

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur
Et de la Recherche scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar-El-Oued
Faculté des Sciences et de la Technologie



Mémoire de Fin d'Etude en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : **Sciences et Technique**

Filière : Electrotechnique

Spécialité : **Machines Electriques**

Thème

Machine de tirage par couleur

Encadré par :

-Abdelkrim Guediri

Réalisé par :

-Aymen Brik

- Ramzi Sebaa

Soutenu le 13/06/2023. Devant le jury composé de :

Dr. Soulaïman Touil

Maître de Conférence A

Président

Dr. Abdelkrim Guediri

Professeur

Rapporteur

Dr. Abdelhafid Guediri

Maitre De Conférence B

Examineur

Année Universitaire 2022/2023

Dédicace

Du fond du cœur, je dédie ce modeste travail : A l'homme de ma vie, mon très cher père

L. Brik : aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, le dévouement et le respect que j'ai eu pour vous. Qu'Allah, le très haut, vous préserve, vous procure une longue vie.

A la reine qui ne cesse de m'épauler, à ma source de vie que je ne pense pas une vie sans elle, à celle qui illumine ma voie de sa tendresse, à ma chère mère F. Ghemam Nouas.

Aucun hommage ne pourrait exprimer l'amour et le respect privilégiés envers vous.

Qu'Allah, le tout puissant, vous bénisse et procure une bonne santé et une longue vie.

A mes adorables sœurs et mon frère : Mohammed, Chaima, Aya, Asma, Takoua, Batoul, je prie le bon Dieu de combler leur vie de réussite et de joie et les garde du tout mal.

Tous mes vœux de bonheur, de santé, et de réussite : à tous mes professeurs qui ont été toujours à mes côtés, à mes chers, adorables amis.

A toute la famille Brik et la famille Ghemam Nouas

Aymen Brik

Dédicace

Du fond du cœur, je dédie ce modeste travail : A l'homme de ma vie, mon très cher père
H. SEBAA : aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, le dévouement et le respect que
j'ai eu pour vous. Qu'Allah, le très haut, vous préserve, vous procure une longue vie.

A ma source de tendresse, ma raison d'être, celle qui a tracé mes pas soigneusement pour
que je traverse le bon chemin qui me mène vers la réussite. A ma très chère maman S.
ZELACI, ce travail témoigne mon amour éternel qui n'a pas de limite, mon respect pour
vous. Que Dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde une longue vie avec tout le
bonheur. A mes très chers et adorables frères : Salah Eddin - Brahim – Med El-Yazid –
Med Nadhir et ma sœur : Manal et son fils : Med Ziad.

Tous mes vœux de bonheur, de santé, et de réussite : à tous mes professeurs qui ont été
toujours à mes côtés, à mes chers, adorables amis.

A toute la famille SEBAA et la famille ZELACI

Ramzi SEBAA

Remerciements et gratitude

Nous remercions premièrement Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a données durant toutes ces années d'étude. Nous exprimons ma profonde gratitude à mes parents pour leurs encouragements.

Nous remercions sincèrement notre encadreur :

Dr. Abdelkrim Guediri

Pour son aide, son encouragement et sa patience ainsi pour ses conseils précieux pendant la période de la réalisation de ce travail.

Nous tenons de remercier aussi toutes mes proches et toutes les personnes qu'on nous a aidées dans parcours d'étude.

الملخص باللغة العربية

يعد فرز الألوان مشكلة متكررة في صناعة المواد الغذائية، هذا المشروع بعنوان " آلة الفرز حسب اللون "، يطور إثباتاً لمفهوم الفرز . سوف نستخدم في مثالنا تشكيلة عشوائية من العلب الصغيرة تتكون من 08 ألوان مختلفة، يمكن للجهاز فرزها حسب اللون، يعتمد هذا الجهاز على متحكم دقيق (ARDUINO NANO) ومجموعة من الملتقاطات ونظام ميكانيكي يساعد في الفرز.

Résumé :

Le tri des couleurs est un problème récurrent industrie alimentaire. Ce projet s'intitule « **Machine de tri Par couleur** », développe une preuve de concept pour le tri . Nous utiliserons dans notre exemple Assortiment aléatoire de mini packs de 8 couleurs Différent, l'appareil peut les trier par couleur. Cet appareil est basé sur un microcontrôleur ARDUINO NANO, un ensemble de captures et un système mécanique d'aide au tri.

Abstract :

Color sorting is a recurring problem in the food industry. This project is called "Sorting Machine By Color", develops a proof of concept for sorting. We will use in our example Random assortment of mini packs of 8 colors Different, the device can sort them by color. This device is based on an ARDUINO NANO microcontroller, a set of captures and a mechanical sorting aid system.

Table de matière

INTRODUCTION GENERALE :	2
CHAPITER I : Généralité sur les machines électriques dans l'industrie	
I.1. Introduction :	5
I .2. La conception de machines industrielles :	5
I .3. Les phases de conception de machines industrielles :	6
I .4. Les paramètres de la conception des machines industrielles :	7
I .5. Rénovation des machines existantes :	8
I.6. Conclusion:	9
Chapitre II : Introduction sur les unités de traitement d'information	
II.1. Introduction :	11
II .2. Le PIC :	11
II .3. L'automate industriel :	11
II .4. Arduino :	12
II .4. 1. Qu'est ce que c'est ?	12
II .4. 2. Applications	13
II .4. 3. Bonnes raisons de choisir Arduino	13
II .4.3. a. Le prix	14
II .4.3. b. La liberté	14
II .4.3. c. La compatibilité	15
II .4.3. d. La communauté	15

II .4. 4. Outils Arduino	15
II .4. 5. Types de cartes.....	16
II .4.6. Différentes cartes	16
II .5. L'Arduino Uno :	17
II .5.1. Caractéristiques du microcontrôleur.....	18
II .5.2. Alimentation électrique	19
II .5.3. Pinout.....	20
II .5.4. Description générale de l'Arduino Uno	21
II .5.5. Principaux fonctionnements	21
II .5.6. Fenêtre générale de l'application Arduino	22
II .5.7. Eléments du menu	23
II .5.7.1. Dossier de travail.....	23
II .5.7.2. Outils de configuration (Tools)	24
II .5.7.3. Barre d'actions	25
II .6. Le signal PWM :	25
II .6. 1. Définition.....	25
II .6. 2. Applications.....	25
II .6. 3 Fonctionnement	26
II .6. 4 . Valeur moyenne d'un signal rectangulaire	27
II .7. Protocole i2c	28
II .8. Le servo moteur	30
II .8. 1. Spécifications	30
II .9. Le capteur :	31
II .9.1. Définition d'un capteur :	31
II .9.2. Capteur de couleur TCS34725 :	31

II .10. Conclusion:	33
----------------------------------	----

Chapitre III: Travail pratique

III.1. Introduction :	35
III.2. Le prototype :	36
III.3. La partie matérielle :	37
III.4. Organigramme.....	39
III.5. Le code Arduino.....	40
III.6. Résultat final du projet	42
III.7. Conclusion:	45
Conclusion générale	47
<u>Bibliographie</u>	48 - 49

Introduction Generale

INTRODUCTION GENERALE :

Le tri par couleur constitue l'une des plus anciennes méthodes pour classer les matériaux et séparer les matériaux recyclables à l'aide de capteurs. La « détection sensorielle » par notre sens humain de la vue est ce qui s'apparente le plus à cette détection de la couleur. Ainsi, l'être humain est en mesure de faire parfaitement la différence, sur la simple base de l'information de couleur,

L'œil humain est capable de percevoir les informations de couleur contenues dans le spectre de la lumière visible (VIS) s'étalant de 400 à 780 nm environ. Ainsi, le spectre VIS se situe précisément entre les plages de lumière ultraviolette (UV) et infrarouge (IR) qui ne peuvent plus être perçues par l'œil humain.

Notre système de détection pour le spectre VIS détecte avec une haute précision les nuances de couleurs dans l'espace de couleurs RVB, représentant 16,8 millions de couleurs environ. Des projecteurs à LED sont utilisés pour éclairer la zone de détection. Ils présentent de nombreux avantages dans la plage de longueurs d'onde souhaitée, grâce à leur longue durée de vie, leurs temps de réaction rapides, leurs intensités lumineuses élevées et leur grande efficacité énergétique.

Lors du tri par couleur, les informations de couleur des surfaces de la matière à trier sont déterminées et utilisées pour la distinction par classes. Comme pour la plupart des informations détectées par capteurs, il s'agit ici de caractéristiques secondaires permettant de déduire des différences exploitables.

Le contenu de ce mémoire comporte trois chapitres :

Le premier chapitre concerne des généralités sur les machines électriques dans l'industrie selon la constitution, principe de fonctionnement et les différentes techniques de commande et la protection des entraînements électriques exploitées dans l'industrie.

Dans le deuxième chapitre, on fait un passage revu des différentes techniques de Commande des machine (API, PIC, ARDUINO), et le choix de bon opérateur parmi ses derniers.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude et réalisation d'une machine de tirage par couleur à base d'un Arduino.

CHAPITER I

Généralité sur les machines électriques dans l'industrie

I.1. Introduction :

Il existe plusieurs types de machines industrielles. Les machines industrielles les plus courantes sont les machines-outils telles que les tours, les fraiseuses, les perceuses à colonne et les rectifieuses. Il y a aussi des machines de couture industrielles telles que les surjeteuses, les recouvreuses, les piqueuses et les machines à bouttonnières. En outre, il existe des machines de mélange telles que les mélangeurs à ruban, les mélangeurs discontinus et continus, les mélangeurs disperser et homogénéisateurs. Il y a aussi des machines d'emballage et de conditionnement telles que les étayeuses industrielles, les empileurs-dépilleurs de produits et les lignes de conditionnement.

I .2. La conception de machines industrielles :

La conception de machines industrielles est un processus qui partant de normes techniques, de calculs, de spécifications et de dessins, atteint la définition des impératifs, des directives et des spécifications nécessaires à la production / construction d'un composant, d'un appareil ou en général d'un produit résumé au sein d'un projet. Dans un sens plus large, par conception, nous entendons l'ensemble des phases de planification et de programmation d'un ensemble d'activités qui mèneront à un résultat attendu. En général, cela est possible grâce à une concentration de connaissances, d'actions, de méthodologies et d'outils qui tendent rationnellement à organiser et à produire des spécifications pour l'exécution matérielle de divers types d'artefacts, des grandes structures aux moyennes, en passant par les artefacts d'utilisation commun. Souvent, l'élément qui relie traditionnellement nombre de ces domaines de conception est le dessin technique, actuellement généralement réalisé à l'aide de plates-formes de CAO

(conception assistée par ordinateur). Souvent, dans le domaine de l'ingénierie, le design prend le sens de dimensionnement, qui n'en représente qu'une partie, alors que l'autre partie consiste essentiellement en la conception de solutions connues ou de composants répondant aux demandes spécifiques ou en recherche et développement de design innovant. Des solutions qui introduisent une amélioration des techniques et des méthodologies de réalisation du produit lui-même, en améliorant sa qualité et également soumises à un dimensionnement approprié ultérieur. La validité ou non d'une nouvelle solution innovante particulière est évaluée globalement en termes de paramètres d'efficacité, de coût, de fiabilité, d'avantages et d'inconvénients. [01]

I .3. Les phases de conception de machines industrielles :

Les principales étapes de la conception de machines industrielles sont : analyse des spécifications ; étude de faisabilité ; conception logique-fonctionnelle ; dimensionnement ; prototypage (facultatif) ; la concrétisation ; essai. Le dimensionnement physique suit la conception logique-fonctionnelle, c'est-à-dire la définition de l'ensemble des fonctions que le produit à construire doit garantir. A terme, dimensionner le système signifiera donc attribuer au modèle physique les valeurs appropriées de ses paramètres physiques afin qu'il manifeste les propriétés recherchées ou suive les spécifications techniques du projet. Avant même la phase de conception logique-fonctionnelle, il y a l'analyse des exigences et l'étude de faisabilité ou la faisabilité d'un projet commandé en termes de coûts et méthodologies / techniques nécessaires pour répondre au cahier des charges exigé par le client. La phase de test du projet proposé suit ensuite la phase de construction proprement dite, passant souvent par une étape de prototype expérimental, après quoi nous passons à la phase de construction de

l'artefact, à partir de laquelle souvent à la phase finale de test de l'ouvrage terminé. [02]

I .4. Les paramètres de la conception des machines industrielles :

Les principaux paramètres de la conception de machines industrielles sont : spécifications techniques du système à mettre en œuvre ; Efficacité ; frais ; fiabilité ; sécurité ; temps de réalisation ; durée de vie opérationnelle prévue. Une conception correcte est donc une condition indispensable à la bonne qualité du produit à construire et nécessite donc une parfaite connaissance des fondamentaux du domaine d'application ainsi que l'analyse et la prise de conscience des différents problèmes réels pouvant survenir lors de la construction. Et plus la durée de vie du bâtiment se mettant souvent en vue du pire des cas (pire des cas) à soutenir et en évitant le gaspillage de ressources.

Enfin, la conception doit prendre en compte les temps inévitables d'obsolescence et d'usure irréversible des composants de la technologie ou du système à construire, définissant la durée de vie du produit ou du système conçu. Un autre élément important dans le domaine de la conception est celui relatif aux coûts de réalisation du projet ou du système, qui doivent souvent d'une manière ou d'une autre être limités à d'éventuelles contraintes budgétaires, c'est-à-dire le budget disponible avec un impact inévitable sur le type de projet ou de système à être atteint en termes de qualité, de fiabilité et de sécurité. En particulier, tout gaspillage de ressources qui augmenterait inévitablement les coûts finaux est à éviter absolument. Souvent, dans les projets de grande envergure et complexes, il peut y avoir une sous-estimation des coûts finaux de réalisation. En général, les coûts et la performance-efficacité se déplacent de manière opposée : plus une mise en œuvre est efficace, plus les coûts sont élevés et vice versa. Souvent, par

conséquent, En règle générale, tous les détails et les choix de conception technique sont définis dans les spécifications dites techniques du projet. Il est important de rappeler que selon le décret ministériel 37/08, chaque projet d'usine doit être élaboré selon les règles de l'art, qui contemple en plus de la législation en vigueur, également les indications des guides et normes d'UNI, CEI ou d'autres organismes de normalisation appartenant aux États membres de l'UE.[03].

I .5. Rénovation des machines existantes :

La refonte est une intervention de rénovation générale d'une machinerie existante, qui implique une refonte des pièces mécaniques et un changement d'aspect. Le revamping est une technique qui permet d'allonger la durée de vie utile d'une machine même de quinze ou vingt ans ; statistiquement, on estime que cela coûte généralement environ la moitié du coût d'une nouvelle machine. Pour un relooking, tout d'abord le démontage et la vérification sont effectués des composants existants. Une maintenance extraordinaire est effectuée sur eux pour les amener à un niveau de performance le plus proche possible du nouveau produit, en réalisant des opérations atypiques telles que l'ouverture et le nettoyage des composants et une analyse approfondie des circuits électriques. Nous procédons ensuite à la réingénierie de la machine et à l'installation des nouveaux composants. Une fois le remontage terminé, l'appareil est soumis à des tests et des contrôles techniques sont effectués pour vérifier que l'appareil est conforme à la directive Machines et aux normes obligatoires. Habituellement, sur demande, un restyle esthétique est également associé à la rénovation. Les améliorations généralement obtenues grâce à la refonte sont les suivantes [04] :

- Mise en œuvre des nouvelles technologies disponibles ;
- La conformité de la machine en vue du respect des normes environnementales (par exemple : émissions gazeuses, rejets d'eau, etc.) ;
- Mise aux normes des machines en vue d'une plus grande sécurité du personnel (par exemple : bruit, risque d'écrasement, etc.) ;
- Amélioration des performances de la machine (par exemple : vitesse, courses, charge, etc.) ;
- Réduction de la consommation d'énergie ;

Moins besoin d'entretien de routine. [04]

I.6. Conclusion:

En conclusion, les machines électriques jouent un rôle clé dans l'industrie en fournissant de l'énergie mécanique et électrique pour alimenter les équipements industriels. Leur efficacité énergétique, leur durabilité et leur intégration avec les systèmes de contrôle avancés sont des facteurs essentiels pour améliorer la productivité industrielle, réduire les coûts et minimiser l'impact environnemental..

Chapitre II

Introduction sur les unités de traitement d'information

II.1. Introduction:

Les microcontrôleurs se retrouvent de plus en plus dans les matériels que nous utilisons quotidiennement, machine à laver, mulot, ordinateur, téléviseur.

Dotés d'une logique programmée ils sont capables de régir à l'environnement un peu à la manière d'automates programmable. Ainsi leurs propriétés ne se limitent pas à offrir un certain nombre d'entrées /sorties logique. Ils sont parfois dotés de fonctions supplémentaires telle que convertisseur analogique numérique, horloge, temps réel, comptage rapide etc.

II.2. Le PIC:

Un PIC est un microcontrôleur, c'est à dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajoute des composants externes. Les Pics sont des composant dits RISC (Reduced Instructions Set Computer), ou encore (composant a jeu d'instruction réduit). [05].

II.3. L'automate industriel :

Un automate programmable est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur non informaticien, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

Trois caractéristiques fondamentales distinguent totalement l'Automate Programmable Industriel (API) des ordinateurs (PC industriel ou autres) [06] :

- il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.

- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, micro-coupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.).

Sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme qui fait en sorte que sa mise en œuvre et son exploitation ne nécessitent aucune connaissance en informatique [07]

II .4. Arduino:

Définition :

II .4. 1. Qu'est ce que c'est ?

Arduino est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation. Sans tout ne connaître ni tout comprendre de l'électronique, cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne.

Pont tendu entre le monde réel et le monde numérique, Arduino permet d'étendre les capacités de relations humain/machine ou environnement/machine. Arduino est un projet en source ouverte : la communauté importante d'utilisateurs et de concepteurs permet à chacun de trouver les réponses à ses questions. [08]

II .4. 2. Applications :

Le système Arduino nous permet de réaliser un grand nombre de choses, qui ont une application dans tous les domaines, nous pouvons donner quelques exemples :

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

Avec Arduino, nous allons faire des systèmes électroniques tels qu'une bougie électronique, une calculatrice simplifiée, un synthétiseur, etc. Tous ces systèmes seront conçus avec pour base une carte Arduino et un panel assez large de composants électroniques. [09]

II .4. 3. Bonnes raisons de choisir Arduino :

Il existe pourtant dans le commerce, une multitude de plateformes qui permettent de faire la même chose.

Notamment les microcontrôleurs « PIC » du fabricant Micro chip. Nous allons voir pourquoi choisir l'Arduino.

II .4. 3. a. Le prix :

En vue des performances qu'elles offrent, les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses, ce qui est un critère majeur pour le débutant.

II .4. 3. b. La liberté :

C'est un bien grand mot, mais elle définit de façon assez concise l'esprit de l'Arduino. Elle constitue en elle-même deux choses :

- Le logiciel : gratuit et open source, développé en Java, dont la simplicité d'utilisation relève du savoir cliquer sur la souris.
- Le matériel : cartes électroniques dont les schémas sont en libre circulation sur internet.

Cette liberté a une condition : le nom « Arduino » ne doit être employé que pour les cartes « officielles ». En somme, vous ne pouvez pas fabriquer votre propre carte sur le modèle

Arduino et lui assigner le nom « Arduino ».

Les cartes non officielles, on peut les trouver et les acheter sur Internet et sont pour la quasi totalité compatibles avec les cartes officielles Arduino. [10]

II .4. 3. c. La compatibilité :

Le logiciel, tout comme la carte, est compatible sous les plateformes les plus courantes (Windows, Linux et Mac), contrairement aux autres outils de programmation du commerce qui ne sont, en général, compatibles qu'avec Windows.

II .4. 3. d. La communauté :

La communauté Arduino est impressionnante et le nombre de ressources à son sujet est en constante évolution sur internet. De plus, on trouve les références du langage Arduino ainsi qu'une page complète de tutoriels sur le site arduino.cc (en anglais) et arduino.cc (en français).

II .4. 4. Outils Arduino :

A présent, rapprochons-nous de « l'utilisation » du système Arduino et voyons comment il se présente. Il est composé de deux choses principales, qui sont : le matériel et le logiciel. Ces deux outils réunis, il nous sera possible de faire n'importe quelle réalisation. [11]

Le matériel ; Il s'agit d'une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur Atmega du fabricant Atmel, dont le prix est relativement bas pour l'étendue possible des applications.

Le logiciel ; Le logiciel va nous permettre de programmer la carte Arduino. Il nous offre une multitude de fonctionnalités.

II .4 .5. Types de cartes :

Il y a trois types de cartes : les dites « officielles » qui sont fabriquées en Italie par le fabricant officiel : Smart Projects

Les dits « compatibles » qui ne sont pas fabriqués par Smart Projects, mais qui sont totalement compatibles avec les Arduino officielles.

Les « autres » fabriquées par diverse entreprise et commercialisées sous un nom différent (Freeduino, Seeduino, Femtoduino, ...) [12].

II .4 .6. Différentes cartes

Des cartes Arduino il en existe beaucoup : La carte Uno et Mega et Nano

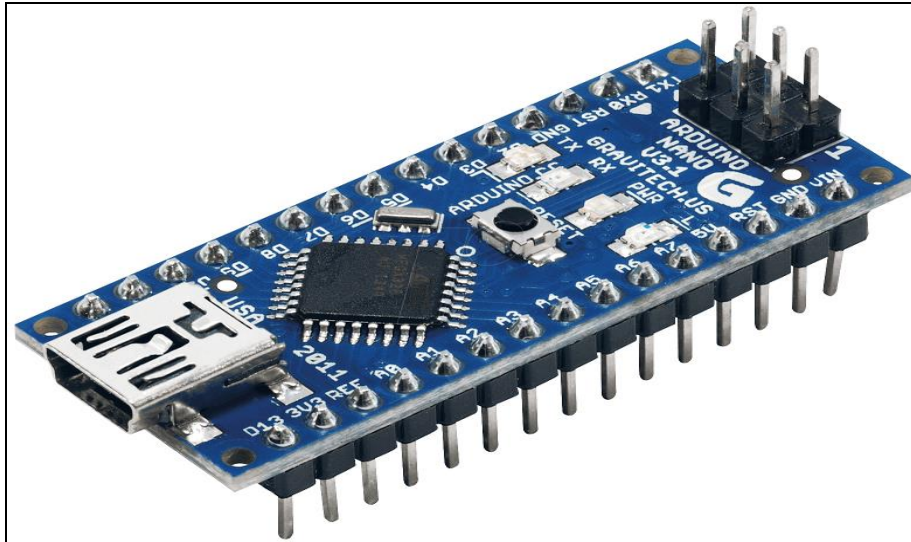


Figure 1 : Arduino Nano

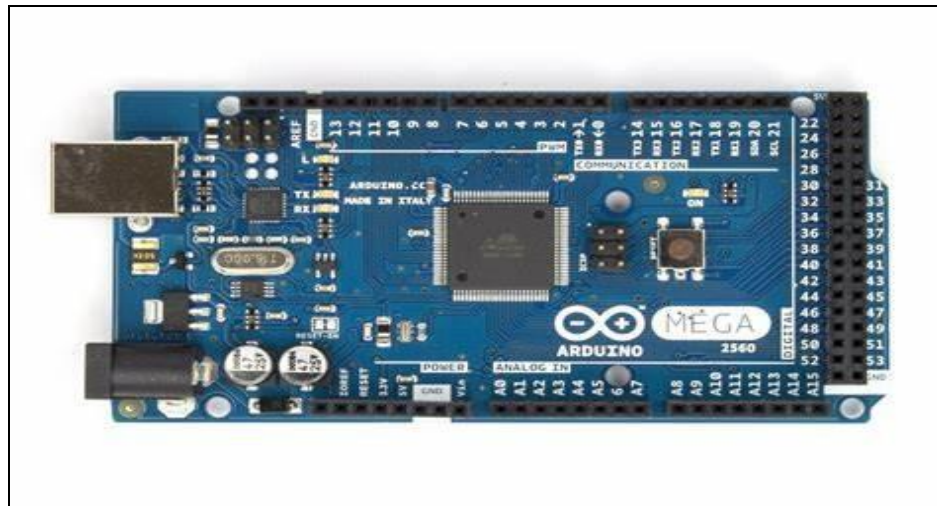


Figure 2 : Arduino méga

II .5. L'Arduino Uno :

La carte Arduino UNO est la plus robuste et la plus utilisée des microcontrôleurs Arduino. Idéale pour commencer l'apprentissage de l'électronique et de la programmation.

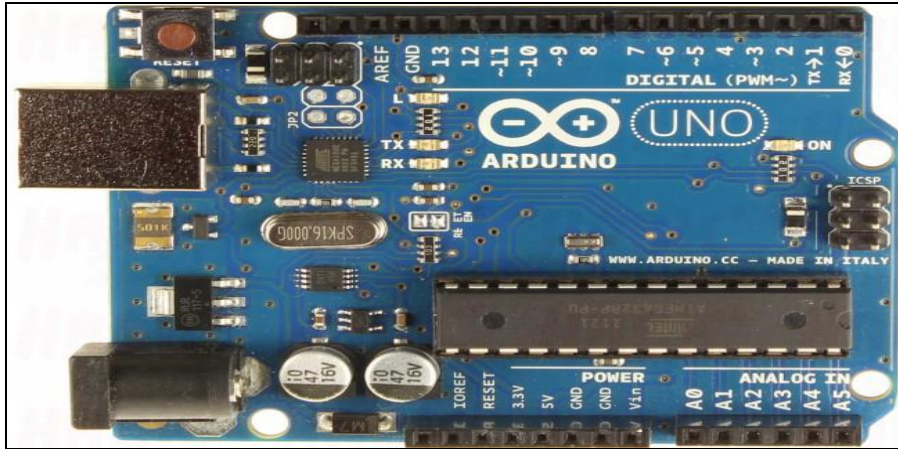


Figure 3 : Arduino UNO

II .5.1. Caractéristiques du microcontrôleur :

Le microcontrôleur Arduino UNO utilise le microprocesseur ATmega328P. Ce processeur fonctionne à une fréquence d'horloge de 16 MHz. Il possède une mémoire RAM de 2 KB, EEPROM de 1 KB et aussi une mémoire Flash de 32 KB (pour la programmation et l'enregistrement de données).

- CPU: ATmega328P(AVR 8-bit)
- Voltage : 5V
- Flash : 32 kB
- RAM : 2 kB
- EEPROM : 1 kB
- Clock speed : 16MHz
- WiFi : No
- Bluetooth : No
- SD : No

II .5.2. Alimentation électrique :

La carte Arduino Méga 2560 peut-être alimentée soit via la connexion USB (qui fournit 5V jusqu'à 500mA) ou à l'aide d'une alimentation externe. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement par la carte. L'alimentation externe (non-USB) peut être soit un

Adapteur secteur (pouvant fournir typiquement de 3V à 12V sous 500mA) ou des piles (ou des accus).

L'adaptateur secteur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm positif au centre dans le connecteur jack de la carte. Les fils en provenance d'un bloc de piles ou d'accus peuvent être insérés dans les connecteurs des broches de la carte appelées Gnd (masse ou 0V) et Vin (Tension positive en entrée) du connecteur d'alimentation. La carte peut fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts.

Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche 5V pourrait fournir moins de 5V et la carte pourrait être instable. Si on utilise plus de 12V, le régulateur de tension de la carte pourrait chauffer et endommager la carte.

Les broches d'alimentation sont les suivantes :

- VIN ; la tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). Vous pouvez alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si

l'alimentation est fournie par le jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.

- 5V ; la tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé un régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.

- 3V3 ; une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V). L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA

- GND ; broche de masse (ou 0V).

II .5.3. Pinout:

Analog I/O: 6 (A0, A1, A2, A3, A4, A5)

Digital I/O: 8 (0, 1, 2, 4, 7, 8, 12, 13)

Broches PWM: 6 (3, 5, 6, 9, 10, 11)

Communication Serial : 14 (0, 1)

Communication I2C : 1 (('A4', 'A5'))

Communication SPI : 1 ((12, 11))

Interruptif : 2 (2, 3)

II .5.4. Description générale de l'Arduino Uno :

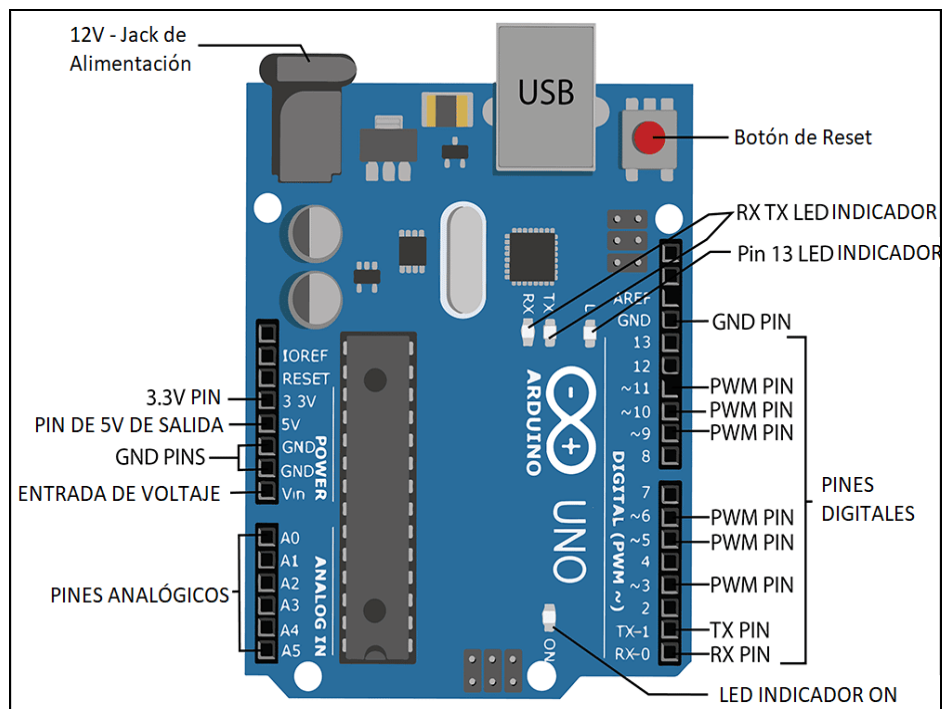


Figure 4 ; Description générale de l'Arduino Uno

II .5.5. Principaux fonctionnements :

Les principales fonctionnalités de l'interface de l'application Arduino vous permet de créer et éditer un programme (appelé sketch) qui sera compilé puis téléversé sur la carte

Arduino. Ainsi, lorsque vous apportez des changements sur le code, ces changements ne seront effectifs qu'une fois le programme téléversé sur la carte. Il est à noter que ce manuel fait référence à la version en anglais de ce logiciel puisqu'elle comporte habituellement des mises à jour plus récentes que la version en français.

Que les non-anglophones se rassurent : le nombre réduit de fonctionnalités et l'utilisation d'icônes rendent l'interface du logiciel simple d'utilisation.

II .5. 6. Fenêtre générale de l'application Arduino :

La fenêtre de l'application Arduino comporte les éléments suivants

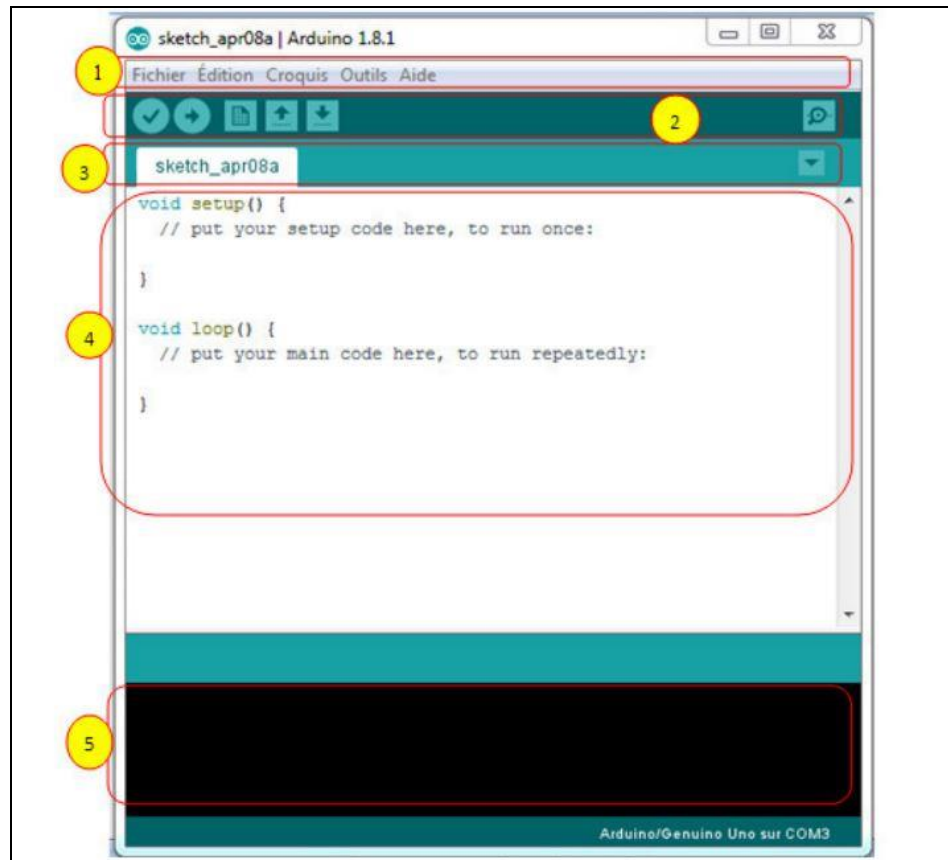


Figure 5 : Fenêtre générale de l'application Arduino

1. un menu ;
2. une barre d'actions ;
3. un ou plusieurs onglets correspondant aux sketches ;
4. une fenêtre de programmation ;
5. une console qui affiche les informations et erreurs de compilation et de téléversement du programme.

II .5. 7. Eléments du menu :

Les différents éléments du menu vous permettent de créer de nouveaux sketches, de les Sauvegarder, de gérer les préférences du logiciel et les paramètres de communication avec votre carte Arduino.

II .5.7.1. Dossier de travail :

Dans les préférences (File > Préférences), il vous est possible de spécifier votre dossier de travail. Il s'agit du dossier où seront sauvegardés par défaut vos programmes et les bibliothèques qui pourront y être associées. Lorsqu'un programme est sauvegardé, un dossier portant le nom du programme est créé. Celui-ci contient le fichier du programme portant le nom que vous lui aurez donné suivi de l'extension .Bde ainsi qu'un dossier intitulé applet qui contient les différents éléments créés et nécessaires lors du processus de compilation du programme et de téléversement vers la carte.

Exemples : Une série d'exemples est disponible sous File > Exemples. Ces exemples peuvent vous aider à découvrir et comprendre les différentes applications et fonctions d'Arduino.

II .5.7.2. Outils de configuration (Tools) :

Dans le menu Tools, il vous est possible et essentiel de spécifier le type de carte Arduino que vous utiliserez. Sous Tools > Board, il vous faut spécifier pour quel type de carte vous compilez et téléversez le programme. Le type de carte est généralement inscrit sur la carte elle-même. Il est également nécessaire lorsqu'on branche une nouvelle carte Arduino ou que l'on change de carte de spécifier le port sériel virtuel qui sera utilisé pour la communication et le téléversement du programme.

Pour ce faire, il faut aller sous Tools > Serial Port et choisir le port approprié. Sous Windows, il s'agit la plupart du temps du port ayant un numéro supérieur à 3. Sous Mac OS

X, il s'agit habituellement du premier élément de la liste. Une bonne technique pour déterminer quel port correspond à votre carte Arduino consiste à débrancher celui-ci, attendre un peu et de prendre note des ports déjà présents. Lorsque vous rebrancherez votre carte

Arduino et après un peu d'attente (ou un redémarrage de l'application), vous remarquerez le port qui se sera ajouté à la liste. Il s'agit du port sériel virtuel lié à votre carte Arduino.

II .5.7.3. Barre d'actions :

	Bouton « Verify » (Vérifier) ; il permet de compiler votre programme et de vérifier si des erreurs s'y trouvent. Cette procédure prend un certain temps d'exécution et lorsque est terminée, elle affiche un message de type « Binary sketch size : ... » indiquant la taille du sketch téléversé.
	Pour transmettre le sketch compilé avec succès sur la carte Arduino dans le microcontrôleur.
	Bouton « New » (Nouveau) ; ce bouton permet de créer un nouveau sketch.
	Bouton « Open » (Ouvrir) ; il fait apparaître un menu qui permet d'ouvrir un sketch qui figure dans votre dossier de travail ou des exemples de sketches intégrés au logiciel.
	Bouton « Save » (Sauvegarder) ; il permet de sauvegarder votre sketch.

Figure 6 : Barre d'actions

II .6. Le signal PWM :

II .6.1. Définition :

Un signal MLI (Modulation de Largeur d'Impulsions) ou PWM en anglais (Pulse Width Modulation) est un signal dont le rapport cyclique varie. Ce type de signal est souvent utilisé dans les applications à valeur moyenne variable (Ex : Commande des moteurs, alimentation réglable,).

II .6. 2 Applications :

- Variateurs de vitesse des moteurs
- Convertisseurs : AC/DC, DC/AC, DC/DC, AC/AC
- Générateur des signaux
- Modulateurs
- La conversion numérique-analogique

- Les amplificateurs de classe D
- Contrôle de puissance
- Etc...
-

II .6.3. Fonctionnement :

Le signal PWM (MLI, Modulation de largeur d'impulsion) est un signal de fréquence constante et de rapport cyclique variable. Il est mis en œuvre dans des fonctions telles que : La synthèse vocale ou associée à un filtre passe bas permet la synthèse de signaux audio. La commande en vitesse d'un moteur à courant continu, ou ce dernier fait naturellement office de filtre passe bas. La commande en position d'un **servomoteur** La génération de signaux aléatoires ou périodiques, pour un onduleur par exemple. Courbe PWM dont la valeur moyenne est une courbe sinusoïdale. La valeur moyenne est récupérée simplement par un filtre passe bas.

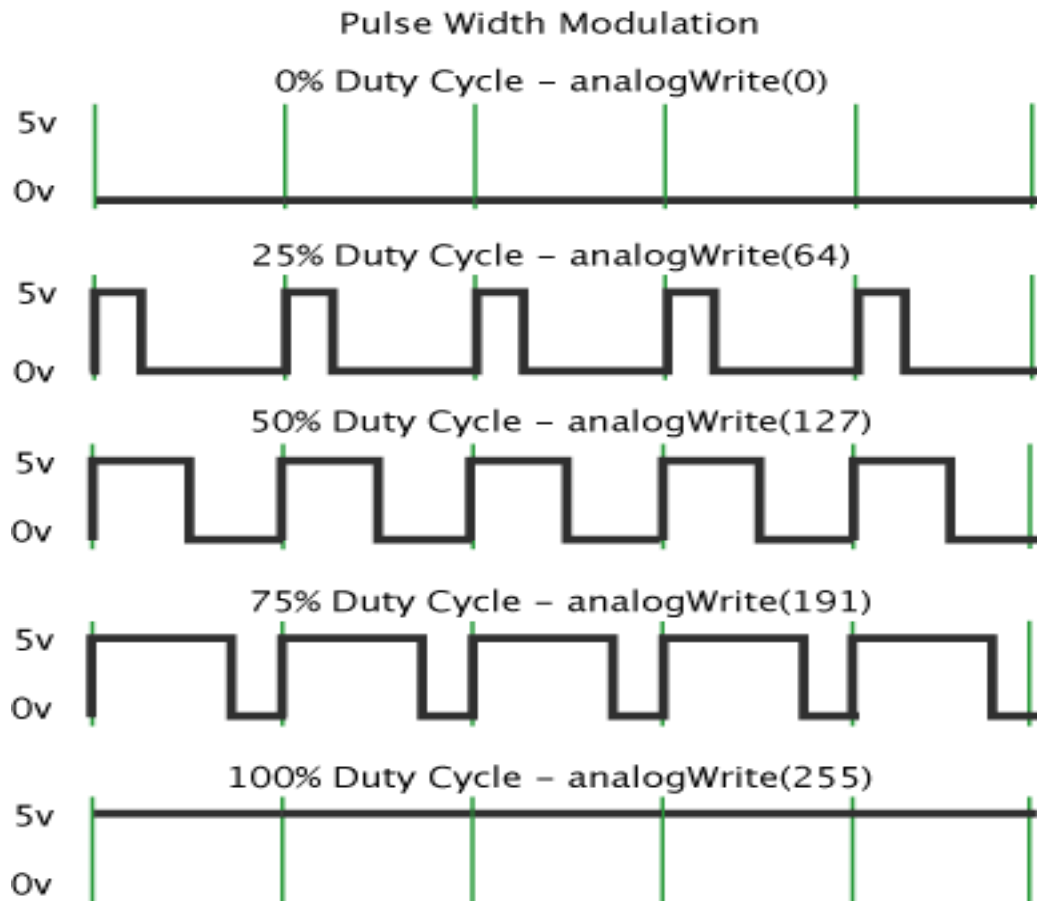


Figure 7 :Des exemple de signal PWM

II .6. 4. Valeur moyenne d'un signal rectangulaire

La valeur moyenne d'un signal rectangulaire dépend du rapport cyclique (duty Cycle) ainsi que de la tension maximum (V_{max}). Le rapport cyclique $\eta = t_h/T$, t_h représente la durée de l'état haut et T la période.

Si $t_h=0$, $\eta=0$

Si $t_h=T$, $\eta=1$

Donc $0 \leq \eta \leq 1$

Valeur moyenne : $V_m = V_{max} \cdot t_h/T = V_{max} \cdot \eta$

En retirant la fréquence porteuse $F=1/T$ avec un filtre passe bas, il reste la valeur moyenne du signal. Le filtre passe bas peut être électronique ou mécanique (cas d'un moteur et de son inertie l'inertie) ou optique (cas de l'œil humain qui filtrera les fréquences au delà de 30Hz). La génération d'un signal par PWM est particulièrement avantageuse du point de vue de la consommation de la commande. En effet il sera produit par un transistor MOSFET (ou bipolaire) qui ne consomme pratiquement rien en mode triode (le transistor se comporte comme une résistance de très faible valeur) et rien du tout en mode bloqué.

II .7. Protocole i2c :

I2C, pour Inter Integrated Circuit, est un protocole de communication créé à la base par Philips en 1982 pour standardiser l'échange de données entre différents circuits intégrés d'un même système. Elle est aujourd'hui assurée par le fabricant NXP, spin-off de l'entreprise.

Ce protocole est basé sur un bus de communication sériel, ce qui signifie qu'un seul câble est utilisé pour le transfert de données.

En pratique, le bus I2C est constitué de deux câbles, un donc pour les données, nommé SDA (Serial Data) et l'autre faisant office d'horloge pour déterminer la fréquence de la communication, nommé SCL (Serial Clock).

Dans la mesure où tous les périphériques sont connectés sur le même bus, comment donc faire pour qu'un seul des capteurs ne communique ses données en même temps et éviter une saturation de la ligne.

Ceci est garanti par le protocole à proprement parler.

Tout d'abord, il n'y a qu'un maître (le microcontrôleur de votre board Arduino), et une multitude d'esclaves (vos périphériques), chacun identifiés par une adresse unique. Seul le maître peut initier une communication.

Le maître envoie tout d'abord l'adresse du périphérique dont il désire recevoir les données. L'esclave envoie un premier signal de confirmation pour signifier qu'il a bien reçu la demande.

Puis le maître envoie l'adresse d'un registre interne du périphérique. Par exemple, pour un accéléromètre, on a trois registres stockant respectivement les données de l'accélération selon X, Y et Z. Un deuxième signal de confirmation est envoyé par le périphérique.

Enfin c'est le périphérique qui émet cette fois le message, en transférant la valeur du registre qui a été sollicité. Il termine avec une dernière confirmation, après quoi le maître envoie un signal spécifique pour mettre fin à la communication.

Le processus est similaire pour l'écriture sur un périphérique par le microcontrôleur, pour piloter un actionneur ou sauvegarder des données par exemple. Dans ce cas une commande spécifique est envoyée lors de l'adressage du registre et c'est le maître qui transmet les données.

À noter que les deux lignes SDA et SCL sont liées à une résistance de pull-up. L'état 0 est donc l'état dominant. D'un point de vue hardware, vous n'aurez pas à implémenter ces résistances qui sont en place par défaut. [13]

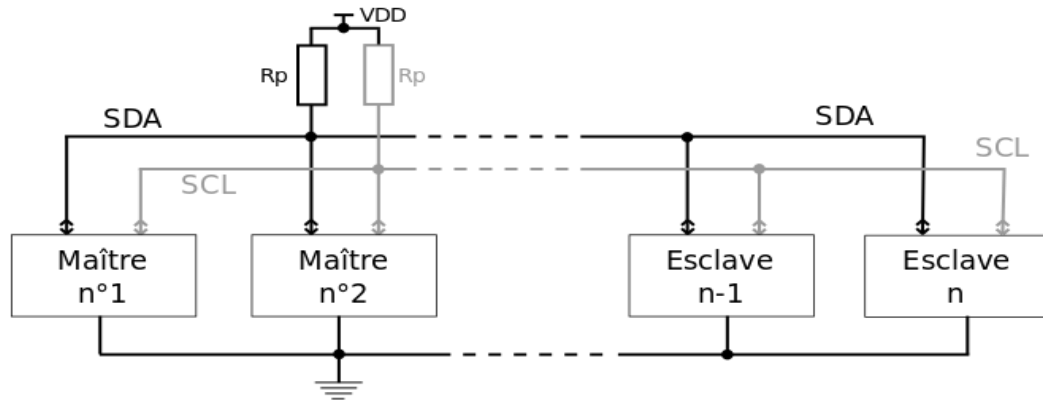


Figure 8 :protocole i2c

II .8. Le Servo moteur :

Un servomoteur est un moteur capable de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. C'est donc un système asservi. Le signal de commande est l'entrée, analogique ou numérique, qui représente la commande de position finale de l'arbre. Il est utilisé pour un contrôle précis en termes de position angulaire, d'accélération et de vitesse

II .8.1. Spécifications :

Minuscule et léger avec une puissance de sortie élevée. Le servomoteur peut pivoter d'environ 180 degrés (90 dans chaque direction), et fonctionne comme les types standard avec un format plut petit. Vous pouvez utiliser n'importe quel code dédié aux servomoteurs, matériel ou bibliothèque pour contrôler ce type de moteur. Pratique pour débiter en robotique sans oublier son coût faible.

Dimension : 22,2 x 11,8 x 31 mm environ.

Couple de décrochage : 1,8 kgf cm

Vitesse de fonctionnement : 0,1 s / 60 degrés

Tension de fonctionnement : 4,8 V (~ 5 V)

Largeur de la bande morte : 10 μ s

Plage de température : 0 °C – 55 °C

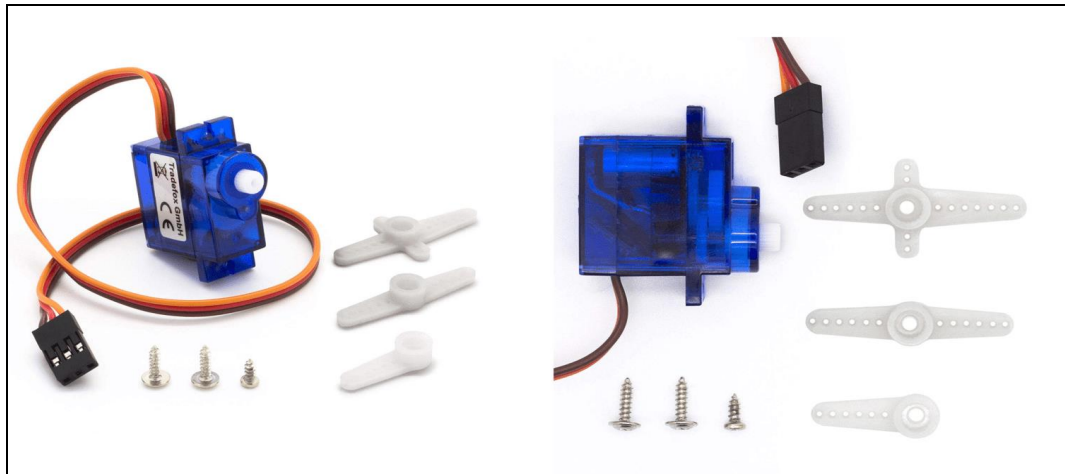


Figure 9 : Exemple d'un Servo moteur 9g

II .9. Le capteur :

II .9.1. Définition d'un capteur :

Un capteur est un appareil qui détecte un phénomène (lumière, chaleur, contact, mouvement...).

Il permet de convertir une grandeur physique en un signal électrique.

Ceci permettra un traitement du signal électrique par des structures électroniques à des fins de mesures et/ou de commandes.

On caractérise un capteur par sa sensibilité, sa précision, l'étendue de ses mesures et aussi par sa rapidité.

II .9. 2. Capteur de couleur TCS34725 :

Le **TCS34725** détecte la lumière des couleurs à l'aide d'une série de photodiodes 8 x 8. Ensuite, en utilisant un convertisseur courant-fréquence, les lectures des photodiodes sont converties en une onde carrée avec une fréquence directement proportionnelle à l'intensité de la lumière. Enfin, en utilisant le tableau Arduino, nous pouvons lire la sortie de l'onde carrée et obtenir les résultats pour la couleur, [14] comme indiqué sur la Figure ci-dessous.

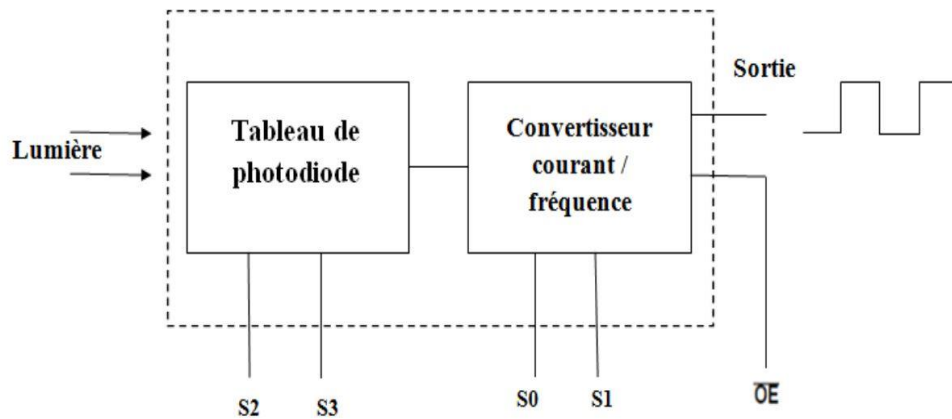


Figure 10 : Fonctionnement Capteur de couleur TCS34725

Le convertisseur de lumière à fréquence lit un réseau de photodiodes 8 x 8. 16 photodiodes ont des filtres bleus, 16 photodiodes ont des filtres verts, 16 photodiodes ont des filtres rouges et 16 photodiodes sont claires sans filtres.

Les entrées du périphérique peuvent être choisies de sorte que le capteur détecte l'une de ces couleurs et, en réponse, le périphérique émet une onde carrée (50% du rapport cyclique) avec une fréquence directement proportionnelle à l'intensité lumineuse de la couleur choisie.

II .10. conclusion :

A fin de ce chapitre on conclus que l'Arduino et PIC sont deux types différents de microcontrôleurs. Un microcontrôleur est un petit ordinateur sur un circuit intégré unique qui contient un cœur de processeur, de la mémoire et des périphériques d'entrée/sortie programmables.

Arduino est une plateforme électronique à source ouverte basée sur du matériel et des logiciels faciles à utiliser. Elle se compose d'un circuit imprimé programmable (souvent appelé microcontrôleur) et d'un logiciel qui fonctionne sur votre ordinateur et qui permet d'écrire et de télécharger du code informatique sur le circuit physique.

PIC est une famille de microcontrôleurs fabriqués par Microchip Technology. PIC signifie Peripheral Interface Controller (contrôleur d'interface périphérique). Les microcontrôleurs PIC sont utilisés dans de nombreuses applications telles que l'automobile, l'automatisation industrielle, les appareils médicaux, l'électronique grand public, etc.

API signifie Application Programming Interface (interface de programmation d'applications). Il s'agit d'un ensemble de protocoles, de routines et d'outils permettant de créer des applications logicielles. Les API spécifient comment les composants logiciels doivent interagir et sont utilisés lors de la programmation des composants de l'interface utilisateur graphique (GUI).

Chapitre III

Travail pratique

III.1. Introduction :

Dans le dernier chapitre, nous parlerons de la partie pratique, comprenant les composantes du projet, le schéma, et:

- le Prototype
- la partie matérielle
- organigramme
- le code Arduino
- résultats final du projet.

III.2. Le prototype :

Différents modèles mécaniques sont possibles pour un trieur de bonbons comme ci-dessous :

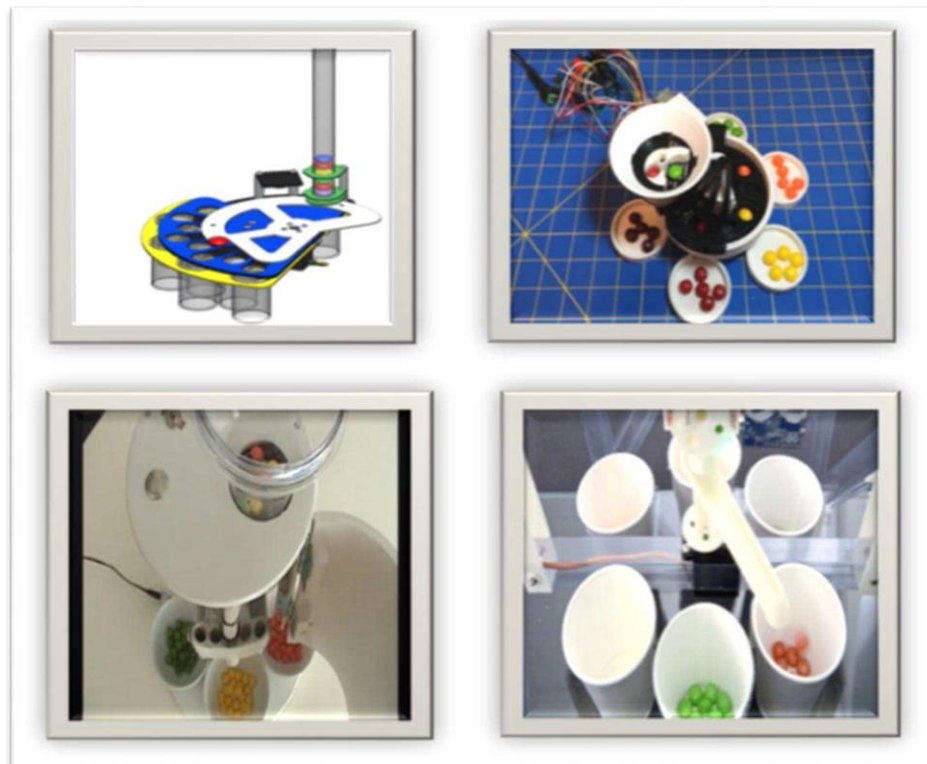


Figure 11 : Diffèrent model mécanique de tirage

Le modèle mécanique suivi dans notre cas est un tapis comme ci-dessous :

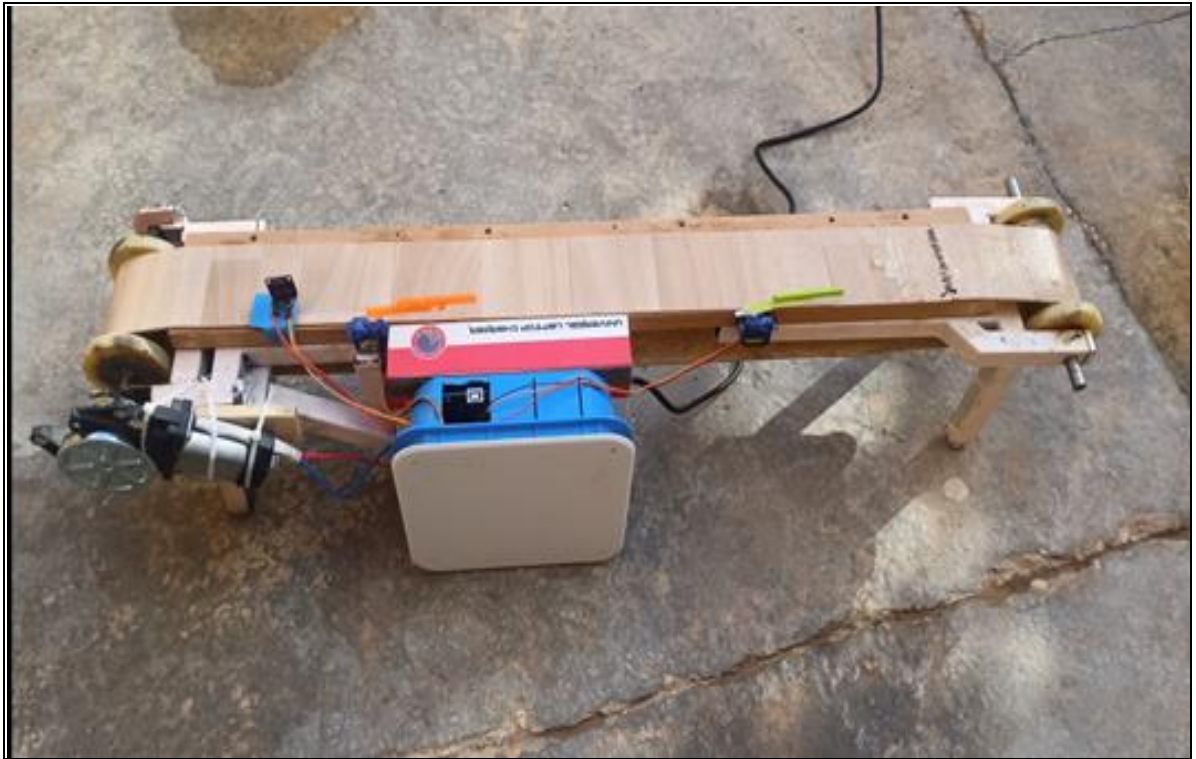


Figure 12 ; Model mécanique Réalisé

III.3. La partie matérielle :

L'ensemble électrique du système est représenté à la figure ci-dessous :

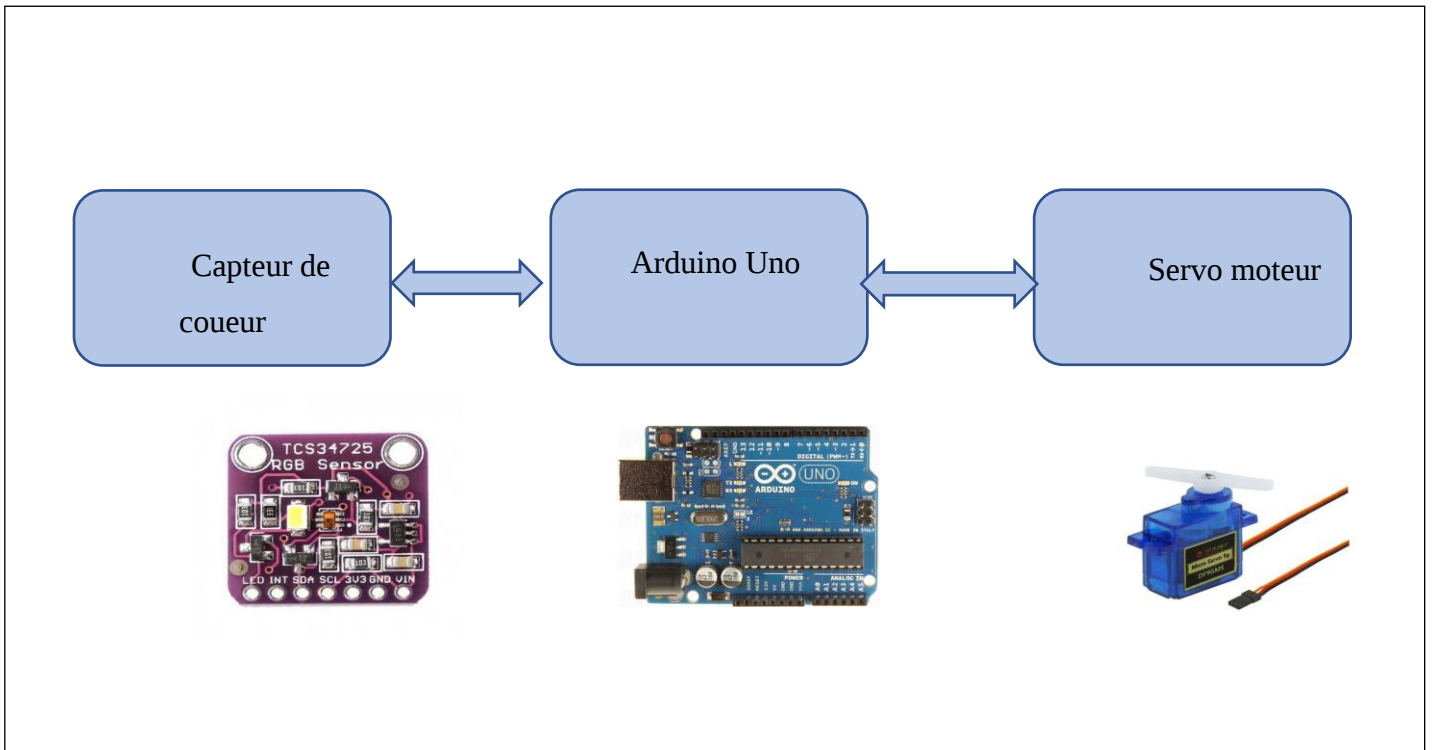


Figure 13 : La partie matérielle

- Arduino Uno
- Servo moteur 9g
- Capteur couleur TCS34725
- Moteur DC
- Cable male/male male/female
- Alimentation, 5V-12V
- Relai

- Schéma électrique de câblage du système :

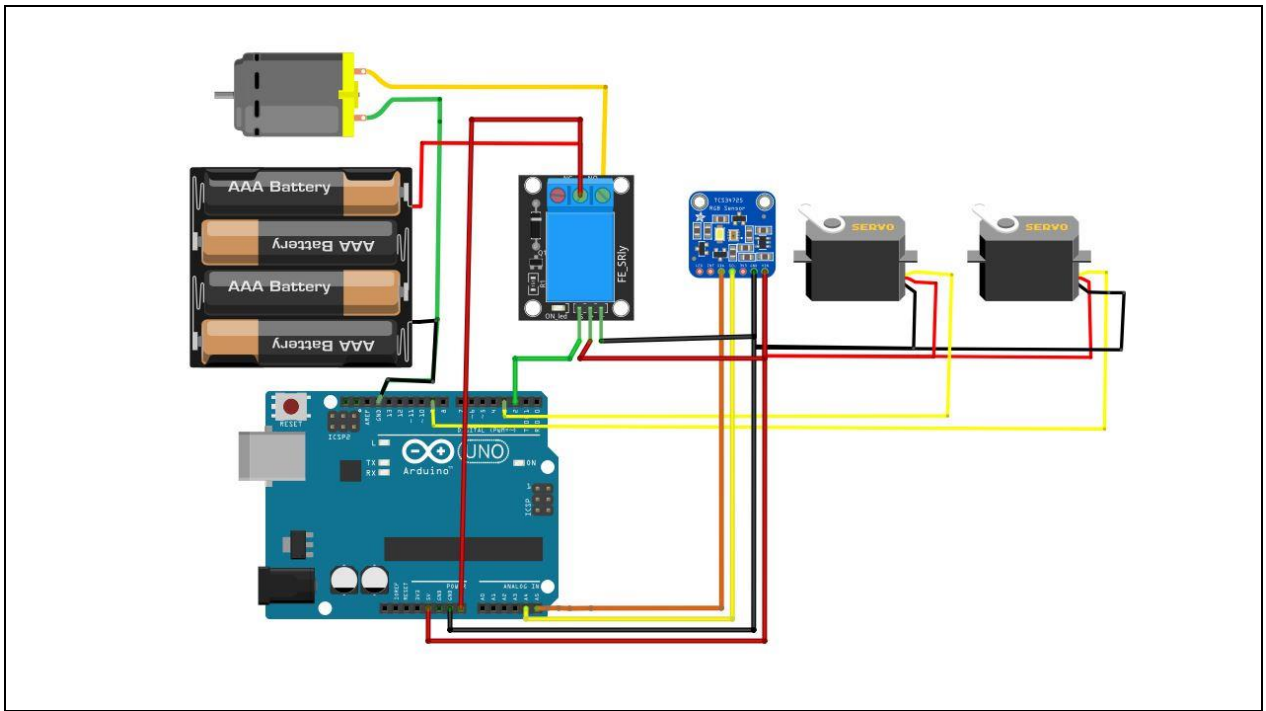


Figure 14 : Schéma électrique de câblage du système

III.4. Organigramme du projet :

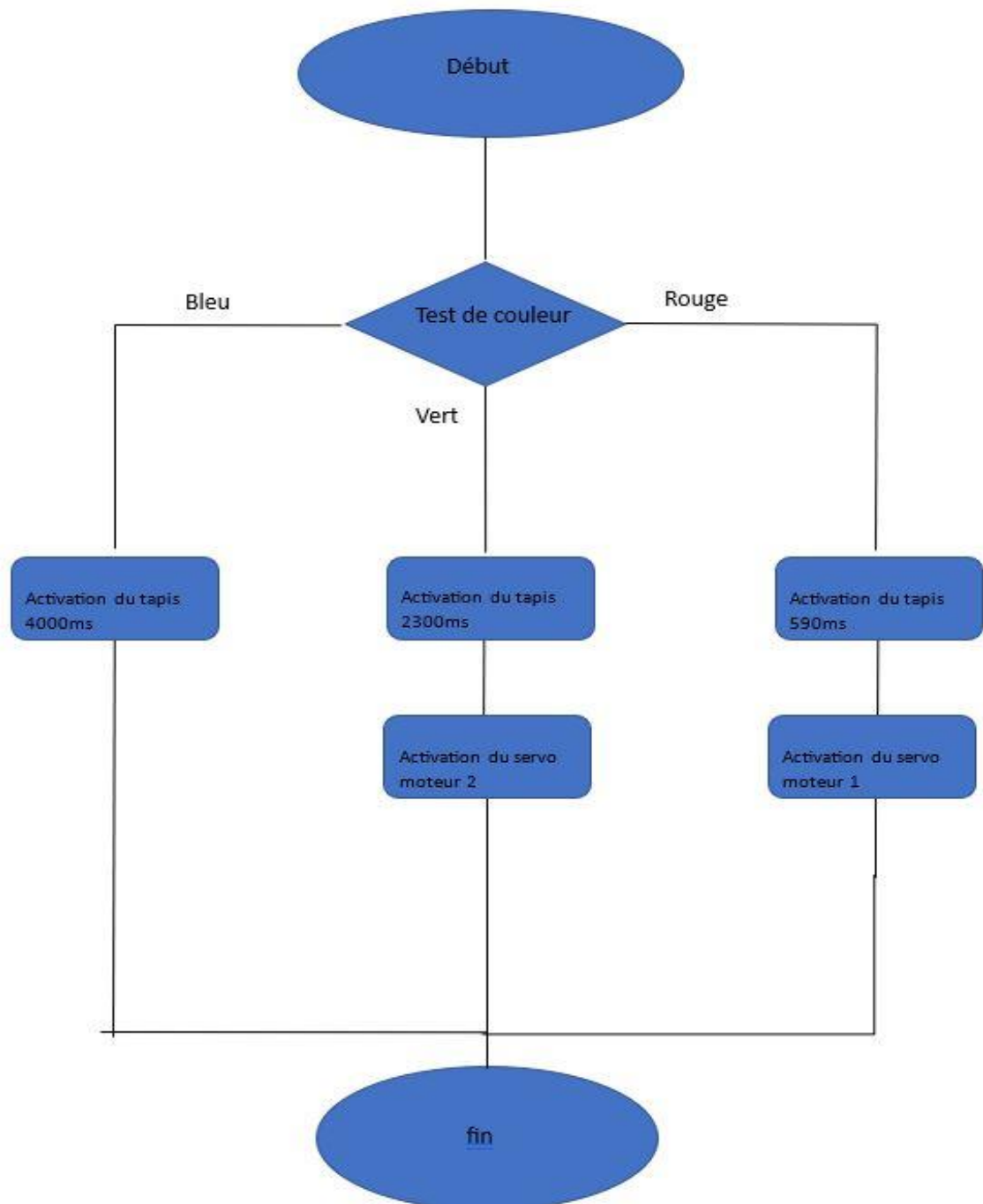
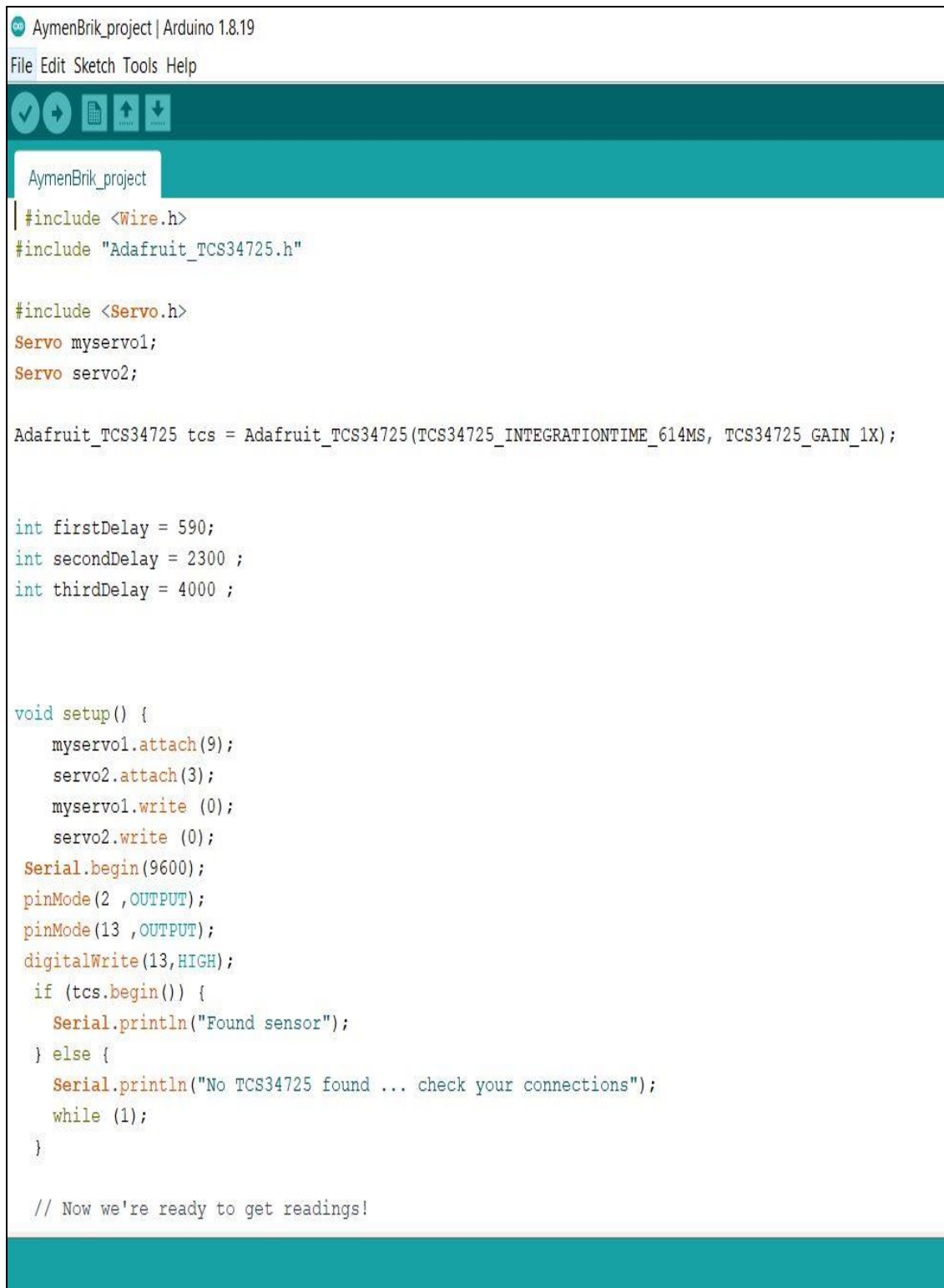


Figure 15 : Processus de travail

III.5. Le code Arduino :



```
AymenBrik_project | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

AymenBrik_project

#include <Wire.h>
#include "Adafruit_TCS34725.h"

#include <Servo.h>
Servo myservol;
Servo servo2;

Adafruit_TCS34725 tcs = Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_614MS, TCS34725_GAIN_1X);

int firstDelay = 590;
int secondDelay = 2300 ;
int thirdDelay = 4000 ;

void setup() {
  myservol.attach(9);
  servo2.attach(3);
  myservol.write (0);
  servo2.write (0);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2 ,OUTPUT);
  pinMode(13 ,OUTPUT);
  digitalWrite(13,HIGH);
  if (tcs.begin()) {
    Serial.println("Found sensor");
  } else {
    Serial.println("No TCS34725 found ... check your connections");
    while (1);
  }

  // Now we're ready to get readings!
```

Figure 16 : Le code Arduino

```

void loop(void) {

    uint16_t r, g, b, c, colorTemp, lux;

    tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c);
    // colorTemp = tcs.calculateColorTemperature(r, g, b);
    colorTemp = tcs.calculateColorTemperature_dn40(r, g, b, c);
    lux = tcs.calculateLux(r, g, b);

    Serial.print("Color Temp: "); Serial.print(colorTemp, DEC); Serial.print(" K - ");
    Serial.print("Lux: "); Serial.print(lux, DEC); Serial.print(" - ");
    Serial.print("R: "); Serial.print(r, DEC); Serial.print(" ");
    Serial.print("G: "); Serial.print(g, DEC); Serial.print(" ");
    Serial.print("B: "); Serial.print(b, DEC); Serial.print(" ");
    Serial.println(" ");
    // put your ifs in here
    if (r >=1200 && g <1200 && b <1100){
        FirstStep ();
    }
    else if (g >=1000 && r <10000 && b < 1600){
        secondStep ();
    }
    else if (b >=1100 && g <1500 && r < 500){
        thirdStep ();
    }
}

void FirstStep (){

    digitalWrite (2 ,HIGH);
    delay (firstDelay );
    digitalWrite (2, LOW);
    delay (100);
    myservo1.write (110);
    delay (1000);
    myservo1.write (0);

}

void secondStep (){
    digitalWrite (2 ,HIGH);
    delay (secondDelay );
    digitalWrite (2, LOW);
    servo2.write (110);
    delay (1000);
    servo2.write (0);

}

void thirdStep (){
    digitalWrite (2 ,HIGH);
    delay (thirdDelay );
    digitalWrite (2, LOW);

}

}

```

Figure 17 : Le code Arduino

III.6. Résultat final du projet :

Dans ce chapitre nous présentons les différents essais sur le moteur DC le capteur du couleur, Nous avons effectués les essais en charge les tests suivants :

- Courant absorbé par le moteur ;
- La vitesse de rotation du moteur ;
- Les résultats du couleur pour chaque produit a tiré ;

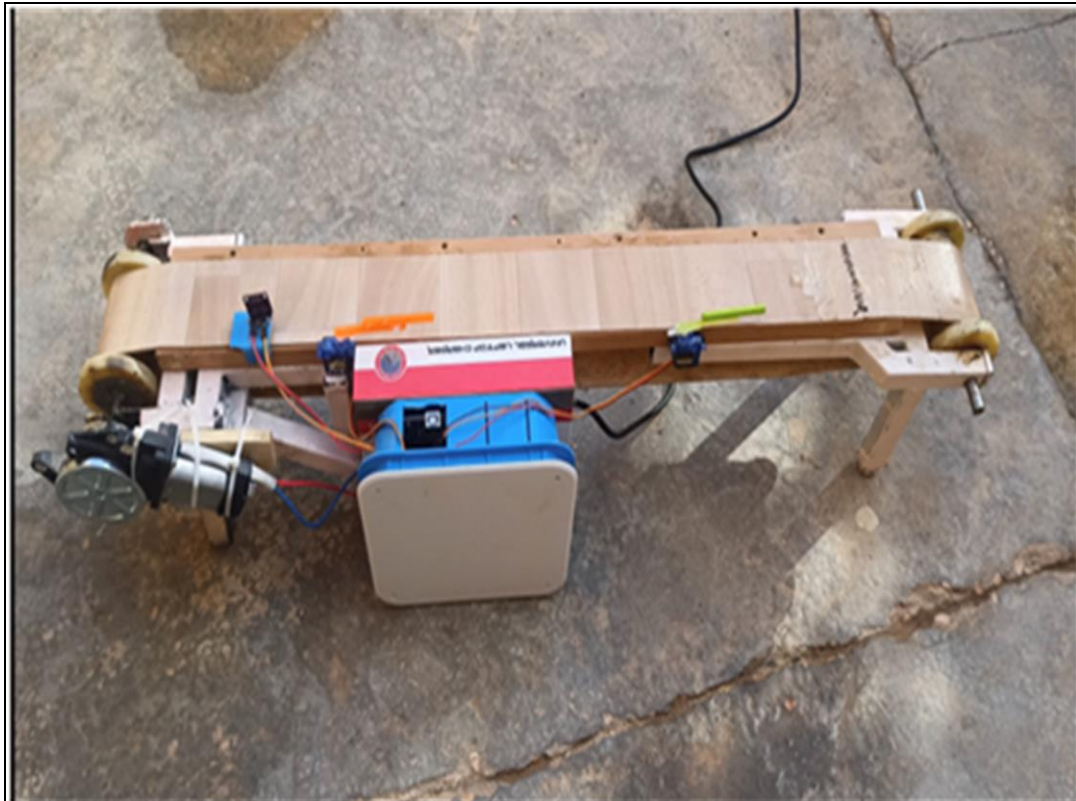


Figure 18 :La machine de tirage au couleur réalisé

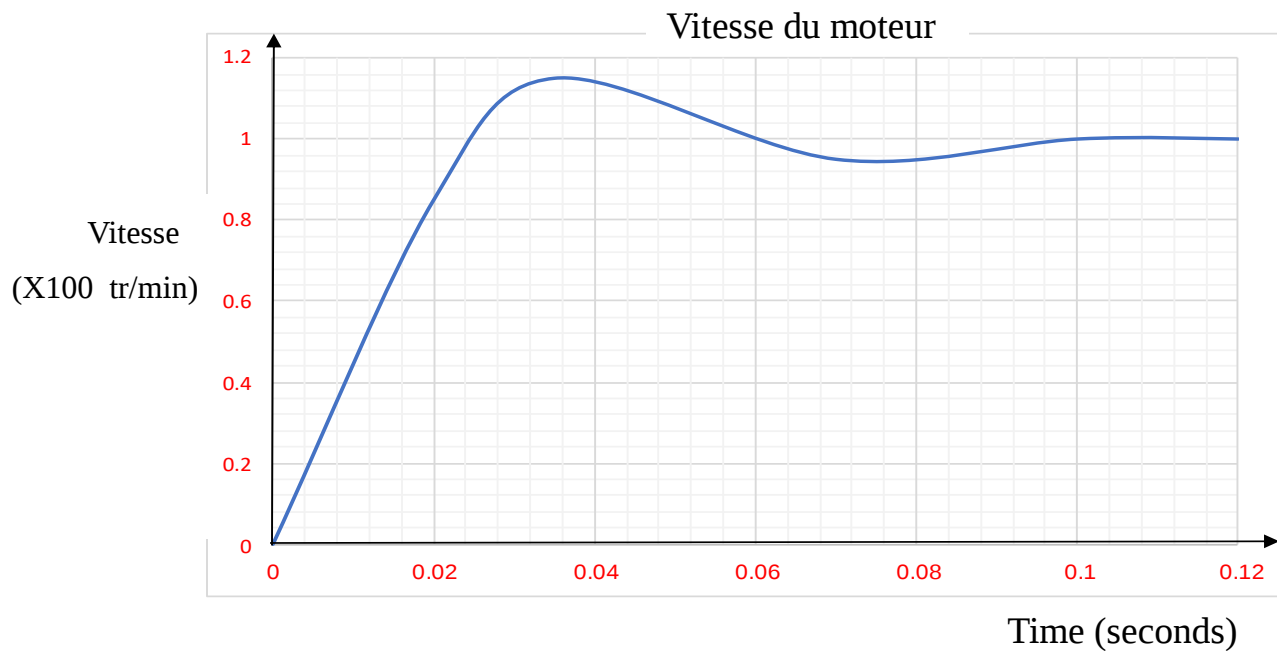


Figure 19 : La vitesse du Moteur de tapis

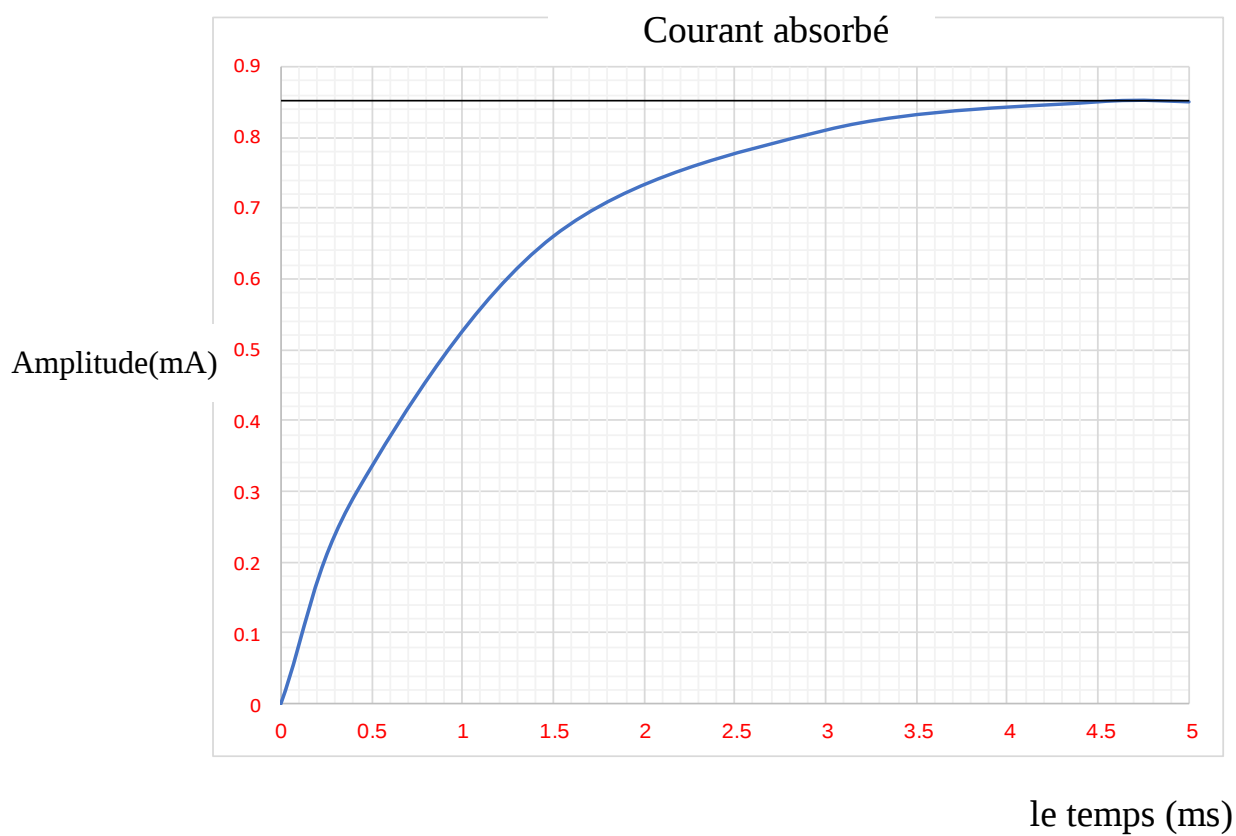


Figure 20 : Le courant absorbé par le moteur

Figure 19: On remarque également que la courbe de vitesse augmente jusqu'au temps 0,3 avec une valeur approximative de 1,2, puis elle descend jusqu'à une valeur de 0,890 au temps 0,07, puis elle remonte légèrement et se stabilise.

Figure 20: On remarque aussi que la courbe de courant croît jusqu'au temps 4.2 ms et est stable à l'infini.

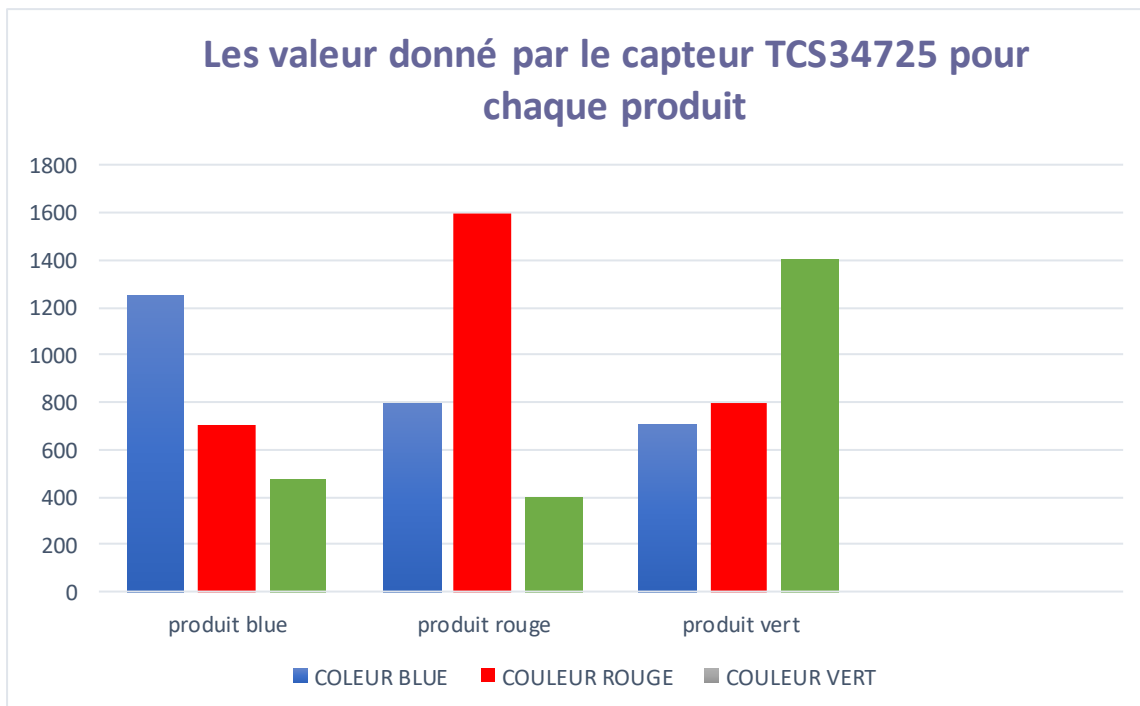


Figure 21 : Les valeurs données par le capteur TCS34725 pour chaque produit

III.7. Conclusion :

Cette machine n'est qu'un prototype, et nous pouvons l'incarner dans la réalité... et son utilisation dans de nombreuses industries telles que le tri des ordures... etc., et nous pouvons le développer pour produire plus de couleurs parce que le capteur peut différencier des milliers de couleurs et leurs degrés et l'augmentation de sa vitesse et sa précision pour faire la mission.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

La réalisation de la machine peut être définie comme l'ensemble des techniques et études tendant à concevoir des systèmes mécaniques, informatiques ou mixtes, capables de se substituer à l'homme dans ses fonctions motrices, sensorielles et intellectuelles.

Ce mémoire est une étude du projet pratique qui explique la conception et la réalisation et la commande de notre machine de tri au couleur. Sur la base des connaissances et des informations des chapitres précédents, on a conçu une machine de tri au couleur. Sa structure mécanique est : en Acier pour la base et en matériau composite. Les dimensions des trois parties constituant de notre machine :

Base. un tapis roulant qui transfère les produits à trier .

Le système actionneur utilisé pour notre bras est composé : d'un moteur à courant continu (fixé dans le tapis) responsable de faire tourner le corps du tapis et d'un moteur servo responsable de retirer les objets de la piste, on a utilisé la carte d'Arduino UNO et on a branché dans ce module relais pour le contrôle de marche et l'arrêt du Moteur CC.

Dans ce travail et l'élaboration du modèle nous a permis :

- ✓ La réalisation de la structure mécanique.
- ✓ Conception et la réalisation de carte Arduino.
- ✓ Programmer avec l'Arduino UNO

Bibliographie

01- Georges Spinnler, conception des machines principes et applications. Dimensionnement, Éditeur, 1998

02- Paul Bairoch, Révolution industrielle et sous-développement, Éditeur: De Gruyter , page 106 , Date de parution :25 septembre 2017.

03- BOULANGER Jean-Louis, Sécurisation des architectures industrielles, Éditeur :Lavoisier ; page 186 - Date de parution :2011

04- Waquet, Jean-Claude, L'Economie polonaise. Plan, investissement, gestion, progrès technique, Éditeur :Droz, page 277 - Date de parution :29 mars 2010.

05- Hellebuyck, Chuck. **Programmation des microcontrôleurs PIC avec PICBASIC. Holland : Elsevier Science2002 .**

06 - Collins, W. (2006). Programmable Logic Controllers: Hardware and Programming. Delmar Cengage Learning.

07 - L'automate programmable industriel PB15 et ses applications, Éditeur :CNDP , Date de parution :1985.

08 - <https://www.electronique-mixte.fr>, Consulter le, 23/02/2023.

09 - <https://www.arduino-france.com/>, Consulter le, 10/03/2023.

Bibliographie

- 10 - <https://www.electronique-mixte.fr>, Consulter le, 15/03/2023.
- 11 - Michael Margolis (Informaticien), La boîte à outils Arduino 120 techniques pour réussir vos projet, Editeur: Dunod, 5 octobre 2019
- 12 - Site officiel d'Arduino : www.arduino.cc
- 13 - <https://www.arduino-france.com/tutoriels/quest-ce-que-le-bus-i2c-et-comment-fonctionne-t-il-sur-arduino/>, Consulter le, 17/04/2023.
- 14 - Adafruit Industries. (s.d.). TCS34725 RGB Color Sensor. Récupéré le 02 juin 2023