

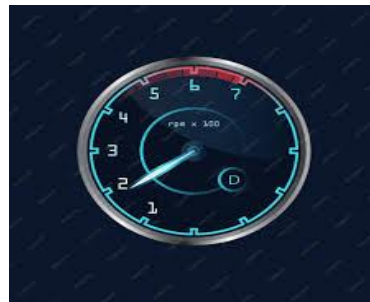
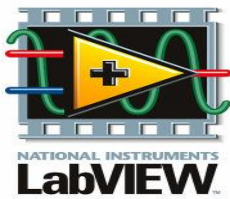
Université Sultan Moulay Slimane

Ecole Nationale des sciences Appliquées Khouribga

2 -ème année Cycle Ingénieur : GE2- S1 (2023-2024)

Rapport du Projet : Capteur de vitesse

-Tachymètre-



Réalisé par :

- KHARCHAF Meryeme
- OUAKRIM Asma
- BOUROUHO Ayoub

Encadré par :

Mr. N. EL BARBRI

Année Universitaire : 2023/2024

Sommaire

Introduction	.....
I. Principe de fonctionnement et étalonnage	.....
II. Conception du projet	.....
1. <i>Matériels utilisés</i>	.....
2. <i>Etude théorique</i>	.....
III. Réalisation du projet	.....
3. <i>Schéma électrique sur Proteus</i>	.....
4. <i>Le PCB et le circuit imprimé</i>	.....
IV. Partie Software	.....
1. <i>LabVIEW</i>	.....
2. <i>Acquisition des données sous LabVIEW</i>	.....
3. <i>Arduino et code Arduino</i>	.....
4. <i>Construction d'un programme d'acquisition des données</i>	.....
5. <i>Bloc de contrôle de vitesse</i>	.....
Conclusion	.....

Introduction

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs...), on a besoin de contrôler des paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité...). Le capteur est l'élément indispensable à la détection de ces grandeurs physiques.

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (souvent électrique).

Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Alors parmi ces capteurs on a le tachymètre optique sans contact qui est également connu sous le nom de tachymètre photo. Ce type de dispositif ne nécessite aucun contact physique avec l'arbre en rotation.

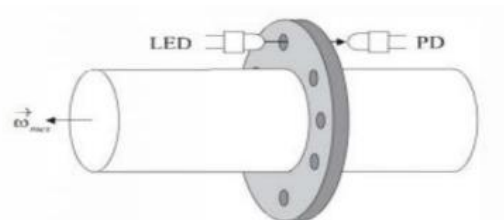
Il utilise un laser, une lumière infrarouge ou d'autres sources lumineuses pour prendre les mesures. L'appareil envoie le faisceau lumineux. Ce faisceau se réfléchit à chaque fois qu'une bande fait une rotation complète. Le récepteur doit compter ces réflexions pendant le processus pour mesurer la vitesse de rotation en RPM. Ce type de tachymètre est efficace, durable, précis et compact.



Principe de fonctionnement et étalonnage

➤ Principe de fonctionnement :

Notre tachymètre est un instrument optique permet de mesurer la vitesse de rotation d'un moteur. Pour effectuer une mesure, il faut que la surface de l'objet à mesurer soit percée par 4 des trous (4 dans notre cas) qui font laisser passer les faisceaux, de la lumière infrarouge émis par la LED vers la photodiode réceptrice qui détecte le signal, et ce dernier composant va transmettre des impulsions (5v s'il reçoit un signal sinon 0v). Chacune de ces impulsions vont être compté (fréquence) par le microcontrôleur pour le calcul de la vitesse moyenne du moteur.

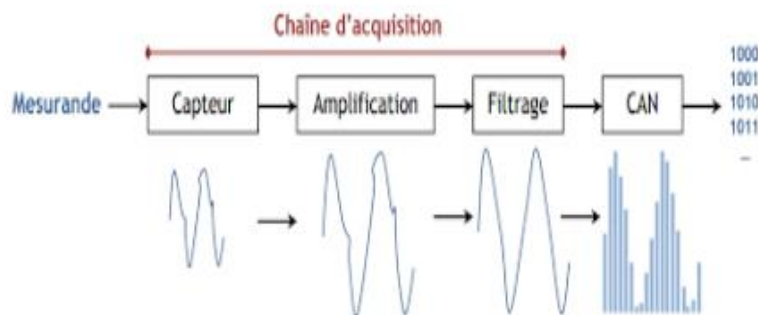


De cette manière, on peut connaître la vitesse de rotation du moteur en comptant le nombre de trous, c'est 4 dans notre projet donc on doit diviser la fréquence totale par 4 pour obtenir la fréquence réelle et par la suite la vitesse de rotation du moteur.

Généralement en tr/min. Dans les applications, ce qui oblige la transformation de la vitesse avec $tr \cdot 60/s = tr/min$.

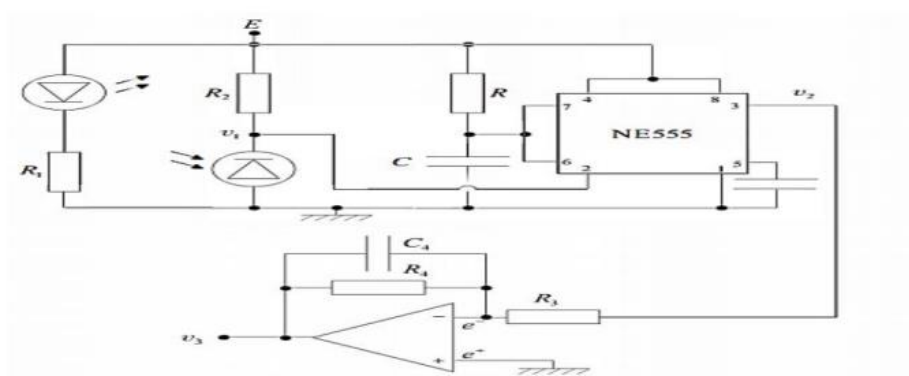
➤ Etalonnage :

C'est un traitement spécifique pour connaître la précision de mesure de votre capteur. Il consiste à mesurer des valeurs réelles de vitesses avec un capteur de référence déjà étalonné, et les comparent avec les valeurs acquises par le LabVIEW pour faire sortir une équation linéaire entre ces deux résultats pour déterminer d'autre valeurs inconnues de vitesses. A l'issue de ce procédé vous aurez l'erreur de mesure.



Conception du projet

Le schéma du conditionnement :



➤ Matériels utilisés :

• Photodiode :

Une photodiode est un composant semi-conducteur ayant la capacité de détecter un rayonnement du domaine optique et de le transformer en signal électrique.



• LED infrarouge :

La LED infrarouge est un composant semi-conducteur à un seul sens de branchement. Elle est capable d'émettre de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique. Les LEDs infrarouges émettent sur une longueur d'onde invisible à l'œil humain. Son courant nominale est $I_n=50\text{mA}$, et $V_{led}=1.7\text{V}$.

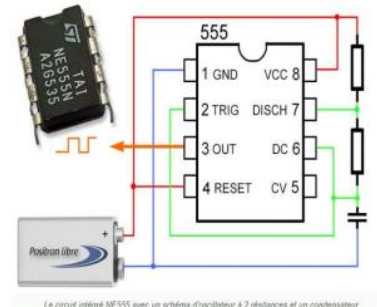


• NE555 :

Le NE555 est un circuit intégré électronique dont la fonction principale est la temporisation.

Pratiquement, c'est un petit boîtier à huit pattes à qui on ajoute une ou deux résistances et un condensateur pour produire avec précision des délais, des impulsions ou des oscillations.

La période du signal généré est : $T=1,1 \cdot R \cdot C$.



• LM358

Le LM358N est un amplificateur opérationnel double à 8 broches, a une Bande passante égale à 100kHz, conçu spécifiquement pour fonctionner à partir d'une alimentation unique sur une large gamme de tension entre -3V to 32V, et pour une alimentation double $\pm 1.5\text{V}$ to $\pm 16\text{V}$.



• Moteur à courant continu :

Une machine à courant continu est une machine électrique : convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation

Électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique. On peut contrôler sa vitesse par la variation de tension. Tel que tension maximale est 12V.



La force contre-électromotrice est liée à la vitesse et à l'excitation du moteur. $E = k \cdot \omega \cdot \Phi [\text{V}]$

- k = constante propre au moteur (dépendant du nombre de conducteurs de l'induit).
- ω = la vitesse angulaire de l'induit [rad/s].
- Φ = le flux de l'inducteur [weber].

➤ Etude théorique :

Pour dimensionner le matériel utilisé il faut faire les calculs suivants :

-Pour trouver la valeur de la résistance de protection R1 : $R1 = (E - V_{led}) / I_{led}$

$$R1 = (12 - 1.7) / 50 \times 0.001 = 206 \Omega.$$

La photodiode s'elle n'est pas éclairé, le courant Dark presque nul donc la tension V1 aux bornes de la photodiode est $V1 = E = 12 \text{ v}$.

-Calculer la valeur de la résistance R2 :

Le courant délivré par la photodiode éclairée est $IPD = SPD \times P$ ou SPD c'est la sensibilité du Photodiode $SPD = 0.5 \text{ A/W}$

On souhaite que $V1 = 4 \text{ v}$. donc $R2 = (E - V1) / SPD \times P = 3,2 \text{ M}\Omega$

Si $R2 = 2 \text{ M}\Omega$ et $I_{max} = 40 \text{ uA}$ alors $I = U_{R2} / R2 = 8 / 2 \times 10^6 = 4 \text{ uA} < I_{max}$ donc on peut choisir R4

Tel que $R2 = 2 \text{ M}\Omega$

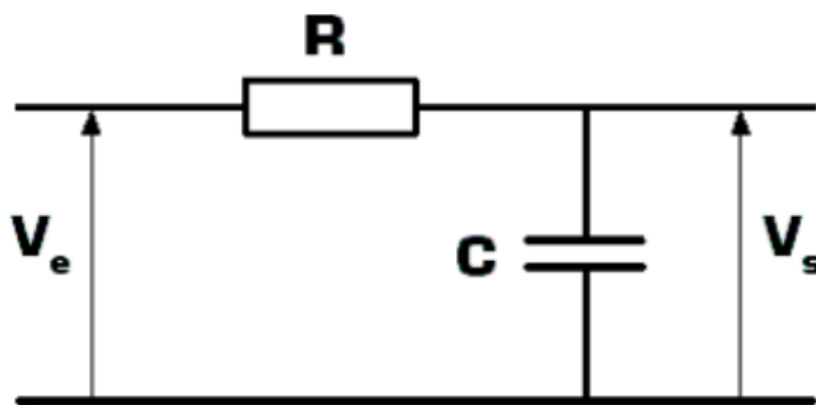
La fréquence maximale de rotation f_{max} : $f_{max} = 1/2T$.

La fréquence maximale mesurée $f_{mes, max} = f_{max} / n = 1/2nT$

Pour $n = 4$ trous $f_{mes, max} = 1/8T$. On prend $R = 10 \text{ K}\Omega$ et $C = 220 \text{ nF}$ donc $T = 1.1 \times RC = 2.42 \text{ ms}$

- Filtre passe bas et son rôle :

Généralement parlant, un filtre passe-bas à pour rôle de laisser passer les basses fréquences et atténuer les hautes fréquences, c'est-à-dire les fréquences supérieures à la fréquence de coupure.



Paramètres du filtre :

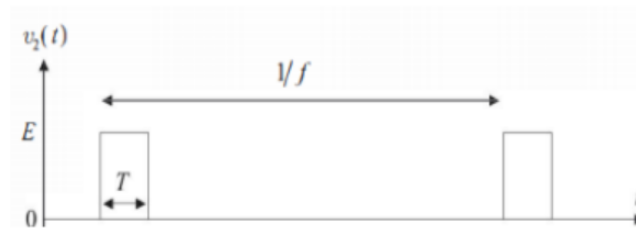
V_e : tension d'entrée.

V_s : tension de sortie.

$$m = 1/RC.$$

Le passe-bas sert à éliminer les parasites du signal.

La figure suivante montre comment réagit la tension $v_2(t)$ à une fréquence f des impulsions $v_1(t)$.



➤ Composants réels du tachymètre :

D'après les relations trouvées dans l'étude théorique :

Circuit 1 : $C_5 = 2.2 \mu F$; $C_3 = C_4 = 2.2 \mu F$

$R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ kiloOhm}$; $R = 220 \text{ Ohm}$

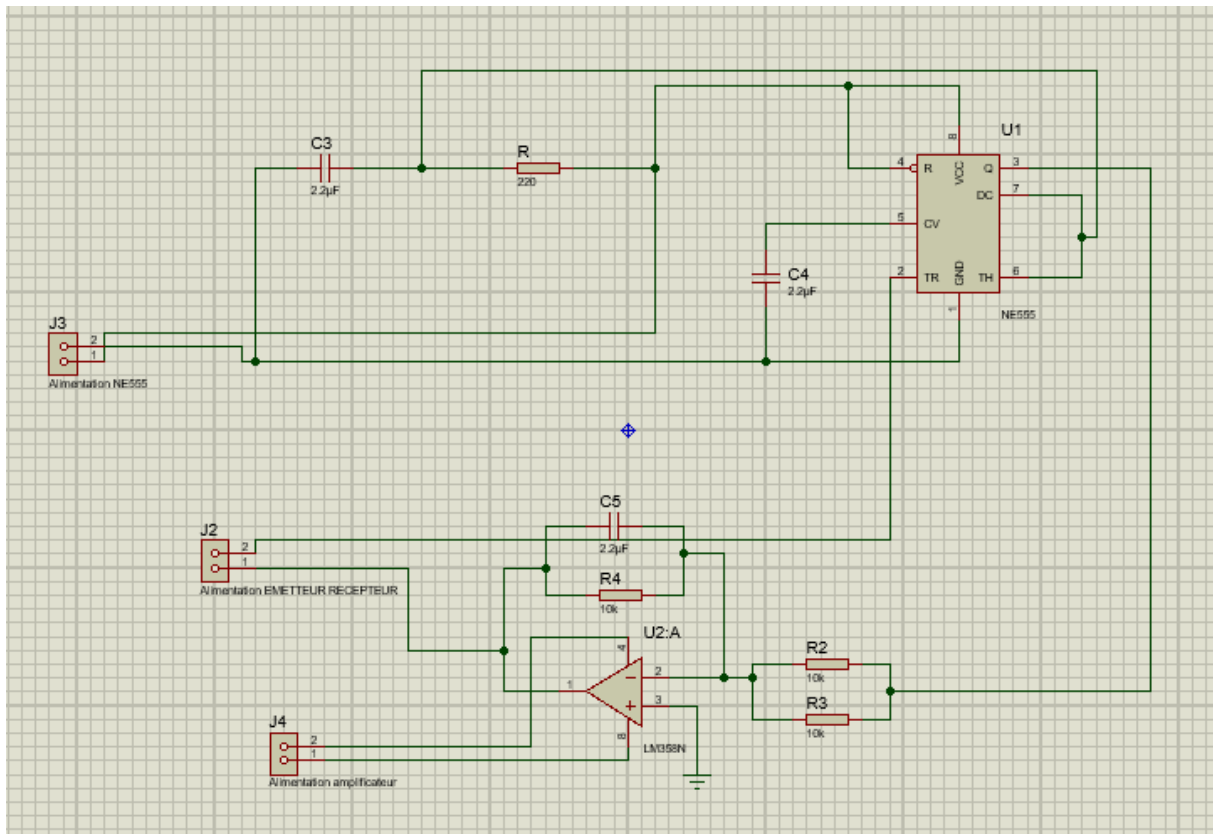
Circuit 2 : $R_3 + R_4 = 330$; $R_1 + R_2 = 4M$

Réalisation du projet :

➤ Proteus :

• Premier circuit :

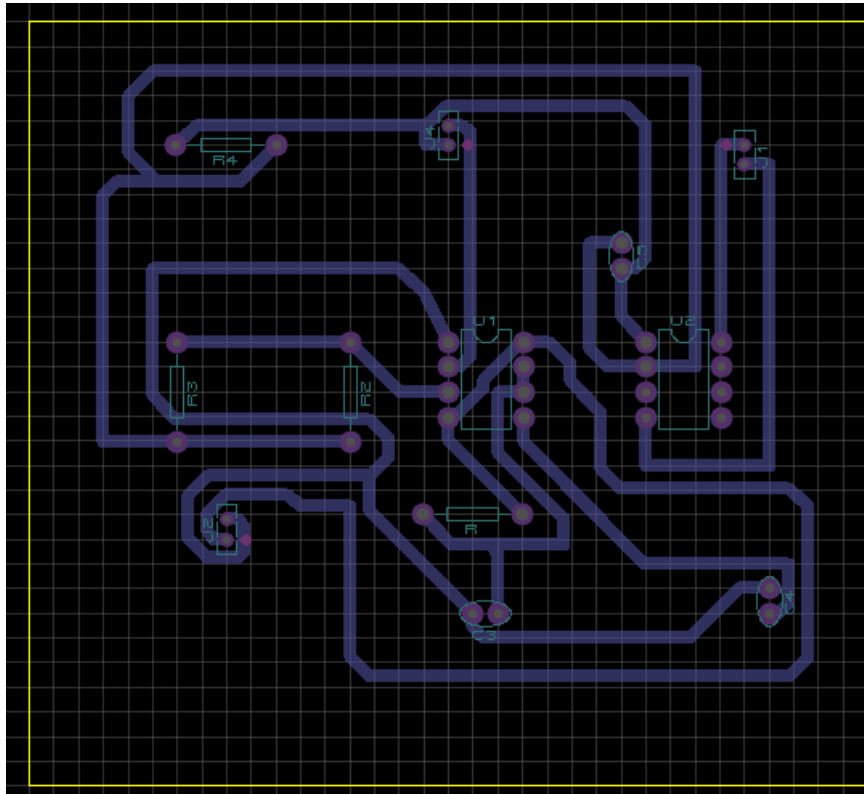
Le montage sous ISIS Proteus :



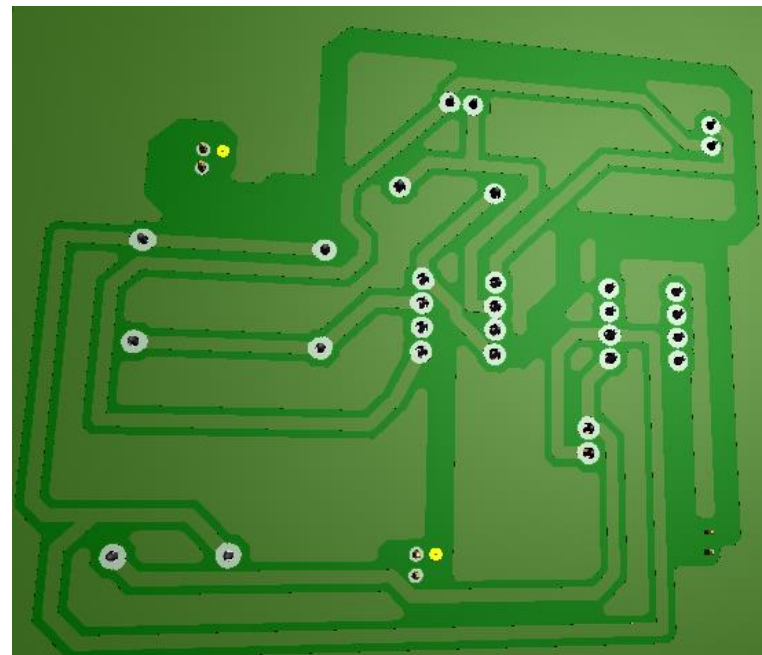
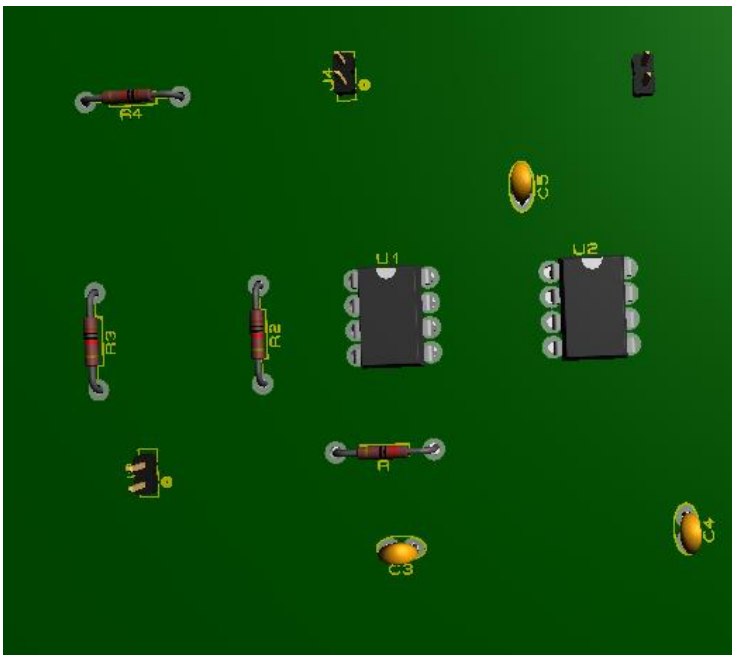
Dans ce schéma électrique, on a utilisé 3 borniers :

- ✓ **Bornier 1** : pour l'alimentation de N555.
- ✓ **Bornier 2** : pour l'alimentation de l'amplificateur.
- ✓ **Bornier 3** : sert à récupérer à la sortie de l'amplificateur dont on a besoin au niveau de l'acquisition, ainsi que pour entrer la tension V1 récupérer par le circuit suivant.
- ✓ Amplificateur : LM358.
- ✓ 4 résistances et 3 Condensateurs.

➤ PCB Layout :



➤ Visualisation 3D :



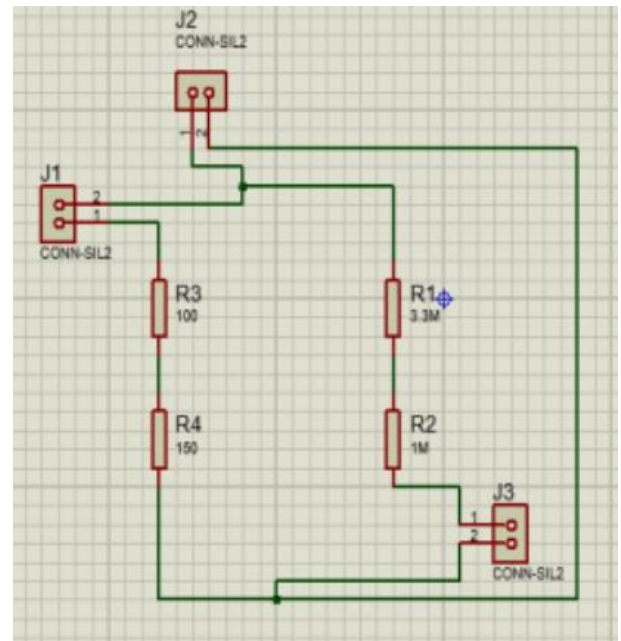
- Deuxième circuit :

Le schéma sous Proteus :

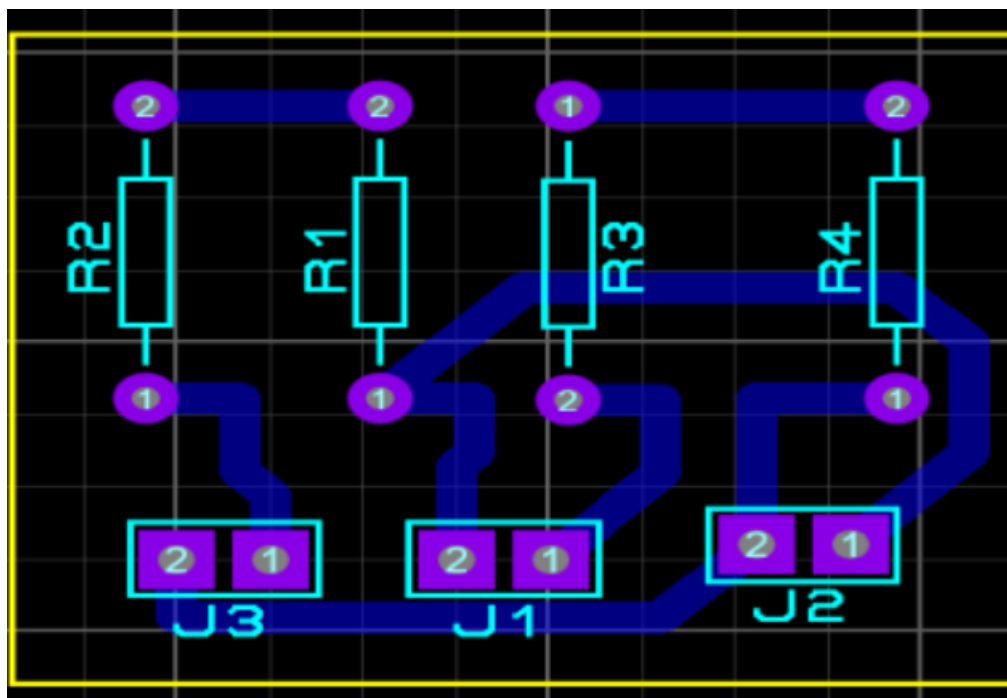
Dans ce schéma électrique, on a utilisé 3 borniers :

- ✓ **Bornier 1** : Pour l'alimentation.
- ✓ **Bornier 2** : branchement de la photodiode.
- ✓ **Bornier 3** : branchement de la led à infra-rouge.

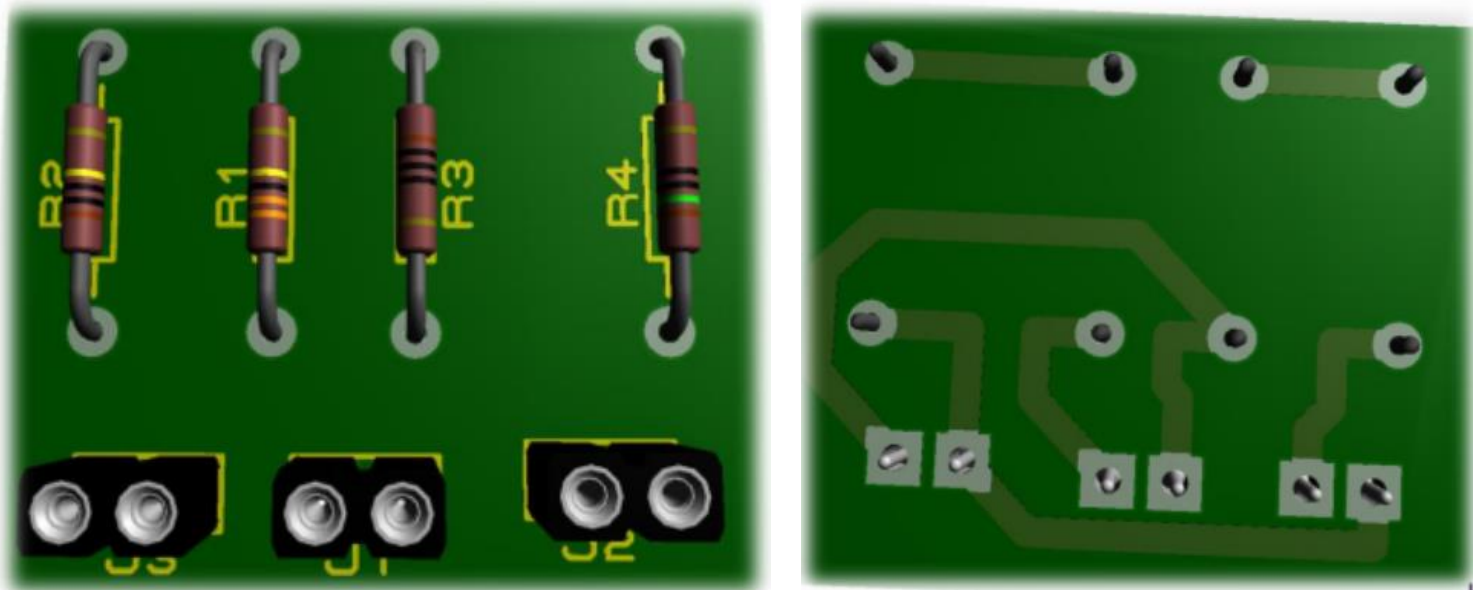
En sortie : on va récupérer une tension V1.



➤ PCB layout :



➤ Visualisation 3D :



➤ Réalisation d'u circuit imprimé :

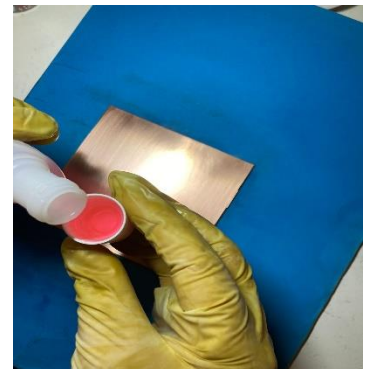
On a imprimé les lay-out sur un papier spécial et on l'a fait transférer avec du dissolvant qui contient de l'alcool et de l'acétone sur la plaque de cuivre après d'avoir la nettoyer.

On a découpé la plaque suivant les dimensions de chaque circuit et on a fait passer les circuits dans la solution d' FeCl_3 (Le chlorure de fer (III), également appelé chlorure ferrique ou perchlorure de fer).

On a nettoyé le circuit avec l'alcool et on a percé la plaque.

La dernière étape consiste à souder les composants dans les 2 circuits et enfin on doit tester notre circuit.

Quelques photos de chaque étape :





Partie software

➤ Calcul de vitesse :

✓ Code Arduino :

```

int port = 2;
unsigned long dure;
float tower;

void setup()
{
    pinMode(port, INPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
    dure = pulseIn(port, LOW);
    tower = (1000000*60)/dure;
    // Serial.println("tr/Min est :");
    Serial.println(tower);
    delay(500);
}
    
```

Acquisition des données :

➤ LabVIEW :

LabVIEW (Labrador Virtual Instrument Engineering Workbench) est un logiciel de développement d'applications d'instrumentation. Mis au point par la société américaine National Instrument, ce logiciel, utilisable dans un grand nombre de domaines, est plus particulièrement destiné à l'acquisition de données et au traitement du signal. En effet, il offre de larges possibilités de communication entre l'ordinateur et le monde physique (par cartes d'acquisitions analogiques ou numériques, cartes GPIB, réseau, liaisons série et parallèles, USB etc.) ainsi que d'importantes bibliothèques mathématiques permettant de réaliser de multiples traitements sur les signaux mesurés.

L'idée de LabVIEW est de remplacer les instruments de mesures et d'analyse d'un laboratoire par un Ordinateur muni de cartes spécifiques et d'un logiciel approprié. Dans le cadre de la mesure, les cartes permettent de convertir des signaux électriques provenant de capteurs, en données numériques. Ainsi, un seul ordinateur muni d'une carte d'acquisition analogique.



- Préparation de l'environnement du LabVIEW + Arduino :

Pour installer Arduino sous LabVIEW, il faut d'abord avoir installé :

- LINX
- Arduino IDE.

→ Qu'elle est l'utilité de chaque logiciel et comment les utiliser pour avoir ARDUINO sous LabVIEW.

- Arduino IDE :

Arduino est une plateforme de prototypage open-source basé sur le matériel et un logiciel facile à utiliser. Cartes Arduino sont capables de lire les entrées - la lumière sur un capteur, un doigt sur un bouton, ou un message Twitter - et la transformer en une sortie - l'activation d'un moteur, d'allumer une LED, publier quelque chose en ligne. Vous pouvez dire à votre conseil quoi faire en envoyant un ensemble d'instructions au microcontrôleur sur la carte. Pour ce faire, vous utilisez le langage de programmation

Arduino (basé sur le câblage), et le logiciel Arduino (IDE), basée sur le traitement.

✓ Code sur Arduino :

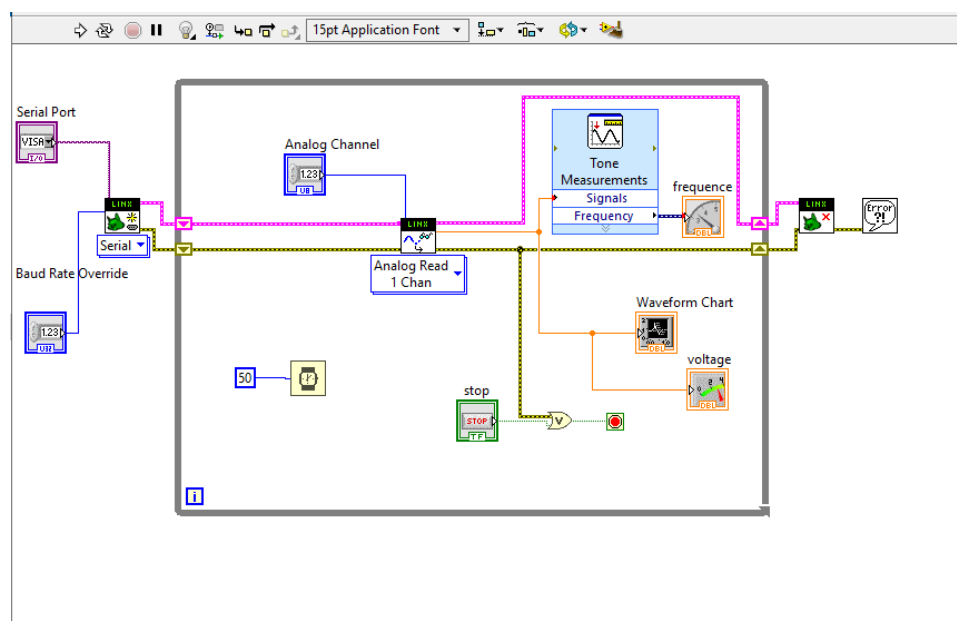
```
sketch_jan02a §
```

```

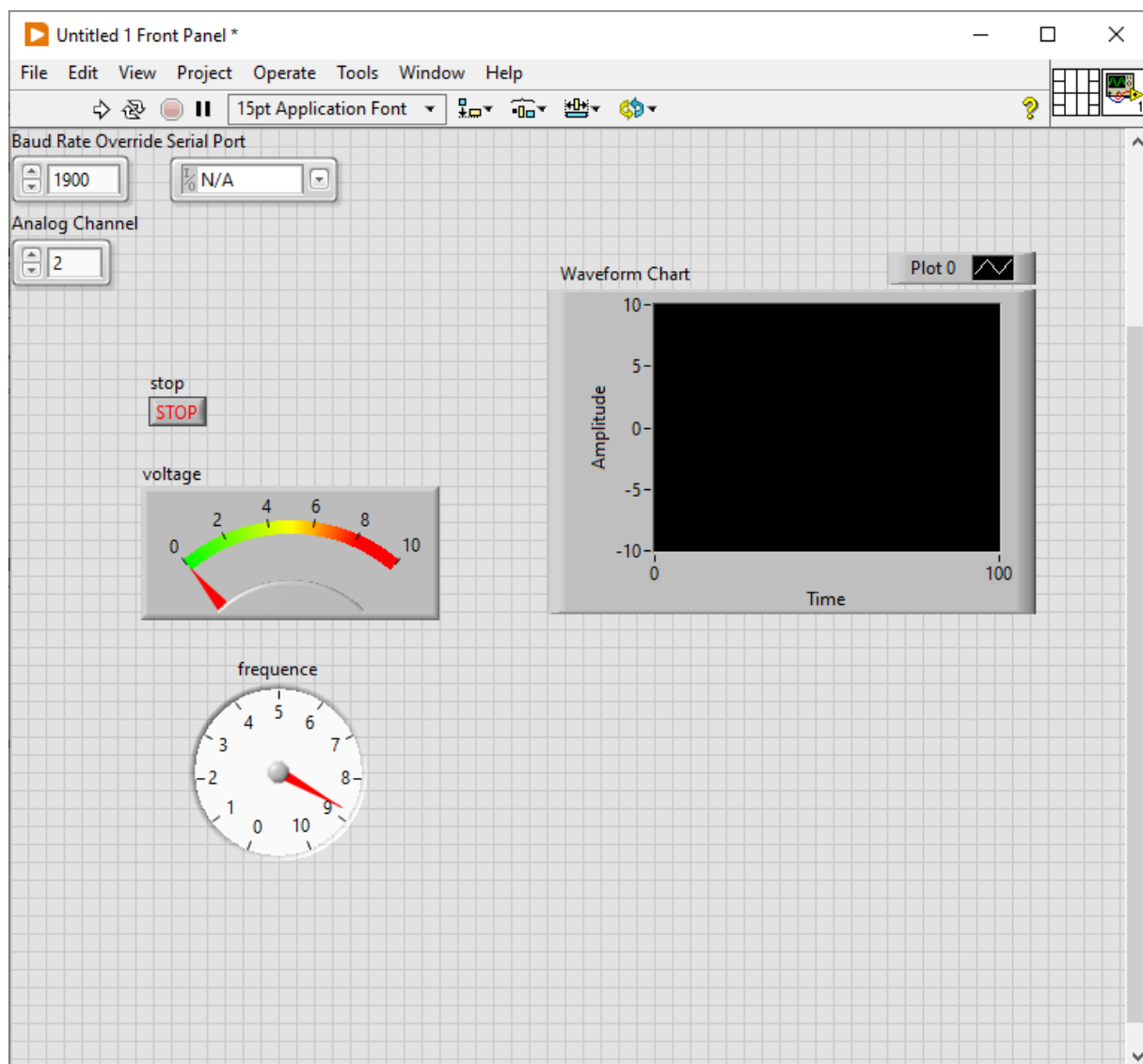
3  /* Constante pour la broche de mesure */
4  const byte PIN_SIGNAL = 2;
5  float speed;
6  float S;
7
8  /** Fonction setup() */
9  void setup() {
10
11    /* Initialise le port série */
12    Serial.begin(115200);
13
14    /* Met la broche en entrée */
15    pinMode(PIN_SIGNAL, INPUT_PULLUP);
16    pinMode(S, 4);
17  }
18  /** Fonction loop() */
19  void loop() {
20
21    /* Mesure la durée de la demi période */
22    unsigned long periode = pulseIn(PIN_SIGNAL, LOW, 1000000) * 2;
23
24    /* Affiche le résultat de la mesure en RPM */
25    speed=1000000 / periode * 60;
26    S=analogRead(speed);
27    delay(1000);
28  }
29

```

➤ Création du projet sous LabVIEW :



- Front Panel :



Conclusion

Le tachymètre optique est un capteur qui permet de mesurer la vitesse du moteur à courant continu et d'avoir l'acquisition des données sur le logiciel LabVIEW. Alors c'est un projet très bénéfique nous permet de s'adapter avec le monde du PCB, ISIS porteuse, LabVIEW et comprendre l'acquisition des données de bien maîtriser le circuit imprimé et le comportement avec les composantes électroniques.

Ce projet a été pour nous une bonne occasion pour mettre en pratique l'ensemble des notions vues en cours tout en touchant à l'aspect industriel de l'utilisation des capteurs.