République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Farés Médéa

Faculté de la technologie

Département de Génie mécanique

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Electromécanique

Spécialité : Mécatronique

# Conception et réalisation d'une machine de remplissage des poudres

Présenté par

**Mr. Yacine KHELILI**

**Mr. Nadhir DEHBINE**

Proposé et dirigé par

**Dr. Mouloud BOUMAHDI**

**Mr. Riadh EULDJI**

**Juin 2022**

# Remerciements

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à notre encadreur Dr. Mouloud BOUMAHDI, pour sa constante disponibilité, ses précieux conseils, et sa patience pendant toute la durée de ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements aux membres du jury pour nous avoir fait l'honneur et le plaisir d'accepter et de juger notre travail.

Nos sincères remerciements à l'enseignant Riadh EULDJI qui nous a aidé à faire ce travail.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de nos travaux et études.

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*Pour ceux qui me sont chers*

*A ceux qui ont toujours cru en moi*

*Pour ceux qui m'ont toujours encouragé*

*A ma très chère maman*

*Le dévouement ne peut jamais être assez éloquent*

*Pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices*

*Tu as cessé de me donner depuis que je suis né,*

*Pendant mon enfance et même à l'âge adulte.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon amour profond.*

*Que Dieu Tout Puissant vous bénisse et vous accorde une bonne santé.*

*Longue vie et bonheur.*

*A mon cher père : Cet humble travail est le fruit de plusieurs*

*Sacrifices pour notre éducation.*

*Vous avez fourni beaucoup d'efforts, à la fois physiques et moraux, pour*

*Notre estime.*

*A mes chers frères et sœurs, merci*

*A tous mes chers amis, merci pour les encouragements que vous nous donnez*

*Merci, C.Irwin, AOT et ANI et GOT et ALL MOV et SS et TOB*

*À mes professeurs du Département de génie électrique.*

*Pour mes camarades de classe 2022*

Yacine khelili

# *Dédicaces*

*Au nom d'Allah le Misércordieux le très misércordieux.*

*J'ai l'immense honneur de dédier ce mémoire :*

*A mes très chers parents qui étaient présents pour moi durant toute ma vie.*

*A mes frères et ma famille.*

*A mes amis.*

*A notre encadreur Mr.* ***BOUMAHDI***

*A tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime.*

*Dehbine nadhir*

## ملخص

متطلبات تقنية تعبئة السوائل والمساحيق محددة ومتنوعة. في بعض القطاعات الاقتصادية، تكون شروط النظافة صارمة ومتطلبات دقة الملء والجرعات عالية. يجب أن يتم تخصيص تصميم آلة التعبئة وفقًا لاحتياجات العملاء من أجل تلبية المتطلبات والتفاصيل الفنية لكل مجموعة تعبئة حاوية على النحو الأمثل. في هذا المشروع، نحن مهتمون بتصميم وبناء آلة لملء المسحوق والمواد الحبيبية في أكياس مسبقة التشكيل.


**الكلمات الرئيسية:** تعبئة المساحيق، تصميم، أردوينو



## RÉSUMÉ

Les exigences de la technologie de remplissage de liquides et de poudres sont aussi spécifiques que variées. Dans certains secteurs économiques, les conditions d'hygiène sont strictes et les exigences de précision en matière de remplissage et de dosage sont élevées. La conception d'une machine de remplissage doit être personnalisée en fonction des besoins du client afin de traiter de manière optimale les exigences et les détails techniques de chaque combinaison récipient-matière de remplissage.

Dans ce projet, on s'intéresse à la conception et la réalisation d'une machine de remplissage de poudre et de matériaux granulaires dans des sacs préformés.


**Mots clés :** Remplissage des poudres, conception, ARDUINO.



## ABSTRACT

The requirements of liquid and powder filling technology are as specific as they are varied. In some economic sectors, hygiene conditions are strict and precision requirements for filling and dosing are high. The design of a filling machine should be customized according to customer needs in order to optimally address the requirements and technical details of each container-filler combination.

In this project, we are interested in the design and construction of a machine for filling powder and granular materials into preformed bags.


**Keywords:** Powder filling, design, ARDUINO.

# Sommaire

**Introduction générale…….. 1**

CHAPITRE I : Systèmes industriels de remplissage

1.1 Introduction ..... 2

1.2 Généralités sur la machines remplissage ..... 2

1.2.1 Définition ..... 2

1.2.2 Types de machines à remplissage ..... 3

1.2.2.1 Machine de remplissage automatique ..... 3

1.2.2.2 Machine de remplissage semi-automatique ..... 3

1.2.2.3 Machine de remplissage manuel ..... 4

1.3 Choix des machines de remplissage ..... 4

1.5 Les types des machines de remplissage ..... 5

1.6 Domaine d'utilisation ..... 5

1.7 Machine de remplissage des poudres ..... 5

1.7.1 Principe de fonctionnement ..... 6

1.8 Cahier de charge pour le cycle de remplissage semi-automatique ..... 7

1.9 Conclusion ..... 7

CHAPITRE 2 : Eléments constitutifs de la machines

2.1Introduction ..... 8

2.2 Eléments constitutif de la partie mécanique ..... 8

2.2.1 Système de pesage ..... 9

2.2.2 Vibreur ..... 9

2.3 Eléments constitutif de la partie électrique ..... 10

2.3.1 Carte ARDUINO ..... 10
2.3.2 Système d'acquisition des données ..... 11
2.3.2.1 Caractéristiques d'une chaîne de mesure informatisée ..... 11
2.3.2.3 Capteurs ..... 13
2.3.2.4 Les types d'erreurs classiques ..... 14
2.3.2.5 les différentes familles de capteurs ..... 16
2.3.3 Les capteurs utilisés dans ce projet ..... 17
2.3.3.1 Capteur de poids ..... 17
2.3.3.2 LCD et i2c ..... 19
23.3.3 Capteur infrarouge IR ..... 20
2.3.3.4 Moteur à courant Continu DC ..... 22
2.3.3.5 MOSFET ..... 25
2.3.3.6 la batterie ..... 26
2.3.3.7 Servo moteur ..... 27
2.4 Conclusion ..... 29
3.1 Introduction ..... 29
3.2 Utilisation de la carte ARDUINO ..... 29
CHAPITRE 3 : Construction de la machine
3.3 PWM ..... 32
Tableau 3.2 Caractéristique d'ARDUINO UNO ..... 33
3.4 Définition Proteus (ISIS et ARES) ..... 34
3.4.1 Présentation générale ..... 34
3.5 Schéma synoptique de la machine ..... 35
3.6 Réalisation de projet ..... 36
3.6.1 Servo moteur ..... 36
3.6.2 Capteur de IR ..... 38

3.6.3 Moteur DC et MOSFET ..... 39
3.6.4 Montage du HX711 ET LCD / I2C ..... 41
3.7 Organigramme du programme implémenté ..... 42
3.8 Assemblage complet de la machine ..... 43
3.8.1 Fonctionnement de la machine ..... 44
3.9 Conclusion ..... 45
Conclusion générale ..... 46
Bibliographie ..... 47

# Liste des figures

## CHAPITRE I : Systèmes industriels de remplissage

Figure 1.1 Machine de remplissage automatique ……..……..3

Figure 1.2 Machine de remplissage semi-automatique…….……...3

Figure 1.3 Machine de remplissage manuel.……..……4

Figure 1.4 Matériaux en grain et poudre…….……6

Figure 1.5 Exemple de machine de remplissage des poudres ……..……..…….6

## CHAPITRE 2 : Eléments constitutifs de la machines

Figure 2.1 plate-forme de pesée…….……9

Figure 2.2 plateau relié à un moteur vibrant……....9

Figure 2.3 la carte ARDUINO…….……..…….....10

Figure 2.4 Principales partie d'une chaîne de mesure……..…….…...11

Figure 2.5 Les signaux……..…….…..13

Figure 2.6 Principe d'un capteur…….…….13

Figure 2.7 L'erreur de zéro…….……..……..14

Figure 2.8 L'erreur d'échelle……..…..……14

Figure 2.9 L'erreur de linéarité ……..…….……15

Figure 2.10 L'erreur due au phénomène d'hystérésis…….. ……..…...15

Figure 2.11 L'erreur de quantification……..…..…..15

Figure 2.12 Capteur de poids (HX711) ……..……17

Figure 2.13 Schéma de pont de Weahstone.....17

Figure 2.14 Montage du capteur de poids (HX711) avec ARDUINO……...…18

Figure 2.15 LCD et I2C……..……19

Figure 2.16 Schéma de fonctionnement d'un écran LCD……..……19

Figure 2.17 Montage de LCD et I2C avec ARDUINO. ……...……..20

Figure 2.18 Capteur de IR…….……..20

Figure 2.19 Schéma de fonctionnement……21

Figure 2.20 Schéma d'installation du capteur IR……...…….…….21

Figure 2.21 Moteur DC. …….……..22

Figure 2.22 Schéma de fonctionnement…….…….....23

Figure 2.23 schéma de fonctionnement……....23

Figure 2.24 Schéma de commande d'un moteur……...25

Figure 2.25 MOSFET……25
Figure 2.26 La batterie……26
Figure 2.27 composants de servomoteur……..27
Figure 2.28 Installation d'un servomoteur avec une carte Arduino……..…….27
Figure 2.29 Servomoteur……..……28
Figure 2.30 Boucles d'un servomécanisme……...…….28

## CHAPITRE 3 : Construction de la machine

Figure 3.1. Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno……29
Figure 3.2 La carte Arduino Uno……..……30
Figure 3.3 Interface du logiciel de la carte Arduino……..31
Figure 3.4 menu de l'interface du logiciel……..……32
Figure 3.5 le schéma de PWM……..33
Figure 3.6 l'interface de PROTEUS……..……34
Figure 3.7 schéma synoptique……....35
Figure 3.8 schéma électrique……..……36
Figure 3.9. Schéma de servo moteur sous Proteus ……...37
Figure 3.10. Programmation du Servo moteur……...……...37
Figure 3.11 Schéma électrique pour le capteur de IR……38
Figure 3.12 Schéma de capteur d'IR sous Proteus……...…….…....38
Figure 3.13 programmation du capteur de IR……39
Figure 3.14 Installation d'un moteur et MOSFAT avec une carte Arduino…….…….….39
Figure 3.15 Schéma moteur dc et MOSFET sous PROTEUS……...……....40
Figure 3.16 programmation du moteur et MOSFET……...……...40
Figure 3.17 Schéma de HX711 et LCD I2C sous PROTEUS……..……..41
Figure 3.18 Schéma d'assemblage de HX711 et LCD I2C……41
Figure 3.19 Programmation de HX711 et LCD I2C……..…….42
Figure 3.20 Organigramme……...…….....42
Figure 3.21 Schéma de la machine ……..…….43
Figure 3.21 machine de remplissage de poudre……..44

# Liste des tableaux

**Table II.1** : Table de correspondance. …….20

**Tableau III.1** : caractéristique du UNO……..…..33

**Tableau III.2** : tableau des pièces de machines……43

# Nomenclature

- PWM : pulse width modulation.
- CAN : CONVERSION du logique au numérique
- TOR: Tout ou rien
- LCD : liquid-crystal display
- I2C : Inter-Integrated Circuit
- IR: Infrarouge

# Introduction générale

Dans le milieu industriel, on assiste de plus en plus à la multiplicité, à la sophistication des instruments et appareils d'automatisation d'une part, et d'autre part à l'exigence de la continuité du développement. Ces paramètres auront pour effets pour le service industriel de renforcer sa fiabilité de production.

Les exigences de la technologie de remplissage de liquides et de poudres sont aussi spécifiques que variées. La construction d'une machine de remplissage doit être personnalisée en fonction des besoins du client afin de traiter de manière optimale les exigences et les détails techniques

Dans ce projet, on s'intéresse à la conception et la réalisation d'une machine de remplissage de poudre et de matériaux granulaires dans des sacs préformés.

L'objectif du présent projet est de concevoir et réaliser un système semi-automatique de remplissage des poudres qui permet d'annuler les tâches manuelles.

Cette étude est organisée en trois chapitres.

Le premier chapitre présente des généralités sur le domaine remplissage des poudres.

Le Deuxième chapitre présente les éléments constitutifs des deux parties qui forme la machine de remplissage des poudres, à savoir : parties mécanique électrique.

Dans le dernier chapitre, nous présenterons les différentes parties constitutives de la machine, à savoir, le système de pesage, le vibreur, le détecteur de mouvement, etc. En plus, la conception et la simulation de la machine à développer seront décrites en détail.

Enfin, ce mémoire se termine par une conclusion générale.

# Chapitre 1
# Systèmes industriels de remplissage

## 1.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons une description générale sur les systèmes de remplissage, une brève description sur l'évolution de ces systèmes et un aperçu non exhaustif sur leurs types, et leur domaine d'utilisation.

## 1.2 Généralités sur la machines remplissage

### 1.2.1 Définition

Les machines d'emballage sont des machines conçues pour emballer divers produits alimentaires afin de raccourcir le temps et de faciliter l'obtention du produit final. Aujourd'hui utilisées dans de nombreux secteurs, il existe différents types et gammes de machines dans chaque domaine.

La machine à emballer est classée en deux types :

- machine à emballer en poudre.
- machine à emballer liquide.

### 1.2.2 Types de machines à remplissage

Les machines de remplissage sont divisées en trois types

#### 1.2.2.1 Machine de remplissage automatique [1]

Les machines de remplissage automatique sont des machines qui exécutent les opérations de remplissage de façons automatique sans l'intervention humaine. Ces machines ont pour principale avantage la facilité de travail en cas de cadence élevé donc une productivité élevée.




Figure 1.1 Machine de remplissage automatique.

#### 1.2.2.2 Machine de remplissage semi-automatique [1]

Les machines de remplissage semi-automatique exécutent une partie des opérations, le restenécessite une intervention humaine pour accomplir l'état final du produit. Ces machines caractérisées par un rendement faible.



Figure 1.2 Machine de remplissage semi-automatique

### 1.2.2.3 Machine de remplissage manuel [1]

Les machines de remplissage manuel présentent une simple installation où toutes les opérationssont accomplies manuellement.



Figure 1.3 Machine de remplissage manuel.

## 1.3 Choix des machines de remplissage [1]

Ils existent différents critères en site parmi eux :

- Le contenant (bouteilles, sacs, bidons).
- Le contenu (liquide, solide).
- Le mode de fonctionnement.
- La cadence de production à atteindre selon le volume du contenant.
- La charge.
- La technologie de remplissage ou le type de bec.
- Le pas de la machine, c'est-à-dire la distance entre deux becs de remplissage qui déterminele plus petit et le plus grand diamètre de bouteille possible pour la circulation dans la machine.
- L'environnement de travail.

## 1.5 Les types des machines de remplissage [1]

Les remplisseuses peuvent être divisées en :

- machine de remplissage liquide
- machine de remplissage de pâte
- machine de remplissage de poudre
- machine de remplissage de granulés

Nous allons s'intéressées par la machine de remplissage liquide.

## 1.6 Domaine d'utilisation

L'utilisation de la machine de remplissage de différents types varie dans de nombreux domaines, notamment :

- Usine de production de vinaigre.
- Usine de production de jus.
- Usine de production d'huile.
- Usine de production du lait.
- Usine de production d'eau.
- Industrie pharmaceutique (pilules, siro,….).
- Usine de production de céréales (blé, orge, riz, ...).
- Usine de production de café, lait en poudre.
- usine de production d'épices.

## 1.7 Machine de remplissage des poudres [2]

La machine de remplissage de bouteilles en poudre est une application unique de remplisseuse à vis sans fin ou de doseuse à vis sans fin. Il convient au remplissage de toute poudre dans des récipients rigides, notamment des bouteilles en plastique, des bouteilles en verre, des boîtes de conserve en métal, des pots, des pots, des seaux, des boîtes, des fûts et des seaux.

C'est une machine qui peut remplir une variété de poudres (de taille variable), en canettes ou en sachets, avec un choix de poids requis par le fabricant.



Figure 1.4 Matériaux en grain et poudre



Figure 1.5 Exemple de machine de remplissage des poudres

### 1.7.1 Principe de fonctionnement

Dans ce type de machine, l'utilisateur sélectionne le poids souhaité et appuie sur le bouton de démarrage pour démarrer le moteur pour mélanger la poudre, puis une porte cylindre s'ouvre pour permettre l'écoulement de la poudre vers la balance. Lorsque le poids souhaité est atteint, la porte du cylindre se ferme et le propulseur délivre la poudre à l'utilisateur.

## 1.8 Cahier de charge pour le cycle de remplissage semi-automatique

- L'opérateur configure son cycle de remplissage par les boutons de contrôle de la machine.
- Il remplit ensuite la trémie du produit qu'il souhaite conditionner et place son récipient sous le godet de sortie.
- Le dosage des produits fonctionne à l'aide d'un système de plateau vibrant et de clapet. Le plateau vibrant achemine la poudre de la trémie jusqu'au clapet de dosage. Ce dernier s'ouvre pour laisser passer la poudre. Il se referme au fur et à mesure du remplissage pour affiner la précision du dosage.
- La poudre est donc progressivement envoyée dans un godet de pesée. Une fois le poids désiré atteint, ce godet de pesée s'ouvre et fait passer la poudre dans un godet de sortie menant au récipient final.
- L'opérateur change alors de récipient et actionne un nouveau cycle de remplissage à l'aide de sa pédale.

## 1.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la machine de remplissage en général, en commençant par la définition de la machine de remplissage de liquide ou de poudre, son fonctionnement, les modèles et types de ces machines, et enfin la description des composants, ainsi que selon le différents domaines d'application, le problème et les solutions proposées.

# Chapitre 2

# Eléments constitutifs de la machine

## 2.1Introduction

Une machine de remplissage est composée d'une structure mécanique, des actionneurs, et d'un système de commande. Ce chapitre, présente les différents éléments constitutifs de la machine.

## 2.2 Eléments constitutif de la partie mécanique

La partie mécanique comporte les éléments suivants :

- Le support,
- Le récipient des poudres.
- Système de pesage
- Vibreur

### 2.2.1 Système de pesage

Ce système permet de mesurer le poids désiré de la poudre. Il est composé d'un capteur de mesure, et d'une plaque.

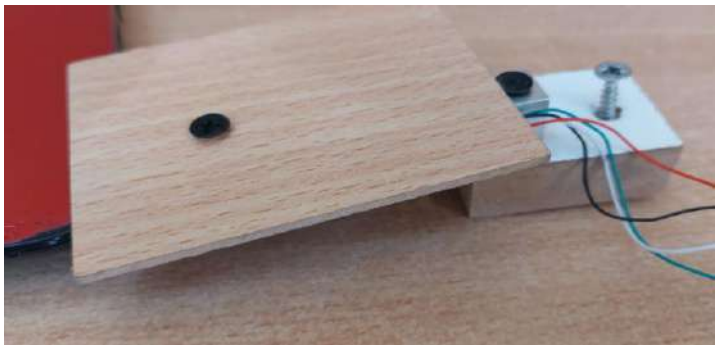


Figure 2.1 plate-forme de pesée

### 2.2.2 Vibreur

Ce système de vibration s'appuie sur l'effet d'un balourd. Il est composé d'une plaque reliée à un moteur vibrant. Les vibrations générées assurent le déplacement des poudres sur la plaque. Le niveau des vibrations est contrôlé par la variation de le vitesse du moteur afin d'assurer un déplacement des poudres d'une manière rapide ou lente.

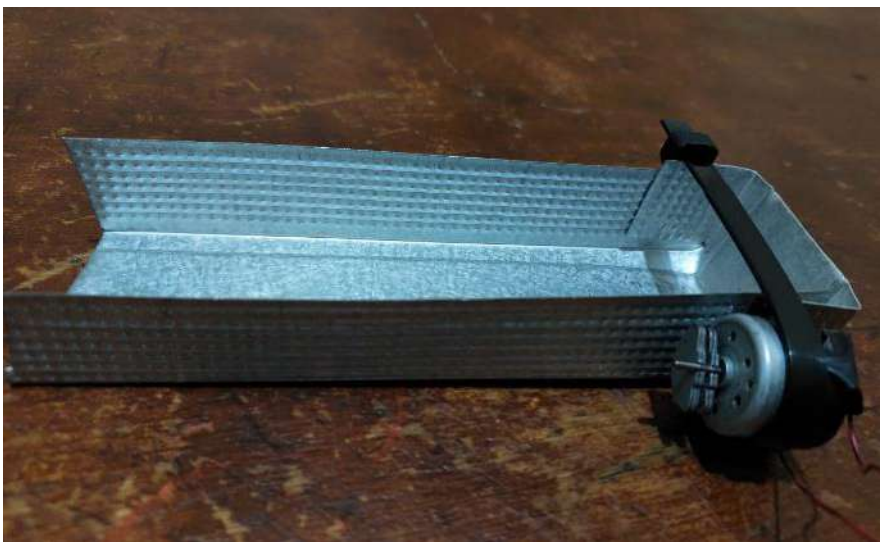


Figure 2.2 **plateau relié à un moteur vibrant**

## 2.3 Eléments constitutif de la partie électrique

### 2.3.1 Carte ARDUINO [ 10 ]

Les cartes Arduino sont conçues pour réaliser des prototypes et des maquettes de cartes électroniques pour l'informatique embarquée. Ces cartes permettent un accès simple et peu couteux à l'informatique embarquée. De plus, elles sont entièrement libres de droit, autant sur l'aspect du code source (Open Source) que sur l'aspect matériel (Open Hardware). Ainsi, il est possible de refaire sa propre carte Arduino dans le but de l'améliorer ou d'enlever des fonctionnalités inutiles au projet.

Le langage Arduino se distingue des langages utilises dans l'industrie de l'informatique embarquée de par sa simplicité. En effet, beaucoup de librairies et de fonctionnalités de base occulte certains aspects de la programmation de logiciel embarqué.

Le système Arduino permet de :

• Contrôler les appareils domestiques
• Fabriquer votre propre robot
• Faire un jeu de lumières
• Communiquer avec l'ordinateur
• Télécommander un appareil mobile (modélisme) Etc...

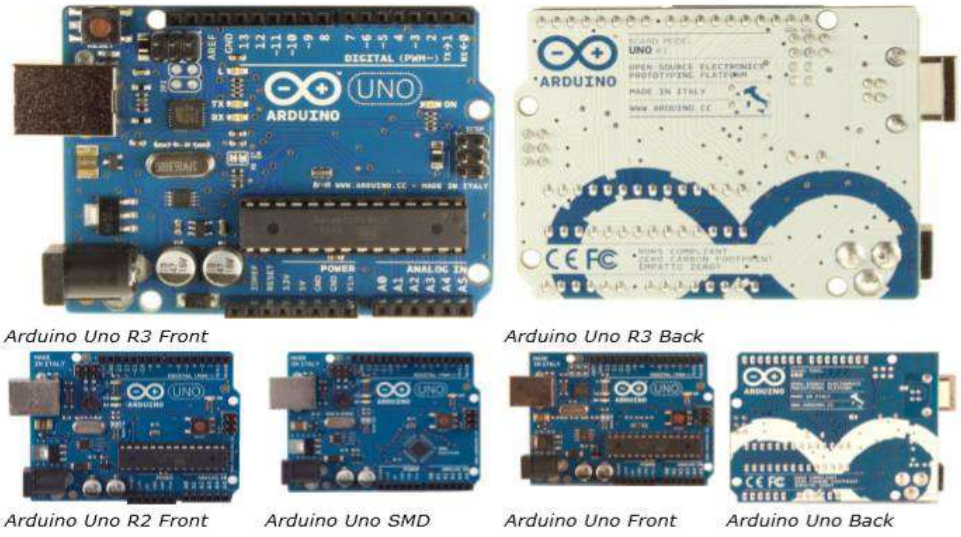



Figure 2.3 la carte ARDUINO

## 2.3.2 Système d'acquisition des données [4]

### 2.3.2.1 Caractéristiques d'une chaîne de mesure informatisée

La structure de base d'une chaîne de mesure comprend les parties suivantes :

- Un capteur sensible aux variations d'une grandeur physique et qui, à partir de ces variations, délivre un signal électrique.
- Un conditionneur de signal dont le rôle principal est l'amplification du signal délivré par le capteur pour lui donner un niveau compatible avec l'unité de numérisation; cette partie peut parfois intégrer un filtre qui réduit les perturbations présentes sur le signal.
- Une unité de numérisation qui va échantillonner le signal à intervalles réguliers et affecter un nombre (image de la tension) à chaque point d'échantillonnage. L'unité de traitement informatique peut exploiter les mesures qui sont maintenant une suite de nombres (enregistrement, affichage de courbes, traitements Mathématiques, transmissions des données …).

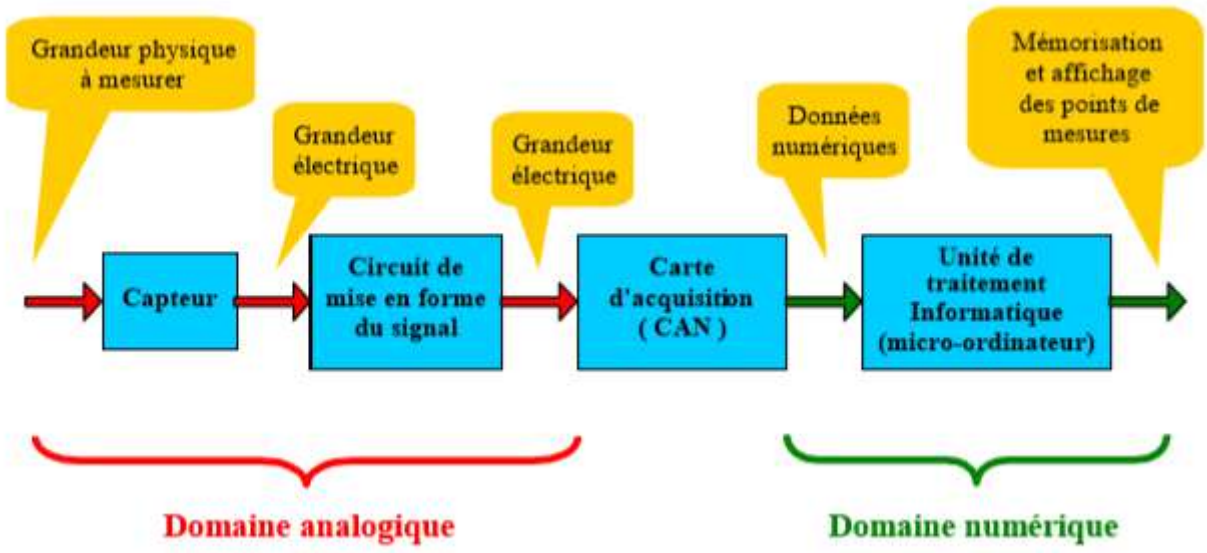



Figure 2.4 Principales partie d'une chaîne de mesure

De nos jours, compte tenu des possibilités offertes par l'électronique et l'informatique, les capteurs délivrent un signal électrique et la quasi-totalité des chaînes de mesure sont des chaînes électroniques et informatiques.

Certains capteurs, par exemple le thermomètre DALLAS DS1621, délivrent directement un mot binaire, image de la température, en leur sortie. Ils intègrent, dans un seul boîtier (DIL 08) le capteur + le circuit de mise en forme + le CAN.

### 2.3.2.2 Classification des signaux [4]

Un signal est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique le représentant peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.

- Signal continu : C'est un signal qui varie 'lentement' dans le temps : température, débit, niveau.
- Forme : C'est la forme de ce signal qui est importante : pression cardiaque, chromatographie, impact.
- Fréquentiel : C'est le spectre fréquentiel qui transporte l'information désirée : analyse vocale, sonar, spectrographie.

Un signal est dit numérique si l'amplitude de la grandeur physique le représentant ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs. En général ce nombre fini de valeurs est une puissance de 2.

Train d'impulsion : Chaque impulsion est l'image d'un changement d'état.

**Exemple :** un codeur incrémental donne un nombre fini et connu d'impulsion par tour.

Echantillonnage : C'est l'image numérique d'un signal analogique.

**Exemple :** température, débit, niveau, son (pression)…

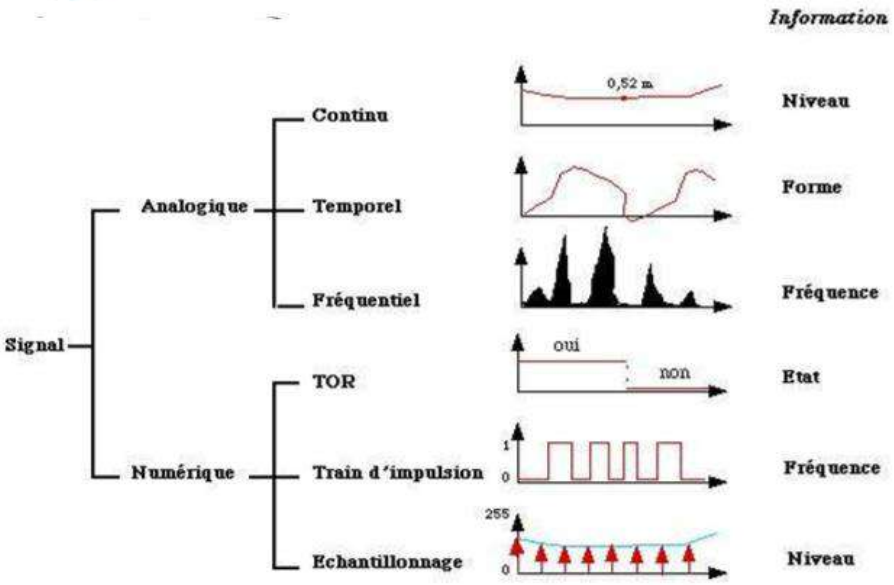



Figure 2.5 Les signaux

### 2.3.2.3 Capteurs [4]

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

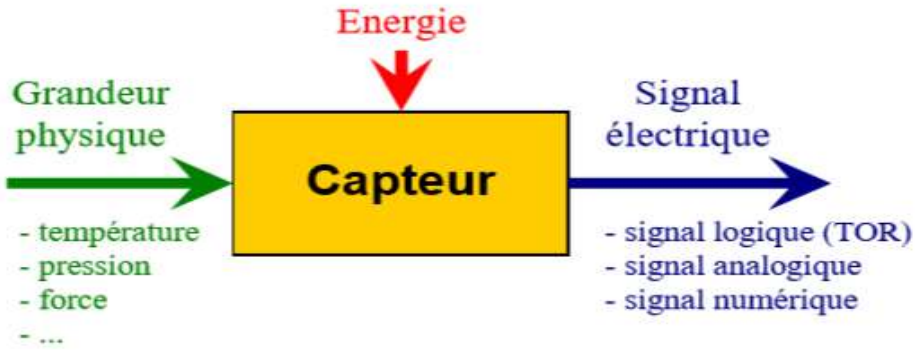



Figure 2.6 Principe d'un capteur

Généralement, un capteur se caractérise par :

Etendue de mesure : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.

Résolution : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.

Sensibilité : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.

**Exemple :** Le capteur de température LM35 a une sensibilité de 10mV / °C.

Précision : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.

Rapidité : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.

### 2.3.2.4 Les types d'erreurs classiques

- L'erreur de zéro (offset)

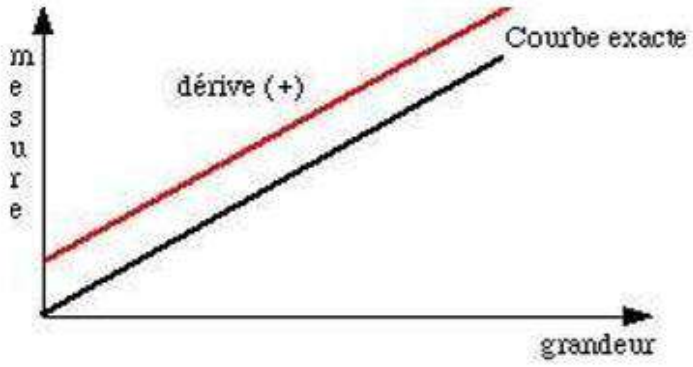



Figure 2.7 L'erreur de zéro

- L'erreur d'échelle (gain) : C'est une erreur qui dépend de façon linéaire de la grandeur mesurée.

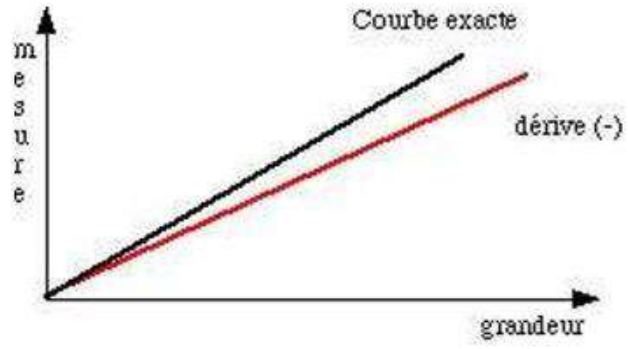



Figure 2.8 L'erreur d'échelle

- L'erreur de linéarité : La caractéristique n'est pas une droite.

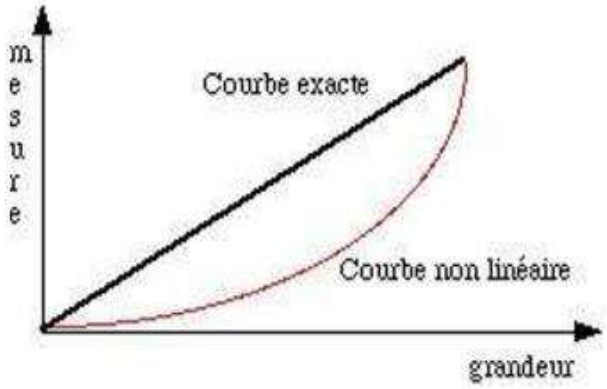



Figure 2.9L'erreur de linéarité

- L'erreur due au phénomène d'hystérésis : Il y a phénomène d'hystérésis lorsque le résultat de la mesure dépend de la précédente mesure.

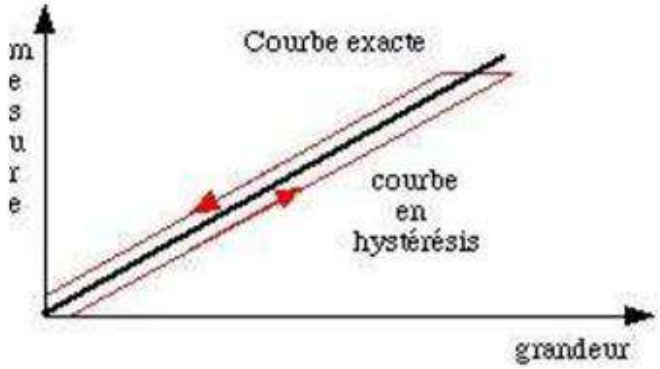



Figure 2.10 L'erreur due au phénomène d'hystérésis

- L'erreur de quantification : La caractéristique est en escalier, cette erreur est souvent due à une numérisation du signal.

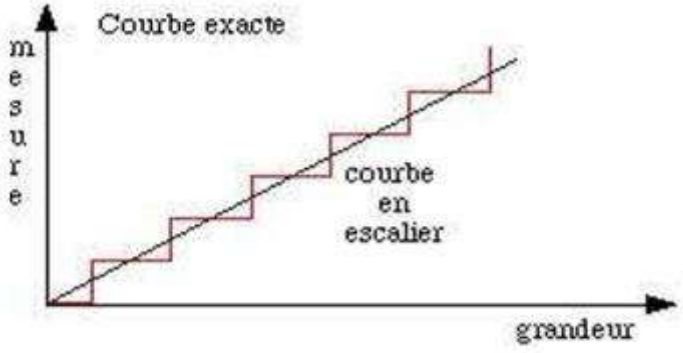



Figure 2.11 L'erreur de quantification

### 2.3.2.5 les différentes familles de capteurs

On peut classer les capteurs en deux catégories.

**Capteurs actifs [ 4 ]**

Un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

Les effets physiques les plus classiques sont :

- Effet thermoélectrique : Un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures T1 et T2, est le siège d'une force électromotrice d'origine thermique e(T1,T2).
- Effet piézo-électrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.
- Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique). Effet photo-électrique : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.
    - Effet Hall : Un champ magnétique B et un courant électrique I créent dans le matériau une différence de potentiel UH .
    - Effet photovoltaïque :Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes.[6]

**Capteurs passifs** [4]

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte : Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile. Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable).

### 2.3.3 Les capteurs utilisés dans ce projet

#### 2.3.3.1 Capteur de poids [5]

Il existe des capteurs de force assez simple d'utilisation et compatible avec les microcontrôleurs comme Arduino. Ils se composent d'une cellule d'effort et d'un module de conversion. La cellule d'effort est un capteur à jauge de contrainte permettant de mesurer un effort dans une seule direction de l'espace. Il est généralement accompagné d'un module HX711 capable d'amplifier la mesure des efforts appliqués sur la cellule de force.

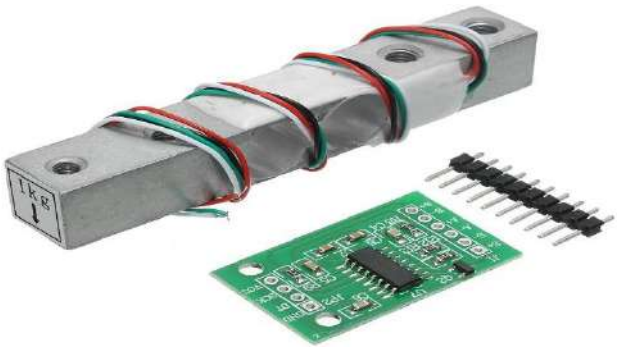


Figure 2.12 Capteur de poids (HX711)

**Principe de fonctionnement. [5]**

Le module HX711 est composé d'un amplificateur et d'un convertisseur analogique numérique HX711. Il permet l'amplification d'un signal envoyé par une cellule d'effort. Le capteur d'effort utilise un pont de Weahstone afin de convertir l'effort qui lui est appliqué en signal analogique.

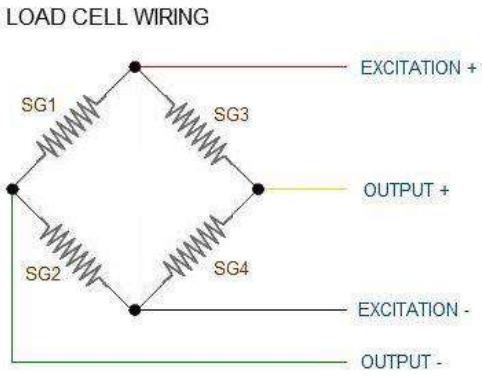



Figure 2.13 Schéma de pont de Weahstone

Le module HX711 communique avec le microcontrôleur à l'aide de deux broches digitale (SCK et DOUT) et est alimenté en 5V. Il est relié à la cellule de force par 4 fils dont la couleur reste standard sur les ponts de Wheastone :

- Excitation+ (E+) or VCC RED
- Excitation- (E-) or GND BLACK or YELLOW
- Output+ (O+), Signal+ (S+), or Amplifier+ (A+) WHITE
- O-, S-, or A- GREEN or BLUE

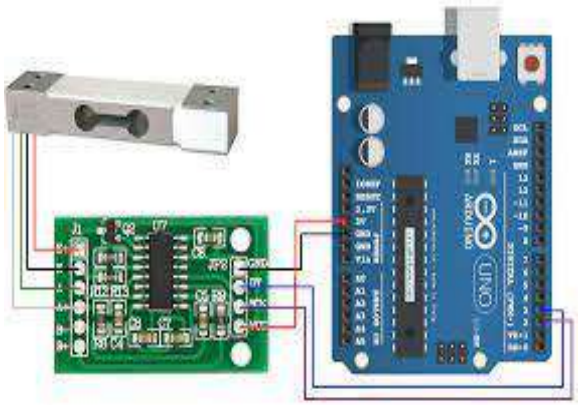


Figure 2.14 Montage du capteur de poids (HX711) avec ARDUINO.

Lorsque le capteur de force est calibré, il renvoie la valeur en g ou en kg (ou même N) selon l'unité choisie lors du calcul des paramètres des capteurs. Il est possible de lisser la mesure sur plusieurs valeurs en plaçant le nombre de lectures désirées dans la fonction get_units (number Of Readings). Cela permet d'avoir une mesure plus stable et plus juste de l'effort.

### 2.3.3.2 LCD et i2c [13]

L'Écran à cristaux liquides ou en anglais : Liquid Crystal Display (LCD).

L'afficheur LCD est en particulier une interface visuelle entre un système (projet) et l'homme (utilisateur). Son rôle est de transmettre les informations utiles d'un système à un utilisateur. Il affichera donc des données susceptibles d'être exploiter par l'utilisateur d'un système.

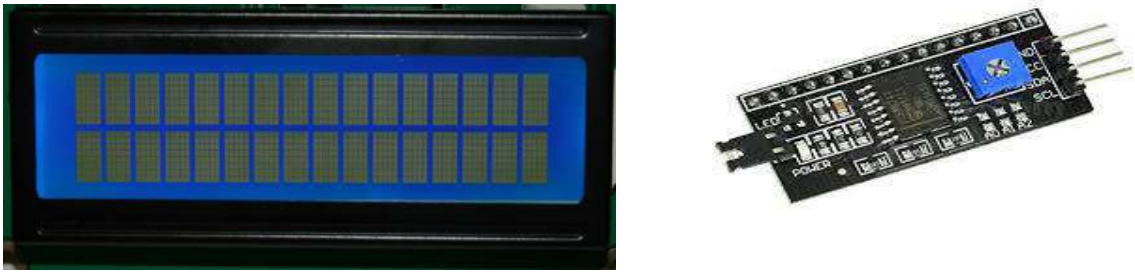


Figure 2.15 LCD et I2C

**Principe de fonctionnement d'un écran LCD** [13]

L'afficheur LCD est constitué de deux polariseurs dont les directions de polarisation forment un angle de 90°, de chaque côté d'un sandwich formé de deux plaques de verre enserrant des cristaux liquides. À chacune des interfaces avec les cristaux liquides, une couche de polymère, généralement un polyamide, rainurée assure l'ancrage des molécules au repos.

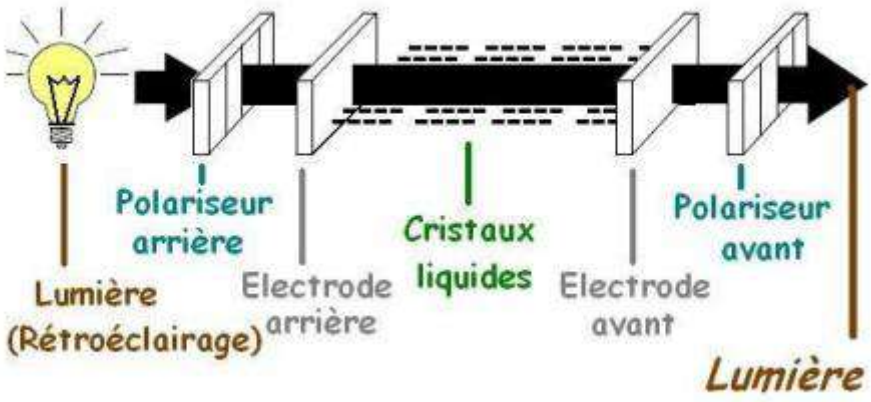



Figure 2.16 Schéma de fonctionnement d'un écran LCD

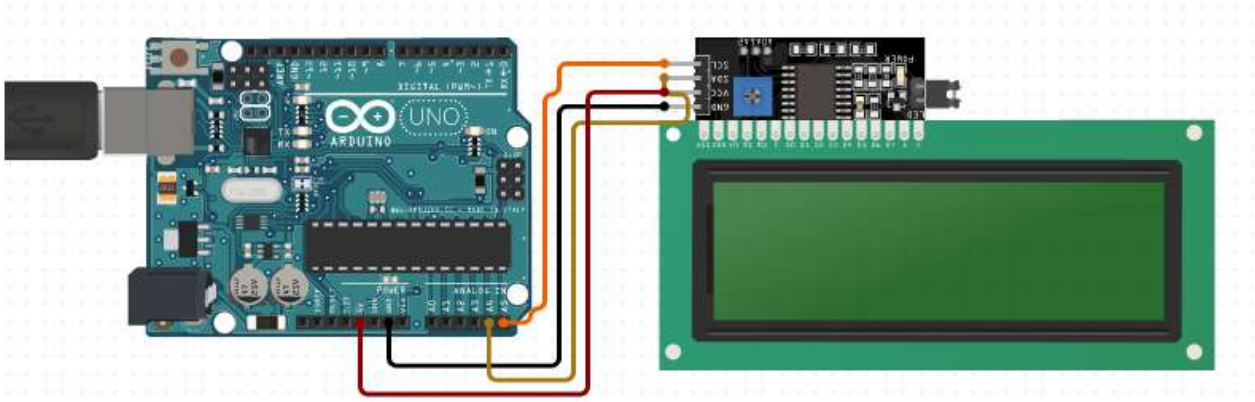


Figure 2.17 Montage de lcd et I2C avec ARDUINO.

| Afficheur LCD I2C | Arduino |
|---|---|
| GND | GND |
| VCC | +5V |
| SDA | A4 |
| SCL | A5 |

**Table 2.1** Table de correspondance

### 23.3.3 Capteur infrarouge IR [6]

Le capteur de proximité IR est un simple capteur infrarouge utilisé pour détecter les obstacles. Il s'agit d'un capteur polyvalent utilisé dans de nombreuses applications robotiques telles que le robot d'évitement d'obstacles, le robot suiveur de ligne et tout autre projet de détection d'obstacles. Il s'agit d'un capteur Infrarouge Actif, il émet et détecte ses propres rayons IR. Un capteur infrarouge passif ne détecte que les rayons infrarouges émis par les objets. Le capteur PIR est un bon exemple de capteurs infrarouges passifs



Figure 2.18 Capteur de IR

**Principe de fonctionnement** [6]

Les lumières infrarouges sont des rayonnements électromagnétiques avec des longueurs d'onde plus longues et ne sont pas visibles à l'œil humain. Dans les capteurs IR, on distingue des LED émettrices et réceptrices IR.

Sur de longues distances, l'angle de la lumière et du capteur se rencontrent pour que la sortie soit ÉLEVÉE (+ 5v). S'il y a un obstacle, l'angle est inférieur et la LED de réception ne peut pas détecter l'onde IR. Par conséquent, il émettra un signal BAS (0v).

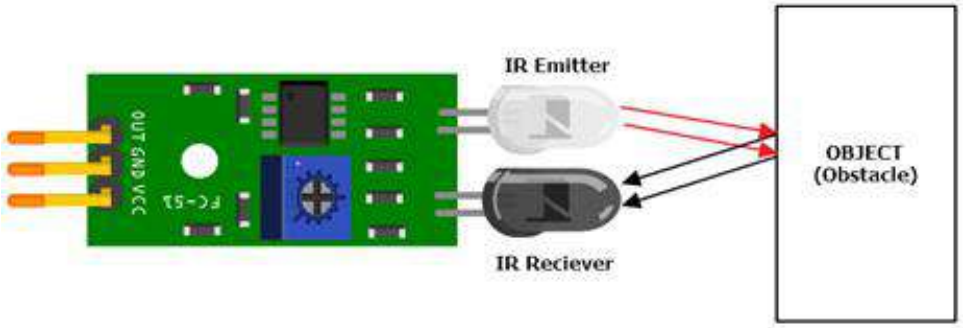



Figure 2.19 Schéma de fonctionnement

Le capteur IR a trois bornes, deux bornes pour l'alimentation et une borne pour la sortie. de plus, il y a un potentiomètre pour calibrer le capteur.

VCC - Alimentation (+5V)

GND - Masse

SORTIE – Sortie

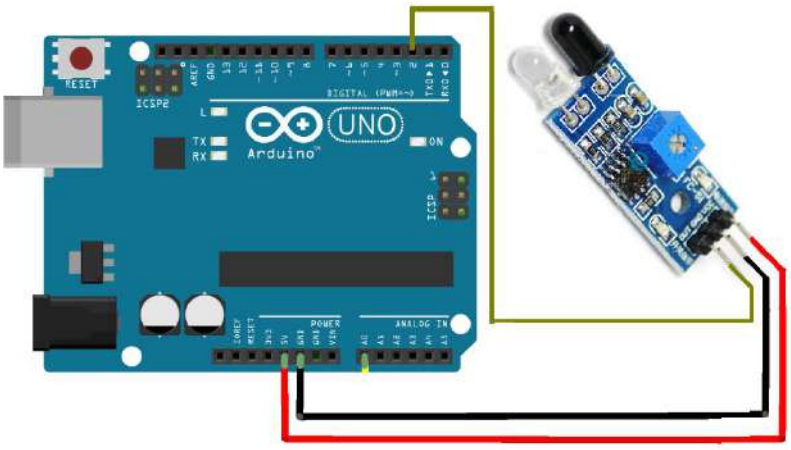



Figure 2.20 Schéma d'installation du capteur IR

### 2.3.3.4 Moteur à courant Continu DC [7]

La figure 2.19 montre un moteur accouplé avec une masse pour générer des vibrations.

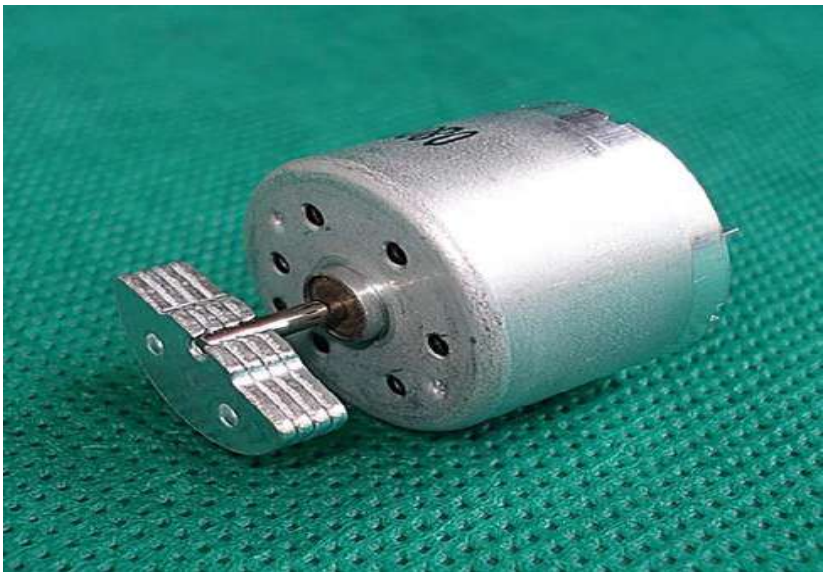


Figure 2.21 Moteur DC.

**Principe de fonctionnement d'un moteur DC** [10]

Le moteur à courant continu se compose :

- de l'inducteur ou du stator,
- de l'induit ou du rotor,
- du collecteur et des balais.

Lorsque le bobinage d'un inducteur de moteur est alimenté par un courant continu, sur le même principe qu'un moteur à aimant permanent (comme la figure ci-dessous), il crée un champ magnétique (flux d'excitation) de direction Nord-Sud.

Une spire capable de tourner sur un axe de rotation est placée dans le champ magnétique. De plus, les deux conducteurs formant la spire sont chacun raccordés électriquement à un demi collecteur et alimentés en courant continu via deux balais frotteur.

D'après la loi de Laplace (tout conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique est soumis à une force), les conducteurs de l'induit placés de part et d'autre de l'axe des balais (ligne neutre) sont soumis à des forces F égales mais de sens opposé en créant un couple moteur : l'induit se met à tourner.

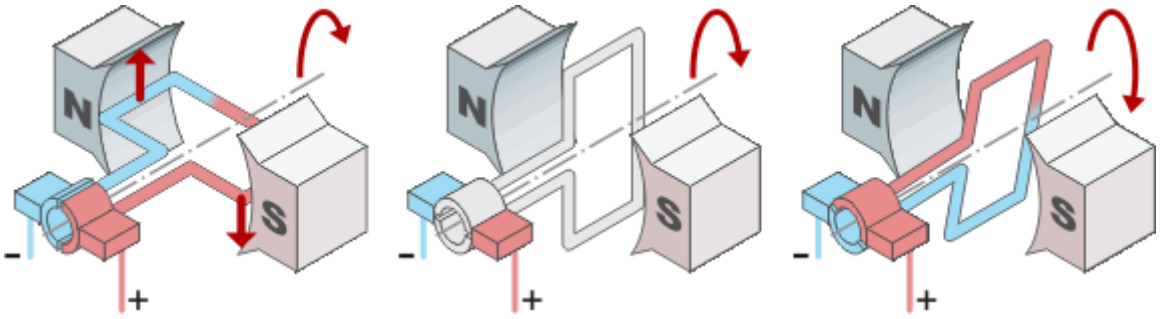



Figure 2.22 Schéma de fonctionnement

Si le système balais-collecteurs n'était pas présent (simple spire alimentée en courant continu), la spire s'arrêterait de tourner en position verticale sur un axe appelé communément "ligne neutre". Le système balais-collecteurs a pour rôle de faire commuter le sens du courant dans les deux conducteurs au passage de la ligne neutre. Le courant étant inversé, les forces motrices sur les conducteurs le sont aussi permettant ainsi de poursuivre la rotation de la spire.

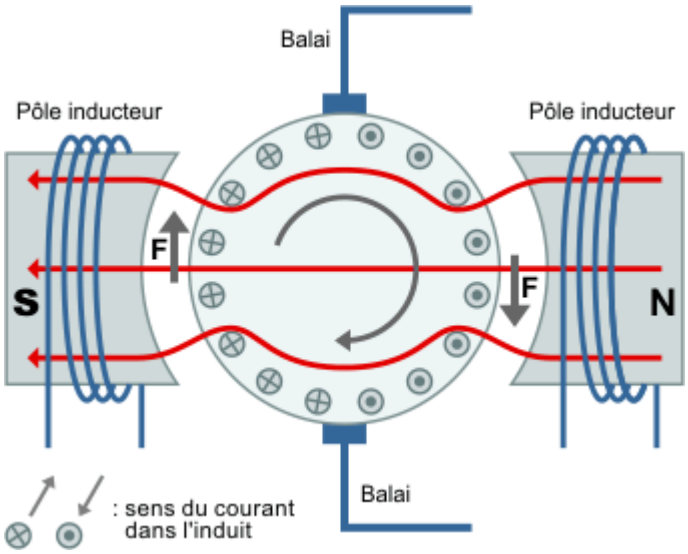



Figure 2.23 schéma de fonctionnement

Dans la pratique, la spire est remplacée par un induit (rotor) de conception très complexe sur lequel sont montés des enroulements (composés d'un grand nombre de spires) raccordés à un collecteur "calé" en bout d'arbre. Dans cette configuration, l'induit peut être considéré comme un seul et même enroulement semblable à une spire unique..

**Modélisation du Moteur à Courant Continu[8]**

**Equation Mécanique**

Equation Fondamentale de la dynamique pour les systèmes tournants :

$CrJ.d\Omega/dt=Cm-Cr$

Cr est le couple résistant peut être décomposé en un couple de frottements sec C0 et

à un couple frottements visqueux proportionnel à la vitesse $Cv = f.\Omega$

**Remarque**

Cm Couple moteur est proportionnel au courant dans le rotor

$Cm = K\Phi.I$

**Equation Electrique** [8]

Etant donné le nombre de spires, nous avons affaire à un circuit inductif, modélisé par l'inductance L.

Les fils ont toujours une certaine résistivité modélisée par R.

Comme il y a mouvement d'un fil dans un champ magnétique –> Force Contre Electromotrice induite

$\vec{E} = \vec{V} \wedge \vec{B}$

Cela induit une différence de potentiel s'opposant à la tension d'alimentation U

$E=K\Phi.\Omega$

NB: ce KΦ est le même que pour Cm=KΦ. I

L'équation Electrique est donc :

U =R.i+L(di/dt) +E

avec E=KΦ. Ω

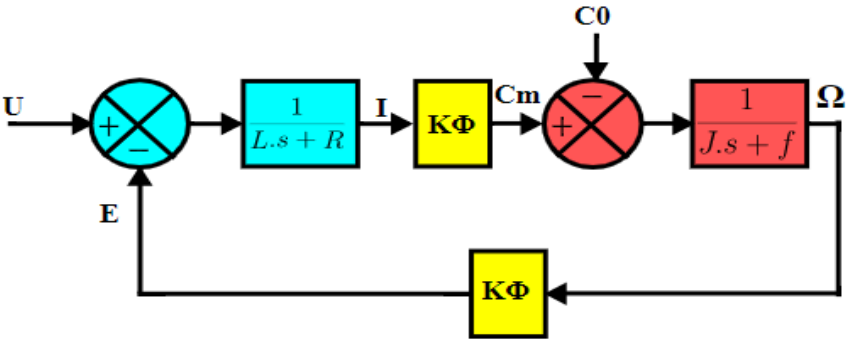



Figure 2.24 Schéma de commande d'un moteur

### 2.3.3.5 MOSFET [9]

Un MOSFET, ou ce qu'on appelle un transistor à réseau isolé, est défini comme un type de transistor à effet de champ avec un canal de transmission dont la structure interne dépend de matériaux semi-conducteurs. Le MOSFET se compose de trois parties : la source, le drain et la porte.

Dans son travail, le MOSFET dépend de la différence de potentiel entre la porte et la source pour permettre au courant électrique de passer de la source à l'aval, contrairement au transistor ordinaire, qui dépend du courant électrique pour le faire fonctionner pour agir à son tour comme un commutateur ou un amplificateur pour les signaux électriques. La figure ci-dessous montre les parties du MOSFET

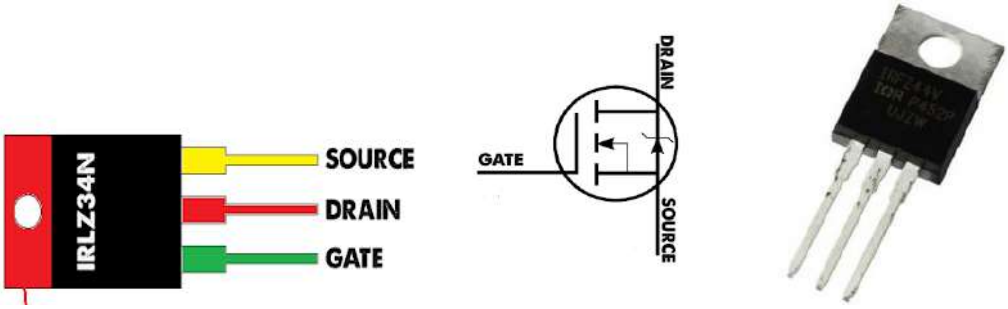



Figure 2.25 MOSFET

**Principe de fonctionnement du transistor MOSFET** [9]

Un transistor MOSFET se commande en appliquant une tension positive à sa grille. Lorsque cette tension dépasse une certaine valeur, il devient passant (entre drain et source) et permet le passage du courant. Entre drain et source, le transistor se comporte quasiment comme un fil. Lorsque la tension de grille est nulle, le transistor est un interrupteur ouvert. Les capacités parasites ralentissent la vitesse de commutation du transistor MOS (transition de l'état passant à l'état bloqué ou inversement)).

### 2.3.3.6 la batterie

L'alimentation est faite par une source de tension 9V DC, nous avons utilisé une batterie non rechargeable haute performance, qui est très utilisable dans les onduleurs, des conditions de température de 25 degrés avec les caractéristiques suivantes :

- Courant initial : 1,5 ampère,
- Capacité : 1Ah,
- Tension 9V CC




Figure II.26 La batterie

### 2.3.3.7 Servo moteur [3]

Un servomoteur est un moteur à courant continu spécial avec un réducteur, il est équipé d'un circuit électronique pour commander le sens de rotation, ainsi que la position de l'arbre du moteur. Ils sont faciles pour la commande avec une précision élevée et délivrent un couple considérable. Pour ces raisons, on a choisi de travailler avec le servomoteur de référence MG 995 High speed. Les détails sur le principe et la commande du servomoteur sont expliqués dans la partie Actionneur.

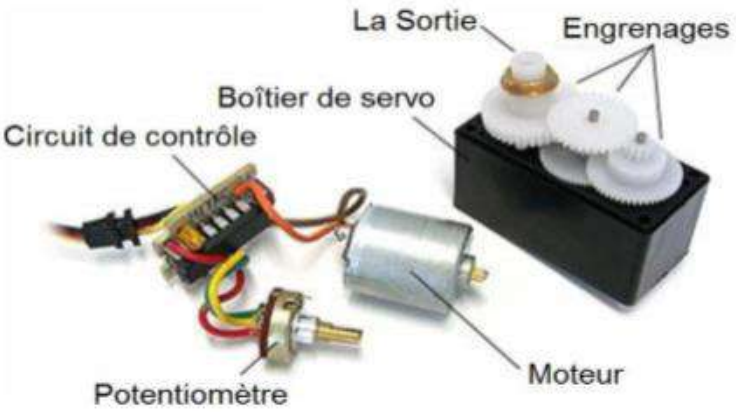



Figure 2.27 composants de servomoteur

Caractéristique du servomoteur utilisé :

- Poids : 55g
- Dimension : 40.7x19.7x42.9mmapprox.
- Vitesse de fonctionnement : 0.2s/60º(4.8V),0.16s/60º(6V)
- Tension de fonctionnement : 4.8Va7.2V

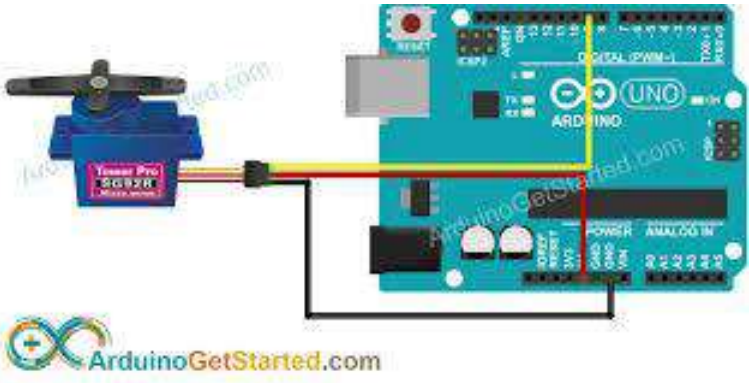



Figure 2.28 Installation d'un servomoteur avec une carte Arduino

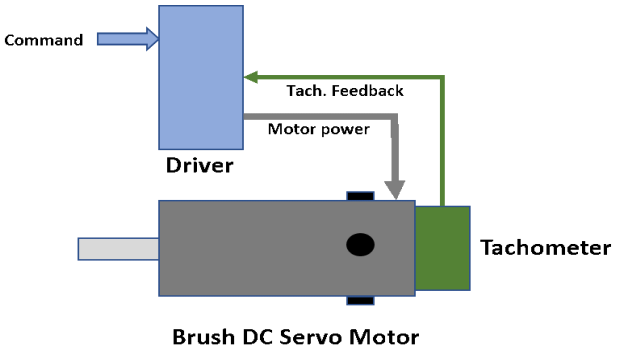



Figure 2.29 Servomoteur

**Principe de fonctionnement [3 ]**

Un servomoteur industriel simple se compose d'un moteur à courant continu à aimant permanent avec un tachymètre intégré qui fournit une tension de sortie proportionnelle à la vitesse. L'électronique de commande fournit la tension et le courant nécessaires au moteur en fonction de la tension renvoyée par le tachymètre. Une vitesse commandée est définie dans le pilote, puis les circuits du pilote comparent la tension d'asservissement du tachymètre et déterminent si la vitesse souhaitée a été atteinte; c'est ce que l'on appelle une « boucle de vitesse fermée ». La boucle de vitesse surveille la vitesse commandée et l'asservissement du tachymètre, tandis que le pilote ajuste la puissance du moteur pour maintenir la vitesse commandée souhaitée.

Dans un servomécanisme plus sophistiqué, plusieurs boucles intégrées sont réglées pour obtenir des performances optimales afin d'assurer un contrôle précis du mouvement. Le système se compose de boucles de courant, de vitesse et de position qui utilisent des éléments d'asservissement de précision. Chaque boucle signale la boucle suivante et surveille les éléments d'asservissement appropriés pour effectuer des corrections en temps réel afin de correspondre aux paramètres commandés.

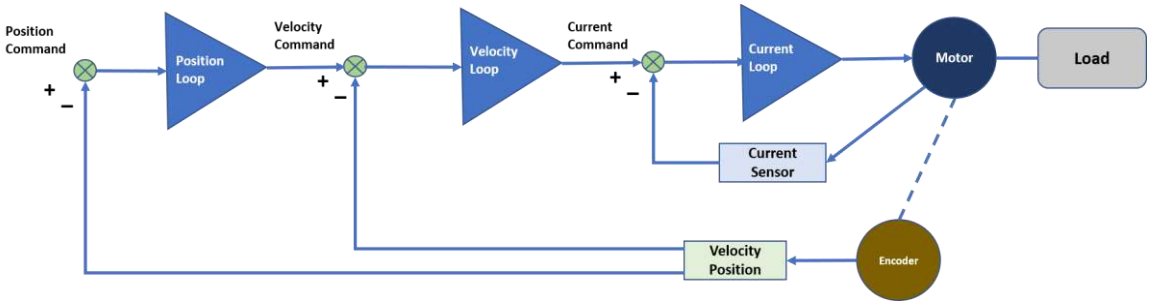



Figure 2.30 Boucles d'un servomécanisme

## 2.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les éléments constitutifs des deux parties qui forme la machine de remplissage des poudres, à savoir : parties mécanique électrique.

Pour chaque élément, nous avons donné une brève description du point de vue de fonctionnement, et branchement avec la carte ARDUINO.

# Chapitre 3

# Construction de la machine

## 3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les différentes étapes de la construction de la machine de remplissage des poudres, à savoir, la conception et la fabrication de la machine. Le système développer est commander par l'utilisation la carte ARDUINO UNO ainsi que ses outils de programmation (Proteus ISIS, IDE Arduino).

## 3.2 Utilisation de la carte ARDUINO [10]

La carte Arduino Uno est constituée de 14 broches d'entrées/sorties digitales, dont six sont utilisables en PWM, de 6 broches d'entrées analogiques, d'une connectique USB, d'une connectique d'alimentation, d'un port ICSP et d'un bouton RESET. La description de toutes les connectiques de la carte Arduino UNO est présentée dans les deux images ci-dessous :

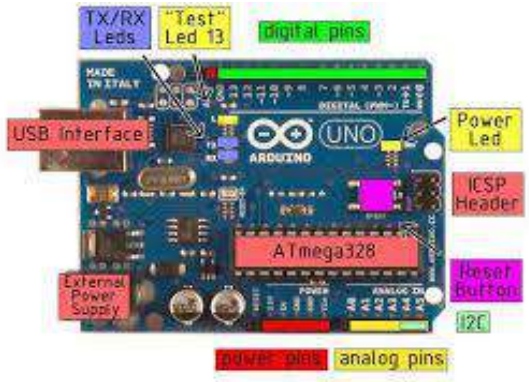



Figure 3.1. Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno

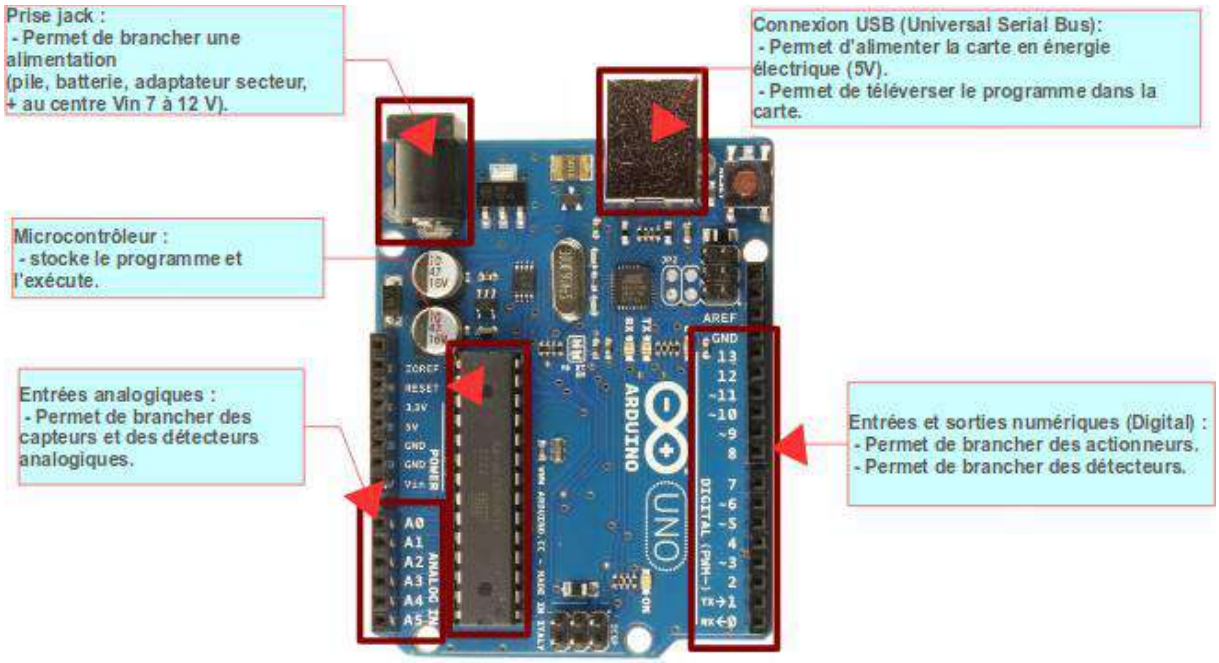



Figure 3.2 La carte Arduino Uno

## L'alimentation

En général, la carte Arduino est alimentée par une tension de 5V. En fonction du modèle de la carte, cette tension peut être fournie soit par une des prises d'alimentation présentes sur la carte, soit par la prise USB utilisée pour la connecter à un ordinateur. La valeur de la tension a fournir sue une des prises d'alimentation doit être comprise entre 7 et 12V mais cette tension n'a pas besoin d'être stabilisée en raison de La présence d'un régulateur de tension sur la carte.

## Programmation de la carte

Le logiciel permet de programmer la carte Arduino offre une multitude de Fonctionnalités. Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. Le langage impose une structure particulière typique de l'informatique embarquée. Le programme est lu par le microcontrôleur de haut vers le bas. Une variable doit être déclarée avant d'être utilisée par une fonction.

La structure minimale est constituée :

• En tête : déclaration des variables, des constantes, indication de l'utilisation de Bibliothèques

•Un setup (= initialisation) cette partie n'est lue qu'une seule fois, elle comprend les fonctions devant être réalisées au démarrage (utilisation des broches en entrées ou en sortie, mise en marche du midi, du port série de l'I2C etc...)

•Une loop (boucle) : cette partie est lue en boucle ! C'est ici que les fonctions sont réalisées.
En plus de cette structure minimale, on peut ajouter :
•Des « sous-programmes » ou « routines » qui peuvent être appelées à tout moment dans la boucle, très pratiqué pour réaliser des morceaux de codes répétitifs.
• Des « callbacks », ce sont des fonctions qui sont rappelées automatiquement depuis une bibliothèque.

L'interface du logiciel Arduino se présente de la façon suivante :

1. Options de configuration du logiciel
2. Boutons pout la programmation des cartes
3. Programme à créer
4. Débogueur (affichage des erreurs de programmation)

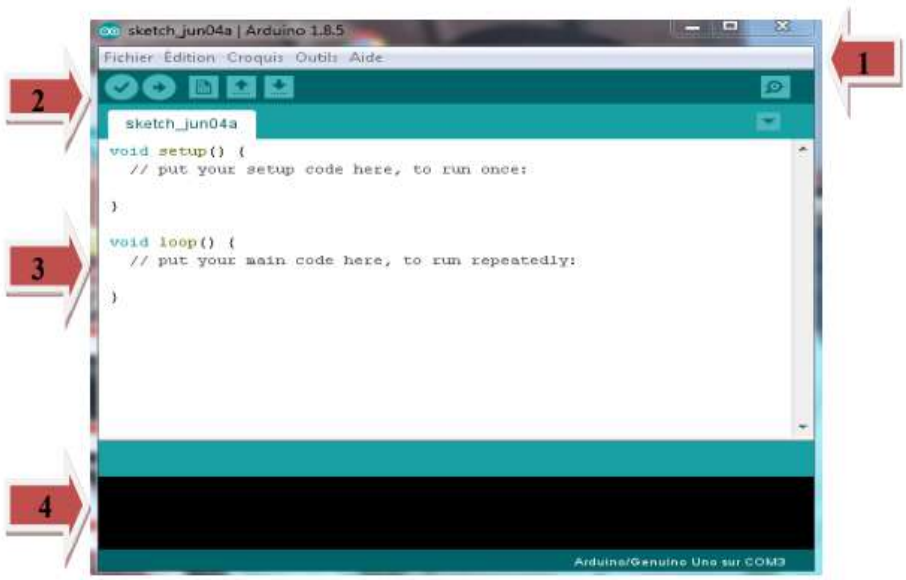



Figure 3.3 Interface du logiciel de la carte Arduino

Le menu de l'interface

1. Permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans le Programme.
2. Compiler et envoyer le programme vers la carte.
3. Créer un nouveau fichier.
4. Charger un programme existant.
5. Sauvegarder le programme en cours.

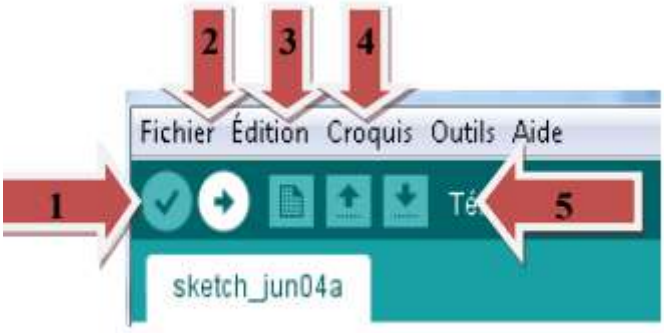



Figure 3.4 menu de l'interface du logiciel

## 3.3 PWM [11]

La modulation de largeur d'impulsion, ou PWM, est une technique permettant d'obtenir des résultats analogiques avec des moyens numériques. La commande numérique est utilisée pour créer une onde carrée, un signal commuté entre marche et arrêt. Ce modèle marche-arrêt peut simuler des tensions entre le plein Vcc de la carte (par exemple, 5 V sur Uno, 3,3 V sur une carte MKR) et off (0 Volt) en modifiant la partie du temps que le signal passe par rapport à la temps que passe le signal. La durée du « temps de marche » est appelée la largeur d'impulsion. Pour obtenir des valeurs analogiques variables, vous modifiez ou modulez cette largeur d'impulsion. Si vous répétez ce schéma marche-arrêt assez rapidement avec une LED par exemple, le résultat est comme si le signal était une tension constante entre 0 et Vcc contrôlant la luminosité de la LED.

Dans le graphique 3.5, les lignes vertes représentent une période de temps régulière. Cette durée ou période est l'inverse de la fréquence PWM. En d'autres termes, avec la fréquence PWM d'Arduino à environ 500 Hz, les lignes vertes mesureraient 2 millisecondes chacune. Un appel à analogWrite() est sur une échelle de 0 à 255, de sorte que analogWrite(255) demande un rapport cyclique de 100 % (toujours activé) et analogWrite(127) est un rapport cyclique de 50 % (sur la moitié du temps) pour Exemple.

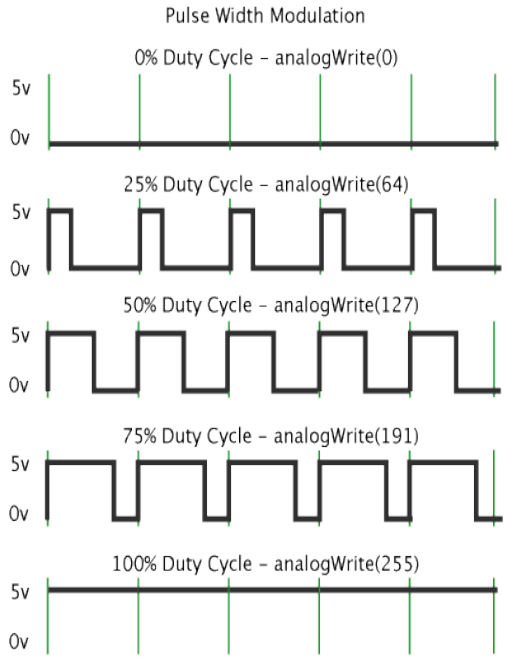



Figure 3.5 le schéma de PWM

| | |
|---|---|
| Microcontrôleur | ATmega328P |
| Tension de fonctionnement | 5V |
| Tension d'entrée (recommandé) | 7-12V |
| Tension d'entrée (limite) | 6-20V |
| SRAM | 2 KB (ATmega328P) |
| EEPROM | 1 KB (ATmega328P) |
| Mémoire flash | 32 KB (ATmega328P) |
| Courant max par broches E/S | S 40 mA (200mA cumulé pour l'ensemble des broches) |

Tableau 3.2 Caractéristique d'ARDUINO UNO

## 3.4 Définition Proteus (ISIS et ARES) [12]

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société L'absenter Electroniques, les logiciels incluent dans Proteus permettent la CAO dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle : ISIS, ARES, PROSPICE et VSM.

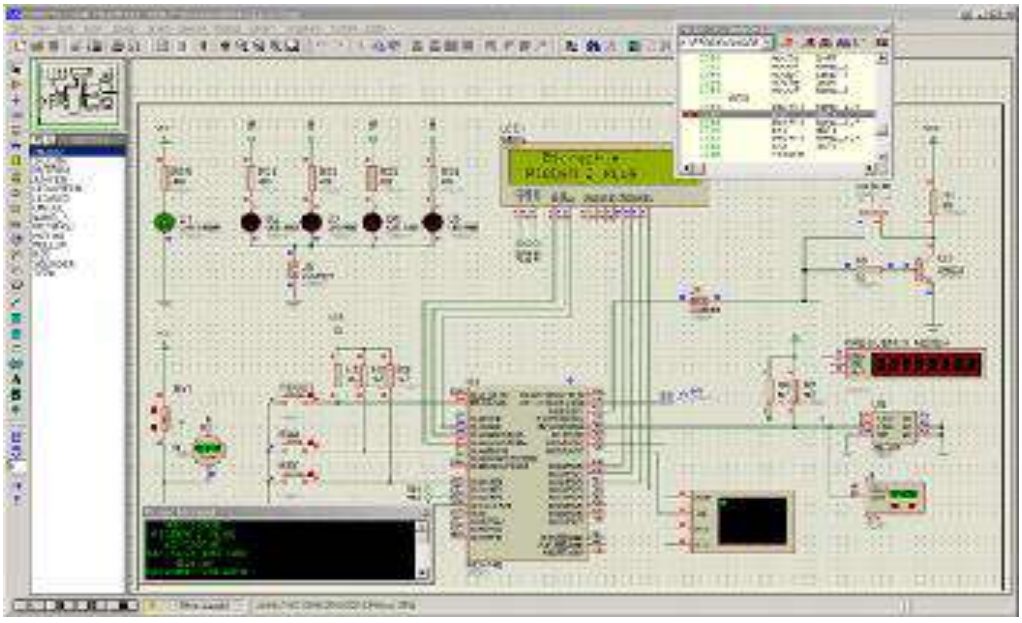


Figure 3.6 l'interface de PROTEUS

### 3.4.1 Présentation générale [12]

Le PROTEUS est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation utilisent ce logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
- Le support technique est performant
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet

**ISIS**

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisé dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

**ARES**

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complètement parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficiente lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement.

## 3.5 Schéma synoptique de la machine

Le schéma de la figure 3.7 montre la chaîne d'acquisition de données qui explique comment les informations sont transférées du contrôleur au reste de la pièce via la carte Arduino et le circuit d'alimentation.

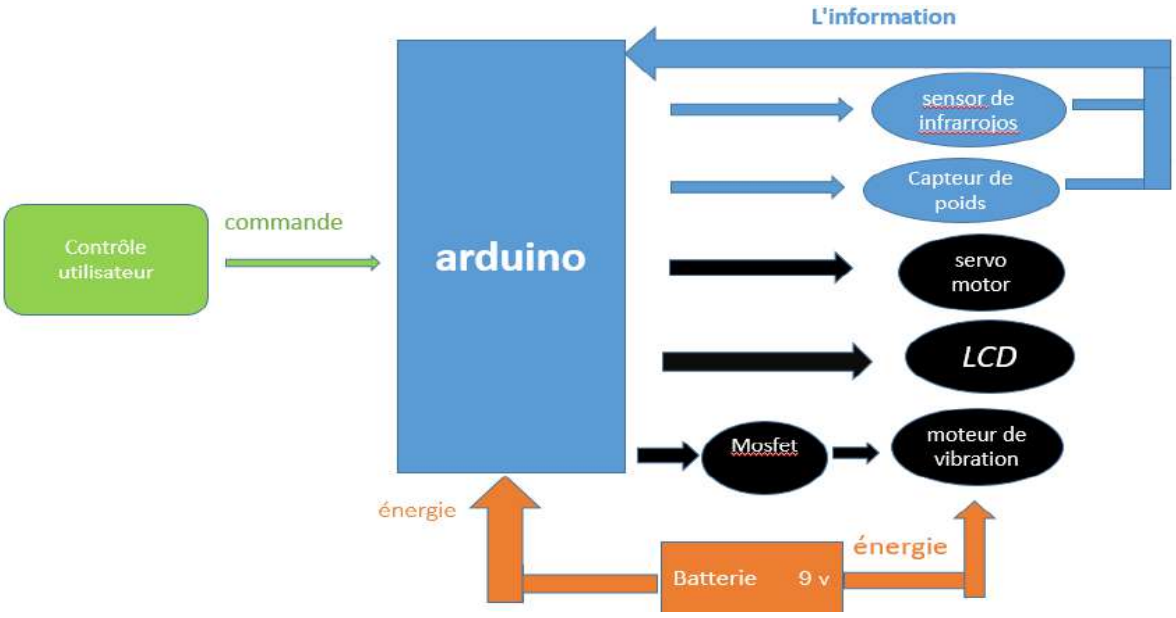



Figure 3.7 schéma synoptique

**Les entrées :**

Poids requis saisi par l'utilisateur.

**Les sorties :**

Recevoir les informations des capteurs.

Fonctionnement à la fois de l'écran LCD et moteur et du servomoteur.

## 3.6 Réalisation de projet

### 3.6.1 Servo moteur

Les figure 3.8-3.10, montrent le schéma de commande d'un servomoteur par la carte ARDUINO et le code de la commande. Dans cette simulation, nous contrôlons le comportement du servomoteur et cela se fait via un signal provenant de l'entrée Arduino 10, et nous pouvons contrôler l'angle de rotation et le sens de rotation, par exemple : commande du moteur pour effectuer une rotation de170 degrés.

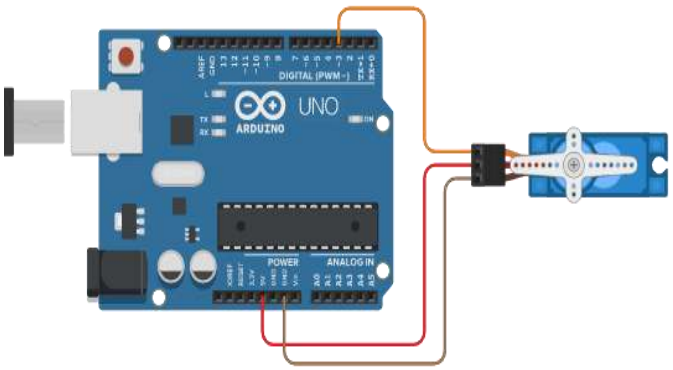



Figure 3.8 schéma électrique

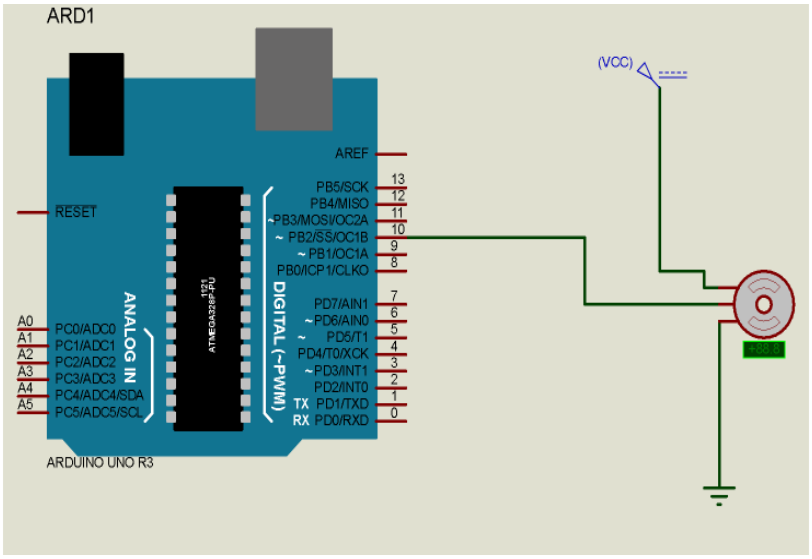



Figure 3.9. Schéma de servo moteur sous **Proteus**




Figure 3.10. Programmation du Servo moteur

### 3.6.2 Capteur de IR

Les figure 3.11-3.13, montrent respectivement le schéma de montage du capteur de IR avec la carte ARDUINO et le code de la commande. Dans notre expérience, lors le passage d'un objet devant le capteur IR, l'indicateur LED 13 s'allume.

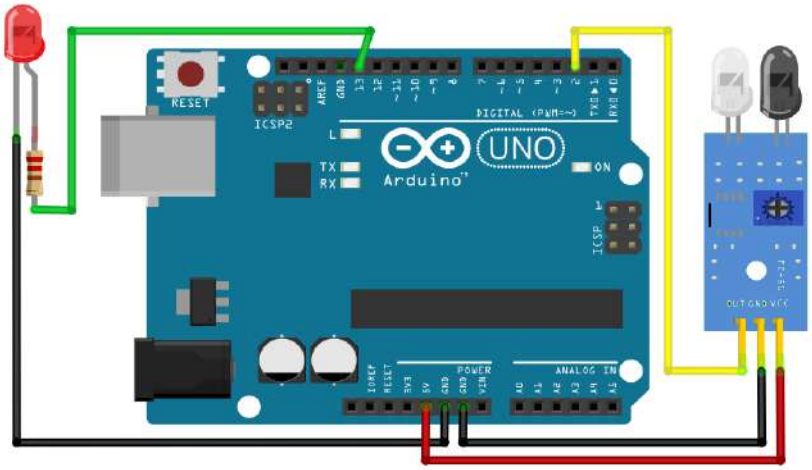



Figure 3.11 Schéma électrique pour le capteur **de IR**

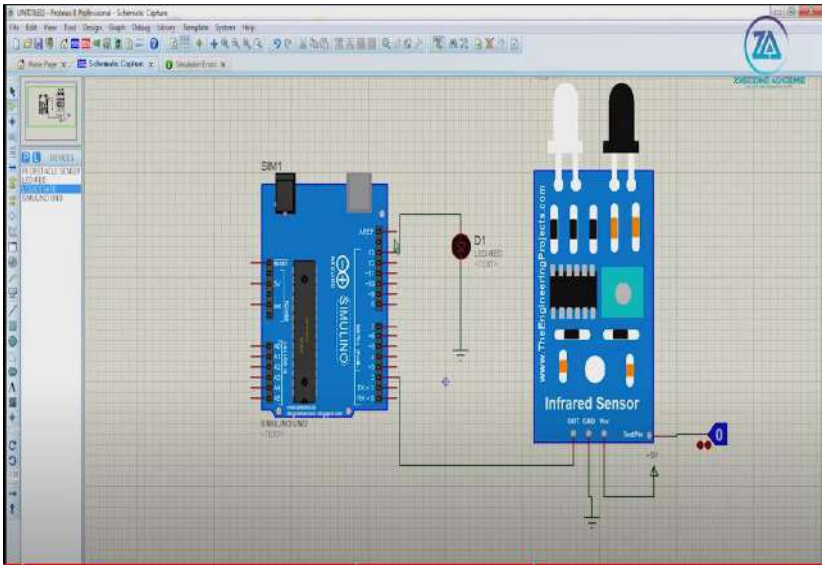



Figure 3.12 Schéma de capteur d'IR sous Proteus




Figure 3.13 programmation du capteur de IR

### 3.6.3 Moteur DC et MOSFET

Les figure 3.14-3.16, montrent respectivement le schéma de montage du moteur et du MOSFET avec la carte ARDUINO et le code de la commande. Dans cette expérience, nous voulons contrôler la vitesse du moteur, nous utilisons donc la sortie 3, qui est une classe PWM, qui fait tourner le moteur à différentes vitesses, la première est élevée et la seconde est moyenne, et nous utilisons MOSFET.

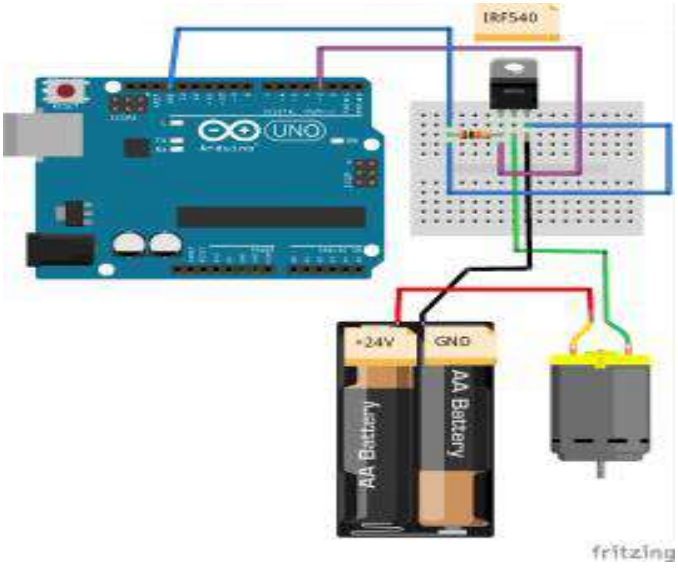



Figure 3.14 Installation d'un moteur et MOSFAT avec une carte Arduino

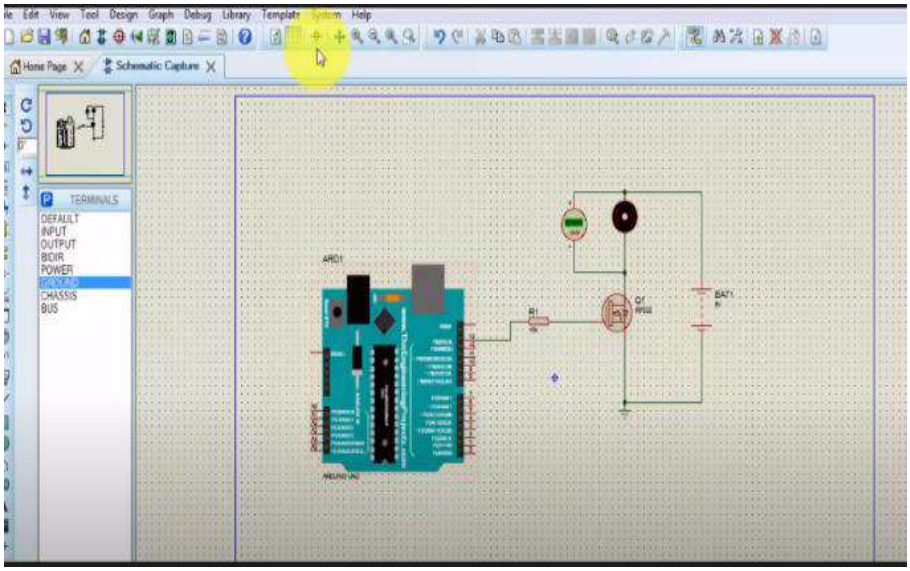



Figure 3.15 Schéma moteur dc et MOSFET sous PROTEUS




Figure 3.16 programmation du moteur et MOSFET

### 3.6.4 Montage du HX711 ET LCD / I2C

Les figure 3.17-3.19, montrent respectivement le schéma de montage de HX711 et LCD I2C avec la carte ARDUINO et le code de la commande. Dans cette expérience, nous voulons mesurer le poids d'un objet, nous plaçons donc un bloc sur le capteur de poids, de sorte que le capteur produise une tension qui est transmise par hx711 et se transforme en un signal numérique qui va à l'Arduino. L'Arduino traite les informations et les envoie au panneau LCD pour afficher le poids du bloc.

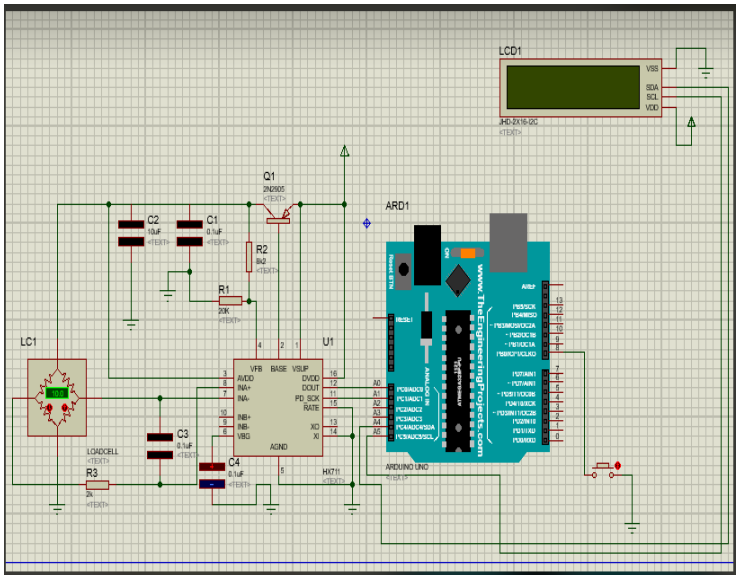



Figure 3.17 Schéma de HX711 et LCD I2C sous PROTEUS

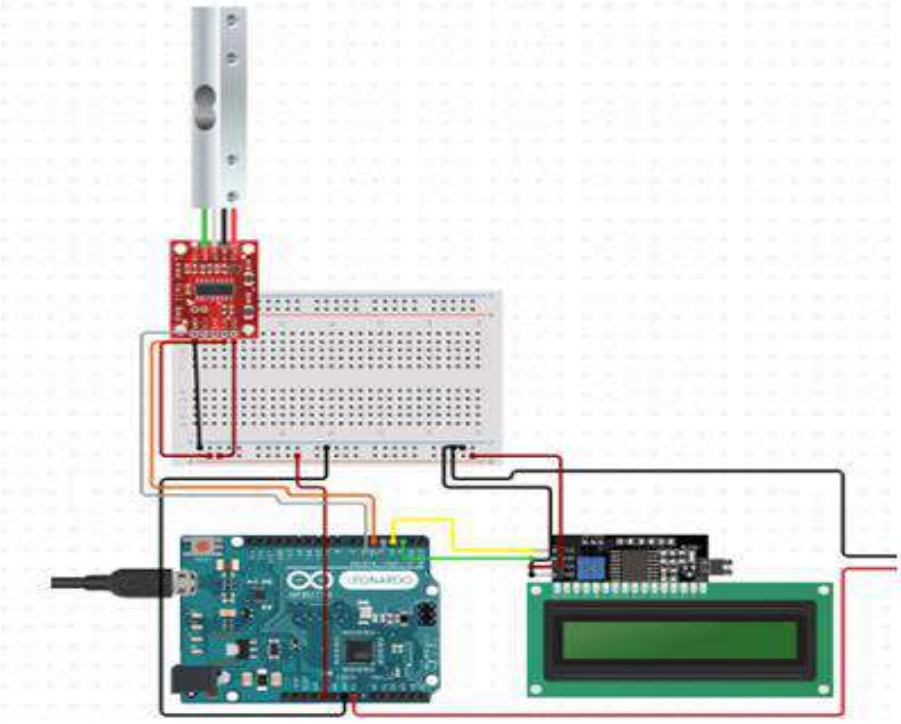


Figure 3.18 Schéma d'assemblage de HX711 et LCD I2C

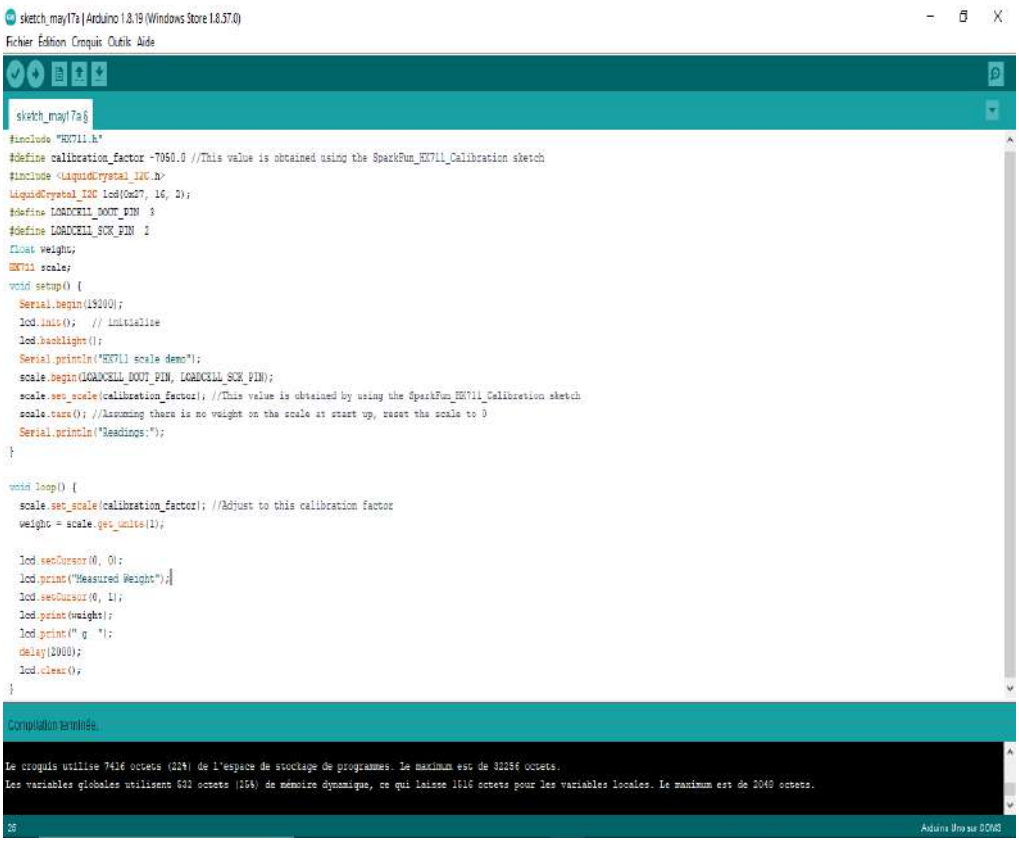



Figure 3.19 Programmation de HX711 et LCD I2C

## 3.7 Organigramme du programme implémenté

La figure 3.20 montre le déroulement d'utilisation de la machine.

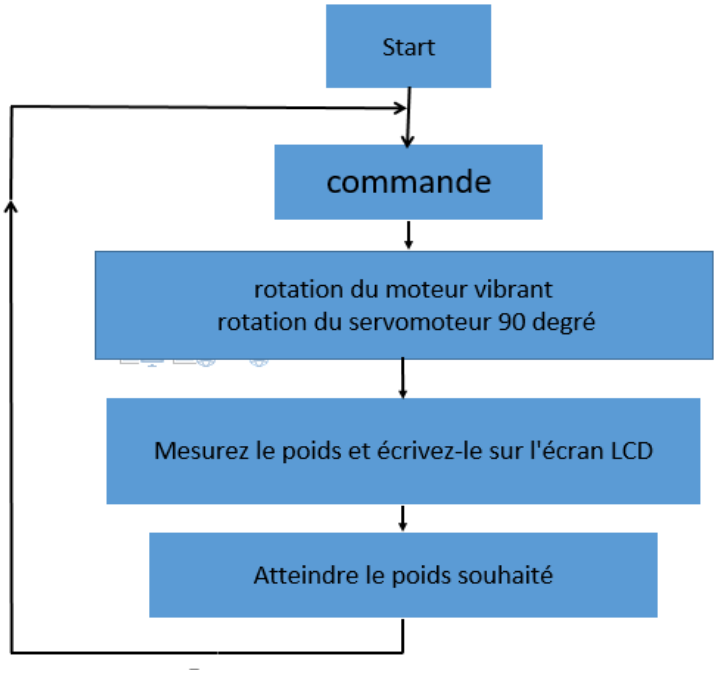



Figure 3.20 Organigramme

| Type | Quantité | Référence |
|---|---|---|
| Arduino | 01 | Duino1 Uno |
| Afficheur LCD | 01 | 16*2 |
| Servo moteur | 01 | MG 995 |
| Capteur de poids (HX711) | 01 | |
| Capteur de IR | 01 | |
| moteur | 01 | |
| batterie | 01 | 9v |
| bouton | 04 | |
| mosfet | 01 | |

Tableau 3.3 Les composants de la machine

## 3.8 Assemblage complet de la machine

La figure 3.21 montre les éléments constitutifs de machine et les connexions entre ces éléments.

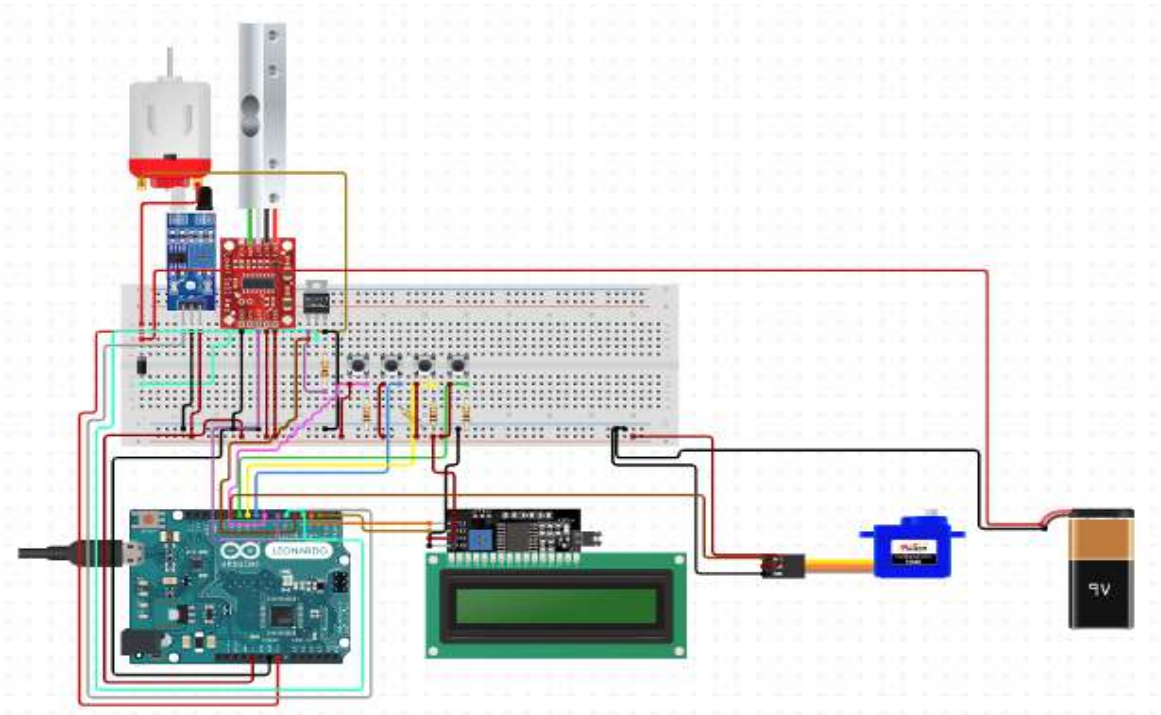



Figure 3.21 Schéma de la machine

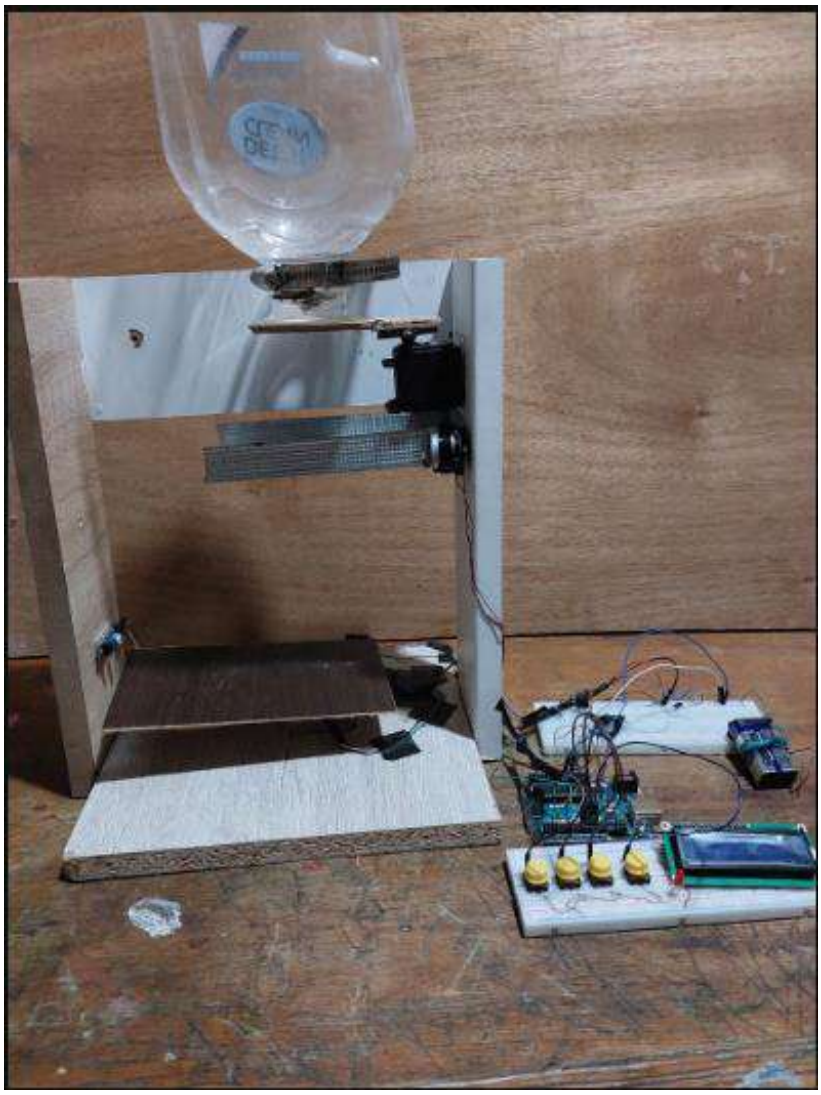


Figure 3.21 machine de remplissage de poudre

### 3.8.1 Fonctionnement de la machine

L'utilisateur de la machine effectue les tâches suivantes :

- Sélectionne le poids dont il a besoin (0-1000g) par l'appuie sur les boutons.
- Place un sac ou une boîte sous la plaque d'évacuation des poudres.
- Le servomoteur ouvre la vanne de refoulement de la poudre
- Le vibreur agite la poudre jusqu'à obtenir le poids désiré.
- La balance pèse la poudre et donne sa valeur s'affiche sur l'écran LCD.

.

## 3.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes parties constitutives de la machine, à savoir, le système de pesage, le vibreur, le détecteur de mouvement, etc. au départ, nous avons effectué la simulation et la réalisation de chaque partie individuellement. Ensuite, nous avons construit notre machine par l'assemblage de toutes ces parties. D'après les tests effectués sur la machine, nous avons constaté des erreurs de mesure d'environ de 4 grammes. Ceci signifie que le système exige de plus de développement afin d'obtenir un produit fini.

# Conclusion générale

Les exigences de la technologie de remplissage de liquides et de poudres sont aussi spécifiques que variées. La construction d'une machine de remplissage doit être personnalisée en fonction des besoins du client.

Dans ce projet, nous avons développé un prototype de remplissage de la poudre basée sur la carte ARDUINO. Nous avons donc divisé notre étude en 3 chapitres.

La démarche suivie pour le développement de la machine comporte les grandes étapes suivantes :

(i) Simulation et construction les principales parties de la machine d'une manière séparée. A savoir, partie de pesage, partie de vibration, détection de mouvement, commande.

(ii) Simulation et construction de la machine par l'assemblage de toutes les parties de la première étape.

(iii) Test et vérification des résultats. Les résultats issus de ces tests ont montré qu'il y a des erreurs de pesage d'environs de 4 grammes. Ces erreurs sont issues de la précision des éléments constitutifs de la machines.

Notre projet nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de construction des systèmes mécatroniques qui envahissent les différents domaines de l'activité humaine.

En fin, nous espérons d'améliorer notre travail à l'avenir et nous proposons :

- D'améliorer la précision et la vitesse de la machine.
- Contrôler la machine à l'aide de techniques d'intelligence artificielle
- Commander la machine à distance

# Bibliographie


[1] Abdeslam ishak et ouiboualem .mehdi, « Étude et simulation d'une chaine de remplissage automatisée à base d'un API : Description de la remplisseuse automatique », Mémoire de Master, Université de BLIDA1, 2019.

[2] https://www.vtops.com/fr/product-detail/servo-pump-liquid-piston-filling-machine/ 06/04/2022

[3]https://www.kollmorgen.com/fr-fr/blogs/_blog-in-otion/articles/principes-de-fonctionnement-dun-servomoteur/ 30/04/2022

[4] http://cbissprof.free.fr. ACQUISITION D'UNE GRANDEUR PHYSIQUE (Capteurs) 2022/04/30

[5] https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-capteur-de-force-avec-arduino-et-un-module-hx711/ 2022/04/07

[6] https://www.factoryforward.com/ir-proximity-sensor-arduino 2022/03/30

[7] https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-a-courant continu/ #Generalite 2022/04/08

[8] https://www.enib.fr/~kerhoas/mcc.htmln 2022/04/09

[9] https://www.circuitstoday.com/emosfet-enhancement-mosfet 22/04/2022

[10] Mehalaine Nourelhouda. « Étude et réalisation d'un système intelligent pour la commande d'éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques ». Le module Arduino. Université Oum El Bouaghi, 2018

[11] https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Foundations/PWM 19/04/2022

[12] http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php 20/05/2022

[13] BELHAMEL AHLAM. ETUDE ET REALISATION D'UNE SERRURE ELECTRONIQUE CODEE (A BASE DU PIC 16F877/ARDUINO UNO). Unité de sortie et de communication (Afficheur LCD) p76 . Mémoire de fin d'études, soutenu publiquement À Oum El Bouaghi le, 20-21 juin 2017.