglage s'effectue en boucle ouverte, régler un $K_p=1$ sur le régulateur PID ; le signal de commande doit se superposer avec la consigne.
- Ouvrir le commutateur marche/arrêt (switch sur la position AUS).
- Maintenant le gain du régulateur égale à 1 ; comme si le régulateur n'est pas branché. Rebrancher l'entrée du moteur, et placer la sonde CH2 au niveau du capteur de vitesse.
- Changer le réglage du trigger en Mode : Normal, et un level (niveau de déclenchement de la mémoire) comprise entre 1V et 4V.
- Activer le switch pour faire un scan du régime transitoire du système, cliquer sur le bouton RUN/STOP de l'oscilloscope pour figer la réponse sur l'écran de l'oscilloscope. Puis, désactiver le switch pour arrêter le système afin de préserver le système en bon état, et en même temps, minimiser le bruit.

Mesurer le temps de réponse ; le gain statique et l'erreur statique.

- Recopier ce comportement naturel du moteur en boucle ouverte sur la feuille de réponse.
- Cliquer une 2^{ème} fois sur le bouton RUN/STOP pour dégeler l'écran de l'oscilloscope.
- Brancher un fil de retour (feed-back) entre la mesure et l'entrée négative du régulateur.

Plusieurs méthodes de réglage empirique du régulateur PID existe telle que la méthode de Ziegler-Nicols, la méthode des Allemands et la méthode 80-0-5.

La méthode de Ziegler-Nicols :

Cette méthode est basée sur le point de stabilité critique (premier passage en instabilité). Pour faire, il faut fixer les deux valeurs critiques K_u (gain critique) et P_u (période critique). Par définition, ce sont les gains qui provoquent des oscillations continues. On se réfère au tableau ci-dessous :

	K_P	T_I	T_D
P	$0.5 * K_u$	/	/
PI	$0.45 * K_u$	$P_u/1.2$	/
PID	$0.6 * P_u$	$P_u/2$	$P_u/8$

La méthode des réglages des dépassements : K_p : 80%, T_d : 0%, T_i : 5%.

Le principe de cette méthode consiste à faire différents essais afin de régler les différentes actions du régulateur PID. On désactive les actions (I) et (D) et en réglant la valeur de K_p (à partir de la valeur minimale), il faut retrouver un pic de 80% de la consigne sur la réponse. Par la suite, on garde cette valeur de K_p et on active l'action (D). Et on règle la valeur de T_D (à partir de la valeur minimale, on augmente la valeur) pour retrouver un pic de 0% c.a.d. lisser la courbe du signal de sortie (garder un seul pic) ; Vers la fin, on active l'action (I), on doit régler la valeur de T_I (à partir de $1 \times 1s$, on diminue la valeur) pour engendrer le premier pic dans une bande de $\pm 5\%$.

La méthode des Allemands :

Cette méthode consiste à déterminer le gain statique K_s en boucle ouverte, le temps de montée T_g (raise time, time delay) et le temps de retard ou temps mort (Dead time) en se référant au tableau :

	K_P	T_I	T_D
P	$0.7 * T_g/K_s$	/	/
PI	$0.45 * T_g/K_s$	$4 * T_u$	/
PID	$0.6 * T_g/K_s$	$2.4 * T_u$	$0.42 * T_u$

Travail demandé

Réponse du système en Boucle Ouverte (avant le réglage) :

Temps= _____, CH1= _____, CH2: _____

Temps de réponse initiale: _____, Temps de réponse après réglage : _____

Réponse du système en Boucle Fermée (après le réglage empirique du correcteur PID) :

Temps= _____, CH1= _____, CH2: _____

TP04 :
Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre

TP04 : Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre

TP04 : Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre

1. Objectifs :

Ce TP permettra de :

- ✓ Lier la théorie d'asservissement des systèmes avec sa pratique,
- ✓ Asservir un système de premier ordre en boucle fermée en utilisant un régulateur PI,
- ✓ Visualiser les différents signaux de la boucle d'asservissement,
- ✓ Dimensionner le régulateur PI par la méthode de compensation de pôle ou par la méthode d'apprentissage.

2. Boucle d'asservissement :

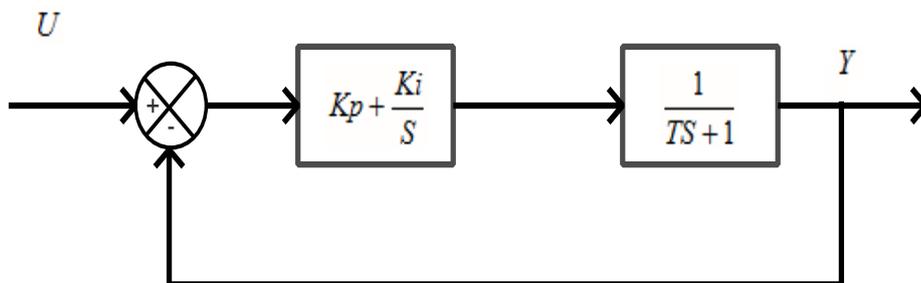


Figure 1. Schéma théorique d'un asservissement en boucle fermée

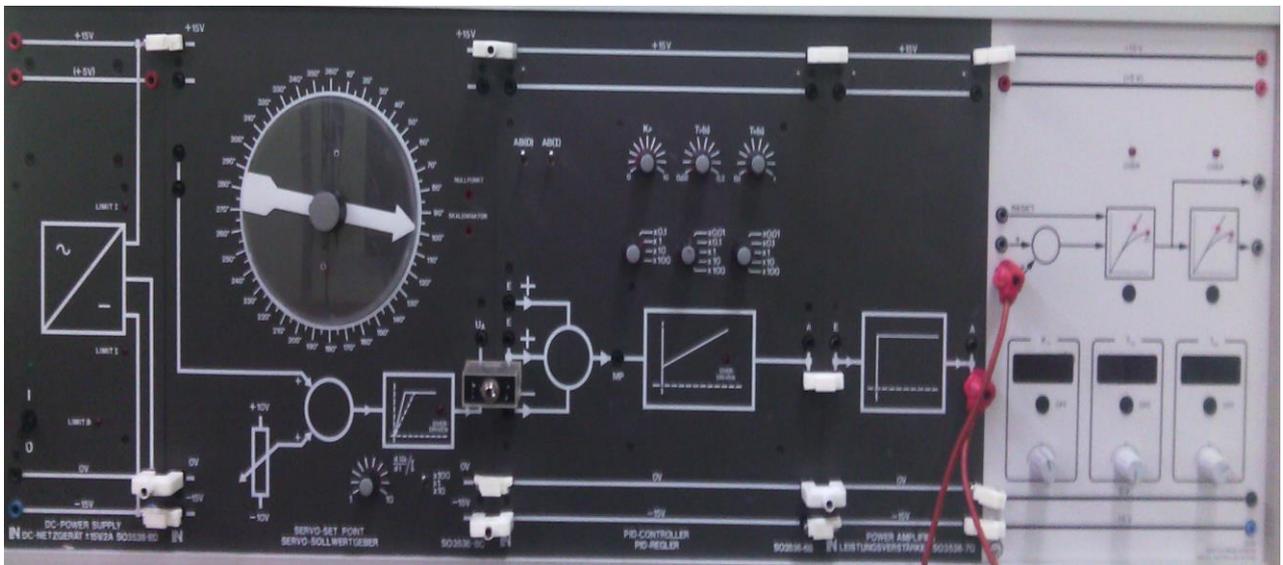


Figure 2. Représentation pratique d'un asservissement du système de 1^{ère} ordre.

TP04 : Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre

3. Ajustement des paramètres du régulateur (Réglage empirique) :

1. **Régulateur P** : augmenter K_P de façon à avoir un dépassement de 20% en boucle fermée.
2. **Régulateur P.I** : diminuer T_N afin d'avoir un dépassement de 20% et une erreur statique nulle.
3. Régulateur P.I.D: augmenter T_V pour obtenir le meilleur temps de réponse par rapport à $\pm 5\%$.

Remarque : Dépassement =
$$\frac{\text{Valeur du 1}^{\text{er}} \text{ pic} - \text{Valeur finale}}{\text{Valeur finale}}$$

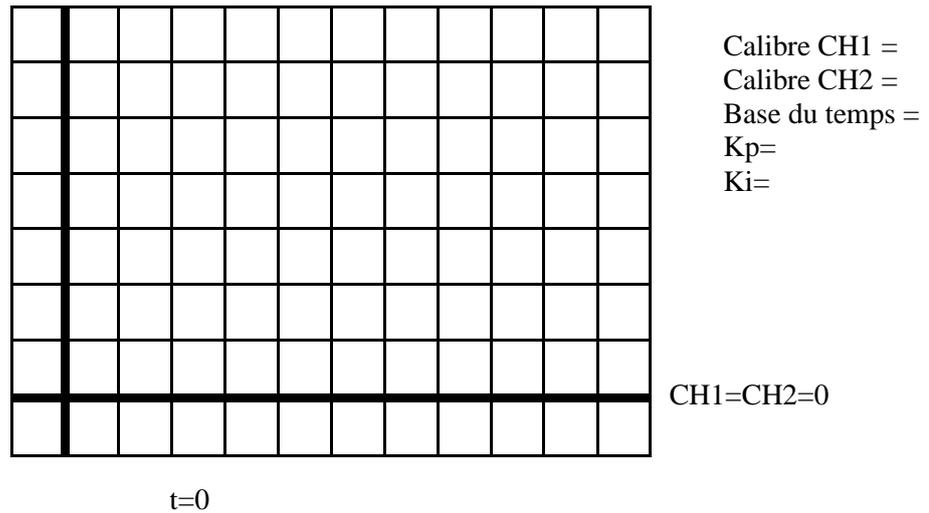
4. Expérience :

- Assembler le circuit représenté sur figure 2.
- Régler l'oscilloscope en captant le signal de la consigne et celui de la réponse.
 - o S1 = off, AB(D)=AB(I)=off (vers le haut)
 - o Contrôler la valeur de la consigne (W), $\alpha_1 = 0^\circ/360^\circ \rightarrow 0 \text{ V}$ (corriger si nécessaire avec le trimmer « ajusteur de zéro »). $\alpha_1 = 20^\circ \rightarrow 1 \text{ V}$ (corriger si nécessaire avec l'ajusteur de proportionnalité).
 - o placer la ligne zéro des deux axes CH1 et CH2 au-dessous de 3 lignes du centre de l'écran de l'oscilloscope.
 - o Base de temps = 100 ms/cm
 - o Placer la position de $t=0$ sur la 4^{ème} ligne sur la gauche du centre de l'écran.
 - o Entrée Y1 (1 V/cm ; DC) branchée sur la sortie de la consigne.
 - o Ajuster la tension de consigne $U_e = +4 \text{ V}$.
 - o Entrée Y2 (1 V/cm ; DC) branchée sur la sortie du de l'amplificateur de courant.
 - o Fermer l'interrupteur S1
 - o Régler $K_p=1$ avec l'oscilloscope.
 - o Vérifier sur la sortie que la sortie est toujours 4V
- Brancher le feedback et visualiser le signal de sortie.
- Ajuster le régulateur P.I.
- Capturer les mêmes signaux. Comparer et conclure ?
- Enregistrer le résultat sur la feuille de réponse.

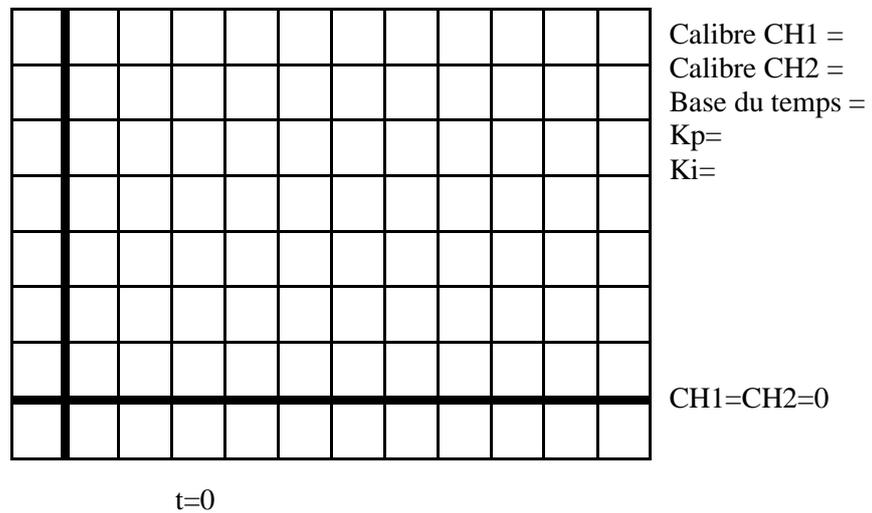
CH1 : Consigne, CH2 : Réponse

Asservissement du système de premier ordre en boucle fermée avec : $K_S=1.0$, $T_1/S=0.1$, type : 1er ordre

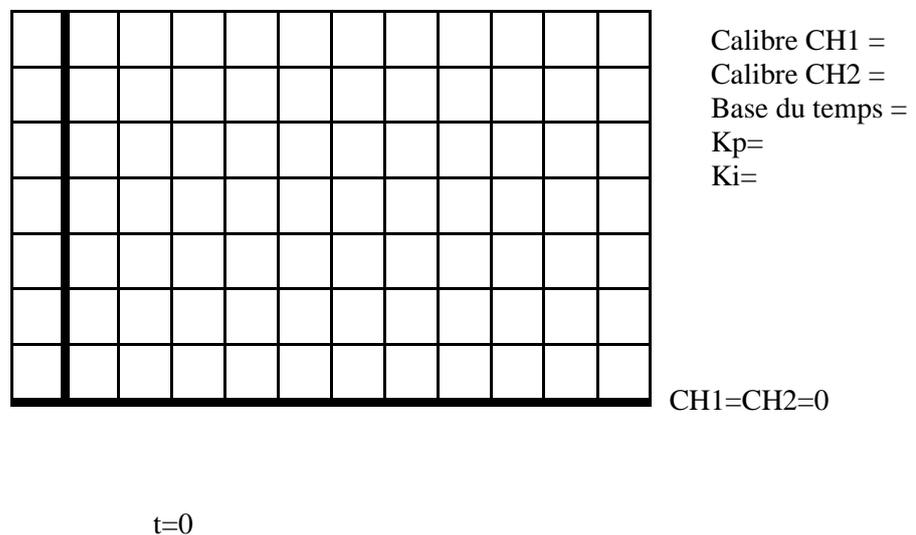
TP04 : Dimensionnement des régulateurs de type PI pour asservir un système du premier ordre



**Asservissement du système de premier ordre en boucle fermée avec : $K_S=1.0$, $T1/S=0.3$,
type : 1er ordre**



**Asservissement du système de premier ordre en boucle fermée avec : $K_S=1.5$, $T1/S=0.1$,
type : 1er ordre**



TP05 : Capteur de Température PT100

TP05 : Capteur de Température PT100

1. But du TP :

- Mesure de température avec un capteur
- Étudiez les caractéristiques d'un capteur de température PT100.
- Étudiez le circuit de transduction d'un PT100.

2. Préparation théorique :

Le RTD (détecteur de température à résistance) est une résistance bobinée avec un coefficient de température positif de résistance, La variation de la température modifiera sa résistance. En utilisant cette caractéristique, nous pouvons calculer la résistance à partir de la valeur de température actuelle.

Le métal utilisé comme RTD a généralement un coefficient de résistance à basse température, une stabilité élevée et une large plage de détection de température. **Le platine** est le matériau le plus couramment utilisé pour le RTD. **La sonde PT100** est une forme du RTD. Il est fait de fil de platine et a une résistance de 100 à 0 °C.

La Figure 1 montre un circuit de mesure de température RTD. Si un courant constant «I» est appliqué au RTD, la tension «V» aux bornes de ses deux bornes peut être mesurée. Puisque "T" est constant, nous pouvons utiliser l'équation $R = V / I$ pour calculer R_t . Enfin, calculez la température T à l'aide des équations suivantes.

Eq (1) $R_t = R_0(1 + \alpha T)$: La résistance de la sonde PT100 en fonction de Température

Avec $R_0 = 100 \Omega$ (résistance de la sonde PT100 à 0°C)

$\alpha : 0.00392$ (coefficient de température (ou sensibilité thermique) de la sonde de platine)

Si un courant constant **I** de 2,55 mA traverse le PT100, la chute de tension aux bornes du PT100 est:

$$V_t = I \times R_t = I \times R_0(1 + \alpha T)$$

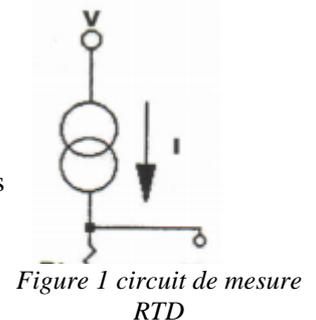
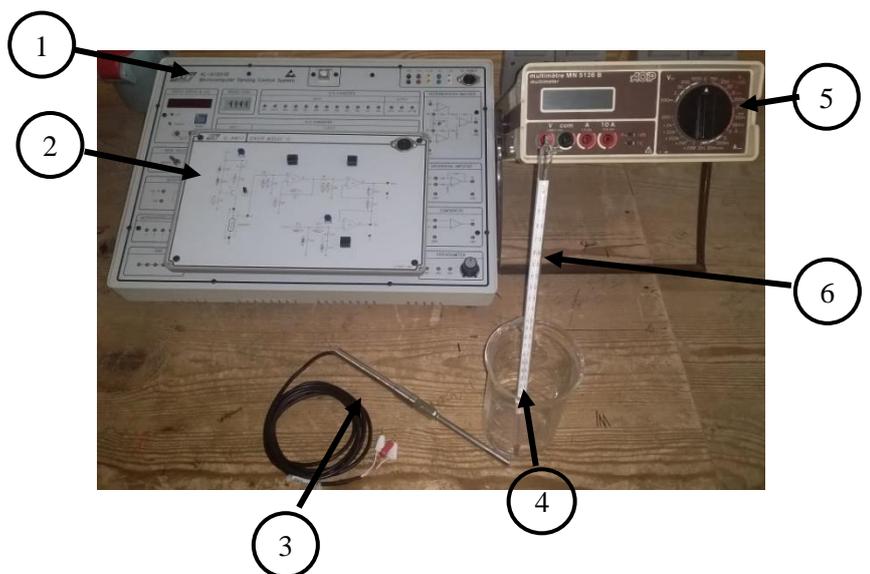
$$= 2,55 \times 100 (1 + 0,00392 T) = (255 + T) mV$$

Par conséquent, la tension V_t est proportionnelle à la température **T**. En d'autres termes, V_t peut être obtenue en additionnant le produit de T multiplié par mV au décalage de 255mV.

3. MANIPULATION :

3.1 Equipements nécessaires :

- 1 – Kite d'essai KL-61001B
- 2 - Module KL-64012
- 3 - PT100 avec tube de protection
- 4 – Tasse en plastique x 1
- 5 - Multimètre numérique
- 6 - Thermomètre



3.2. Montage expérimental :

A/Caractéristique R vs T du PT100

1. La résistance du PT100 est proportionnelle au changement de température. Utiliser l'équation (1), pour calculer et enregistrer la résistance R_t pour chaque valeur de température du tableau 2-1.

Tableau 2.1

T(°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Rt(Ω)											

2. Faites tremper le PT100 dans de l'eau glacée pendant 2 minutes, puis utilisez le multimètre pour mesurer la valeur de résistance du PT100 et enregistrez-la. $R = \dots\dots\dots\Omega$
3. Changer la température ambiante. Faites tremper le PT100 et le thermomètre dans une tasse d'eau **chaude**. Mesurez la température par le thermomètre. Enregistrez les résistances du PT100 à des intervalles de 10 ° C dans le tableau 2-2

Tableau 2.2

T(°C)	20	30	40	50	60	70
Rt(Ω)						

4. Comparez les données du tableau 2-1 avec celles du tableau 2-2. Observez les résultats mesurés s'ils sont proche des valeurs théoriques ?

.....

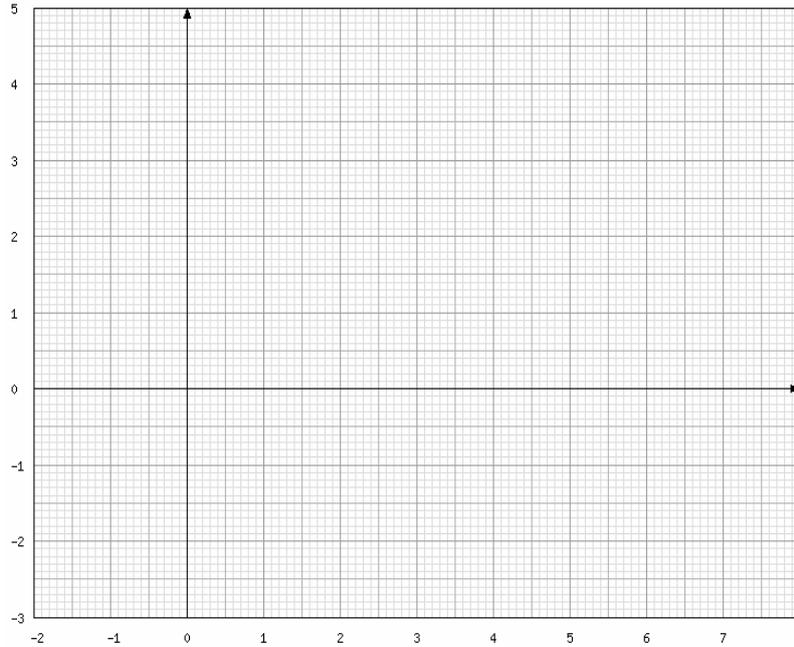
B/ Circuit de transduction du PT100

1. Placez le module KL-64012 sur le Kit KL-61001B
2. Connectez le PT100 au module KL-64012.
3. Mettez sous tension et l'écran doit être allumé.
4. Utilisez le multimètre pour mesurer le courant circulant dans le PT100 et réglez le courant à 2,55 mA en ajustant la résistance variable R2.
5. Ajustez R 14 pour obtenir $V_{f1} = 2,55V$.
6. Modifiez la température ambiante. Faites tremper le PT100 et le thermomètre dans une tasse d'eau chaude. Mesurez la température par le thermomètre. Enregistrez le V_{o27} à des intervalles de 10 ° C dans le tableau 2-3.

Tableau 2.3

T(°C)	20	30	40	50	60	70
V _{o27} (V)						

7. Tracer (dans un papier millimétré) la courbe de la caractéristique V vs T de transducteur PT100 à l'aide des données du tableau 2-3.



Caractéristique V vs T de transducteur PT100.

8. Observez la courbe de l'étape 7, calculez et enregistrez le rapport de transduction. mV /°C.

9. Commenter les résultats obtenus.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TP 06 : Capteur de température « Thermistance »

TP 06 : Capteur de température « Thermistance »

1. But du TP :

Étudier les caractéristiques et l'application du capteur thermique (thermistance)

2. Préparation théorique : les thermistances

Les thermistances (Thermistor, une abréviation pour thermal-sensitive resistors) se caractérisent par leur petite taille, leur constante de temps rapide, leur coefficient de température négatif élevé et leur large gamme de résistances de base disponibles allant de centaines d'ohms à environ 1M. Lorsqu'elles sont utilisées pour les mesures de température, le courant traversant les thermistances doit être maintenu très bas (typiquement moins de 0,1 mA) pour assurer une dissipation de puissance proche de zéro et un auto-échauffement proche de zéro. Les thermistances sont disponibles dans de nombreuses configurations et tailles. Un exemple est montré dans la figure suivante



Des thermistances

3. Manipulation

A/Equipements nécessaires

- 1 - Kit KL-61001B
- 2 - Module KL-64002
- 3 – Multimètre numérique
- 4- Source de chaleur (fer à souder)

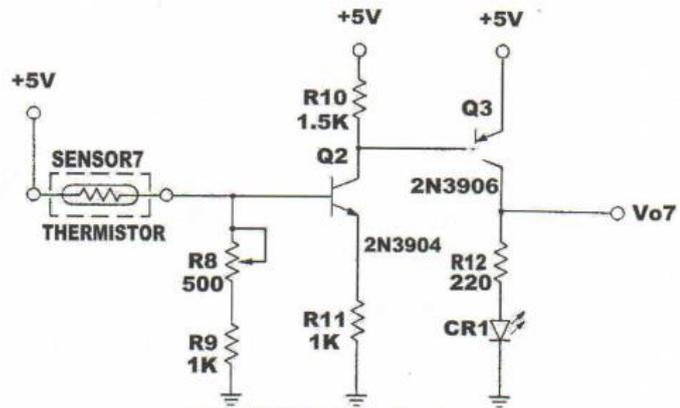


Figure 1. Montage de la manipulation à réaliser

B/Manipulation :

1. Placez le module KL-64002 sur le kit KL-61001B.
2. Reportez-vous à la figure 1. Connectez le Vo7 à KL-61001B STATUS DISPLAY & DCV INPUT + et le - à GND
3. Allumez l'alimentation et l'affichage devrait être allumé

TP 7 : Capteur de Pression

TP 7 : Capteur de Pression

1. But du TP :

- Comprendre la construction d'un capteur de pression pneumatique.
- Étudiez le principe de fonctionnement d'un capteur (transducteur) de pression.
- Étudiez les applications d'un transducteur de pression.

2. Préparation théorique :

Selon les principes de fonctionnement et les constructions, les capteurs de pression (ou transducteurs) peuvent être classés dans les catégories suivantes : Capteurs de pression Résistif, capacitif, inductif ou auto-générateurs.

L'appareil le plus couramment utilisé pour les mesures de pression est le capteur de déformation résistif. Il se compose d'un semi-conducteur ou d'un conducteur de petite section qui est monté sur la surface mesurée de sorte qu'il subisse de petits allongements ou rétrécissements dus à des contraintes de tension ou de compression appliquées à cette surface, respectivement. En conséquence, le capteur de contrainte subit un changement correspondant de résistance dû à la contrainte. Cet effet est appelé effet piézorésistif.

3. Description du circuit expérimental

La figure 1 montre un transducteur à jauge de contrainte semi-conducteur à diffusion intégrale, de type **SPX 50D**. L'unité se compose du capteur de base à pont à quatre bras encapsulés dans un boîtier en nylon rempli de verre. Le SPX 50D a une vitesse de réponse très rapide. Dans les applications à pression différentielle, la borne **P1** est un orifice pour une entrée haute pression et **P2** pour une entrée basse pression. **Dans les mesures de pression, la pression mesurée doit être appliquée à l'orifice P1.**

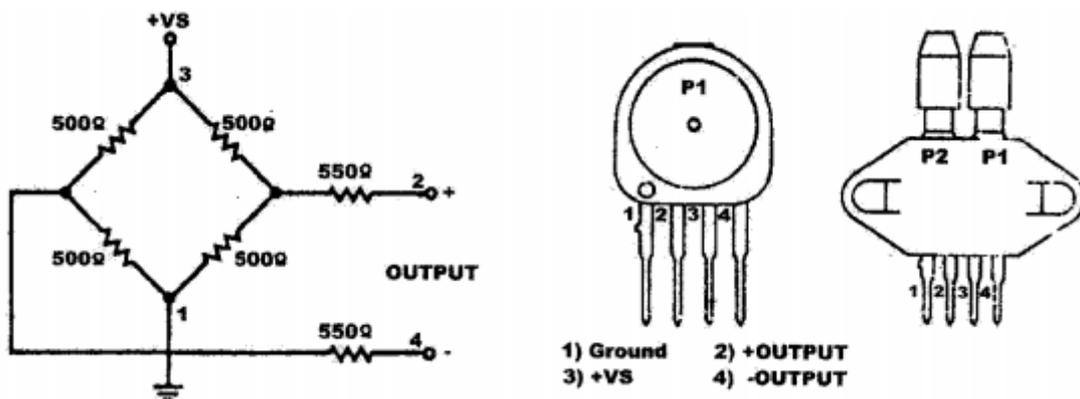
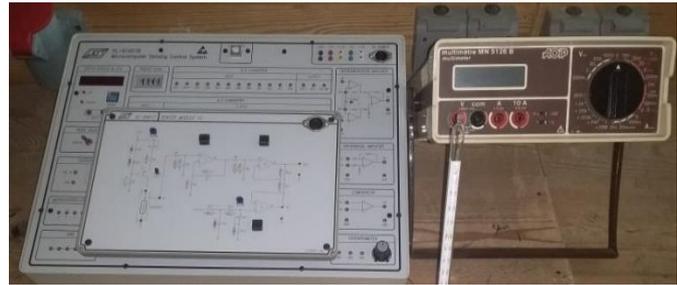


Figure 1. Circuits équivalents et packages du SPX50D2.

4. MANIPULATION :

4.1 Equipements nécessaires :

- 1 - Kite KL-61001B
- 2 - Module KL-64007A
- 3 - Souffleur en caoutchouc
- 4 - Tuyau d'aspirateur
- 5 - Multimètre numérique



4.2. Montage expérimental :

A/Caractéristique de capteur de Pression

- 4. Placez le module KL-64007A sur le kite KL-61001B.
- 5. Mettez sous tension et l'écran doit être allumé.
- 6. Correction de la pression nulle. Ajustez **R1** pour obtenir la tension **V1 = 0V**. Ajustez ensuite le **R12** pour obtenir la tension de compensation **Vo19 = 0V**.
- 7. Branchez le souffleur en caoutchouc et le capteur de pression **P1** par le tuyau d'aspiration.
- 8. Soufflez une fois de l'air dans le capteur de pression. Mesurez et enregistrez la tension **Vo19**.

Vo19 = V.

- **Réglez R5 pour changer la sensibilité.**

- 9. Diminuez la pression du capteur en relâchant le souffleur en caoutchouc et observez l'effet sur **Vo19** ?

.....

B/L'application du capteur de pression

- 1. Placez le module KL-64007A sur le kit KL-61001B.
- 2. Effectuez les connexions comme suit.

SECTION	SIGNAL	TO	SECTION	SIGNAL
MICROCONTROLLER SIGNALS	1	→	BUZZER	SIN. IN
A/D CONVERTER	A/D IN	→	KL-64007A	Vo19
A/D CONVERTER	GND	→	KL-64007A	GND

3. Mettez sous tension et l'écran doit être allumé.
4. Correction de la pression nulle. Ajustez **R1** pour obtenir la tension **V1 = 0V**. Ajustez ensuite le **R12** pour obtenir la tension de compensation **V019 = 0V**.
5. Connectez le souffleur en caoutchouc et le capteur de pression **P1** par le tuyau d'aspiration.
6. Sélectionnez **CHIP** dans **MODE SELECTOR**.
7. Reportez-vous au Tableau 1. Réglez la valeur de **THUMBWHEEL SW**. en ordre. Augmentez la pression et enregistrez les valeurs lorsque **BUZZER** est activé.

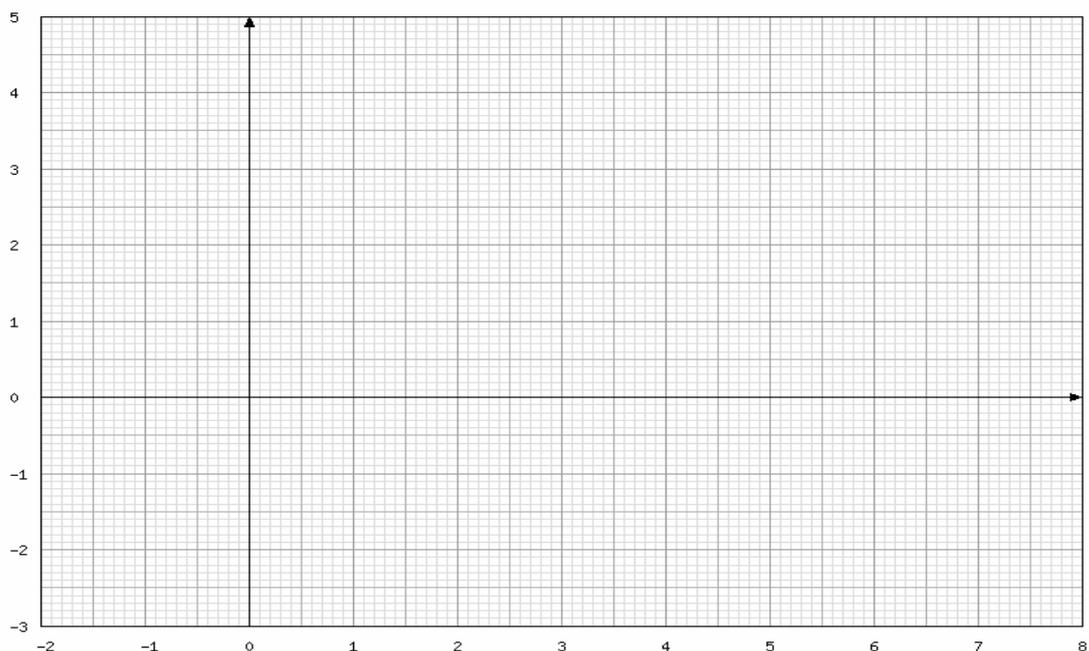
Tableau 1

THUMBWHEEL SW	819	1638	2457	3276	4095
Lecture KL-61001B					
KL-64007A V019(V)					

8. Discutez l'application possible du capteur de pression?

.....

Tracer la caractéristique de capteur de pression à partir de Tableau 1, Vo19 (tension) en fonction des valeurs de THUMBWHEEL SW (pression)



Caractéristique V vs P de transducteur **SPX50D2**.

9. Observez la courbe de l'étape 8, calculez et enregistrez le rapport de transduction.....
10. Commenter les résultats obtenus.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TP 08 : Détecteur de niveau
Application : contrôleur de niveau

TP 08 : Détecteur de niveau

Application : contrôleur de niveau

1. But du TP :

Connaitre le principe de la détection du niveau.

Comprendre le principe du contrôleur de niveau

2. Manipulation

A/Equipements nécessaires

- 1 - Kit KL-61001B
- 2 - Module KL-64013
- 3 - Tasse en plastique x 2

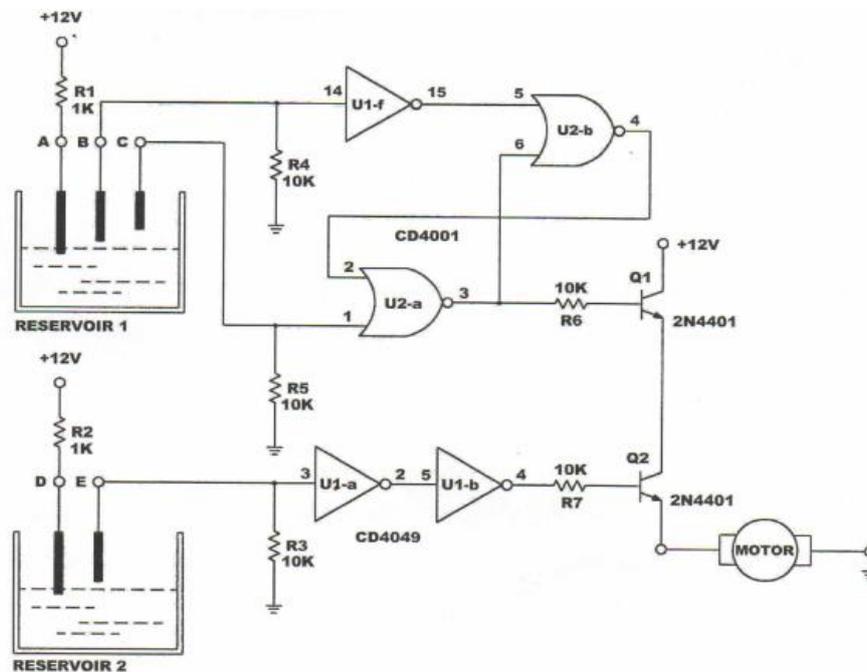


Figure 1. Montage de la manipulation à réaliser

B/Manipulation :

L'application du détecteur de niveau : Contrôle du niveau d'eau

1. Placez le module KL-64013 sur le kit KL-61001B.
2. Mettez sous tension et l'affichage doit être allumé.
3. Sélectionnez MANUEL dans MODE SELECTOR.
4. Appuyez sur le bouton STATUS DISPLAY & DCV RANGE sur 20 V

TP 08 : Détecteur de niveau Application : contrôleur de niveau

5. Reportez-vous à la figure 1, deux tasses en plastique doivent être remplis à 50 % de leur capacité avec de l'eau. Un réservoir est le **réservoir général** (RESERVOIR 2) et un autre est le réservoir de l'étage supérieur (RESERVOIR 1).

6. Connectez les sondes. Placez la sonde **D** dans le réservoir général(2), la sonde **A** dans le réservoir de l'étage supérieur (1) et les autres sondes sont libres. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ?

_____ **non** _____

- Les sondes **D** et **A** doivent être immergé totalement dans l'eau.

7. Mettez la sonde **E** au réservoir général et toucher le niveau d'eau, cela signifie que le **RÉSERVOIR 2** est plein d'eau. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ?

___oui_____

8. Placez la sonde **B** dans le **RESERVOIR1** et toucher le niveau d'eau. Cela signifie que le niveau d'eau est monté jusqu'à la médiane dans le **RÉSERVOIR 1**. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ? _____oui_____

9. Placez la sonde **C** dans le **RESERVOIR1** et toucher le niveau d'eau. Cela signifie que **RESERVORIS 1** est plein d'eau. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ?

10. Retirez la sonde **C** du **RESERVOIR1**. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ?

11. Retirez la sonde **B** du **RESERVOIR 1**. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ?

12. Retirez la sonde **E** du réservoir général. Observez le moteur. Est-ce que ça marche ?

Conclusion :

1. Décrire le fonctionnement de détecteur de niveau.

.....

2. Décrire le fonctionnement de contrôleur de niveau d'eau.