

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Tasdawit Akli Muḥend Ulḥağ - Tubirett -



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

كلية العلوم والعلوم التطبيقية

Référence :/MM/2021

المرجع:م/م / 2021

Mémoire de Master

Présenté au

Département : Génie Électrique

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Electrotechnique Industrielle

Réalisé par :

IDRIGUENE Amir

Et

HAMANE Tarik

Thème

Réalisation d'un prototype de portail automatisé

Soutenu le: 02/07/2023

Devant le Jury composé de :

Mr : LADJOUZI Samir

M.C.B

Univ. Bouira

Président

Mme : SMAIL Houria

M.C.B

Univ. Bouira

Rapporteur

Mr : ISSAOUNI Salim

M.A.A

Univ. Bouira

Examineur



نموذج التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لإنجاز بحث.

انا الممضي اسفله،

السيد(ة)..... IDRIGUENE Amirالصفة: طالب، استاذ، باحث

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية:

..... 401863862 والصادرة بتاريخ..... 28/05/2022

المسجل(ة) بكلية : العلوم و العلوم التطبيقية قسم:

الهندسة الكهربائية
والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث(مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير،
اطروحة دكتوراه).

عنوانها:

Réalisation d'un prototype de portail automatique.

تحت إشراف الأستاذ(ة):

Mme SMAÏL Houria

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة
الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ:

المعني(ة)

رأي هيئة مراقبة السرقة العلمية:

النسبة:

%

15

Turnitin

توقيع





نموذج التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لإنجاز بحث.

انا الممضي اسفله،
السيدة(ة)..... **جهان طارق**
.....
الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية:
..... **100727466**
والصادرة بتاريخ **2016-04-27**
المسجل(ة) بكلية : العلوم و العلوم التطبيقية
الهندسة الكهربائية
والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث(مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير،
اطروحة دكتوراه).

عنوانها:
Réalisation d'un prototype du portail automatique

تحت إشراف الأستاذ(ة):

.....
السيدة **سماعيل حربية**

أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة
الاكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

.....
التاريخ:.....

توقيع

المعني(ة)

رأي هيئة مراقبة السرقة العلمية:



%

15

النسبة:

Remerciements

Tout d'abord nous remercions Allah le tout puissant et miséricordieux de nous avoir accordé le courage, la volonté et la santé pour mener à bien ce travail.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice «Dr. SMAIL Houria» pour sa guidance, ses précieux conseils et son expertise durant toute la période de travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous remercions aussi tous les enseignants qui ont partagé avec nous leurs connaissances et qui ont contribué à notre formation, et à qui nous exprimons notre profonde gratitude.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Au nom de Dieu, le tout miséricordieux, le très miséricordieux

Je dédie ce modeste mémoire aux êtres qui me sont les plus chers

A ma très chère mère source de tendresse ;

A mon très cher père, qui m'encourage dans les instants délicats ;

A mes chères sœurs ;

A toute ma famille ;

A tous mes amis

Amir



Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille qui m'a doté d'une éducation digne, avec un amour qui a fait de moi ce que je suis devenu aujourd'hui.

Particulièrement à mes parents, pour tous les efforts et les sacrifices qu'ils ont pu traverser pour que je puisse atteindre ce niveau.

A mon unique frère Rafik, mon pilier de vie

A mes amis qui m'ont toujours encouragé quand j'en avais eu le besoin.

Tarik



Résumé

Les portails automatiques sont des systèmes de contrôle d'accès électroniques qui permettent d'ouvrir et de fermer des portes, des portails ou des barrières de manière automatisée. Dans notre projet on s'est consacré à la réalisation d'un prototype de portail automatisé coulissant qui est commandé à base d'un microcontrôleur PIC 16F628A.

Ce prototype est dédié à l'usage pédagogique qui permet aux étudiants de valider expérimentalement le fonctionnement attendu d'un programme d'automatisation, élaboré selon un cahier des charges prédéfini.

Abstract

Automatic gates are electronic access control systems that allow doors, gates to be opened and closed in an automated manner. In our project we dedicated ourselves to the realization of a prototype of an automated sliding gate which is controlled based on a microcontroller PIC 16F628A.

This prototype is dedicated to the pedagogical use that allows students to test the expected operation of an automation program, developed according to a predefined specification.

ملخص

لبوابات الأوتوماتيكية هي أنظمة إلكترونية للتحكم في العبور، تسمح بفتح الأبواب وإغلاقها بطريقة آلية. في مشروعنا، PIC 16F628A ركزنا لتحقيق نموذج أولي لبوابة منزلقة آلية يتم التحكم فيها بواسطة المتحكم

تم تخصيص هذا النموذج الأولي للاستخدام البيداغوجي الذي يسمح للطلاب باختبار التشغيل المتوقع لبرنامج أوتوماتيكي، الذي تم تطويره وفقاً لمواصفات محددة مسبقاً.

SOMMAIRE

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
------------------------------------	----------

Chapitre 1 : Etat de l'art des portails automatiques

1.1 Introduction	2
1.2 Portail automatique à battants	2
1.2.1 Les motorisations d'un portail automatique à battants	3
1.2.1.1 Motorisation à bras articulés	3
1.2.1.2 Motorisation à vérin	4
1.2.1.3 Motorisation à roues	4
1.2.1.4 Motorisation enterrée	5
1.2.1.5 Motorisation intégrée	6
1.2.2 Avantages et inconvénients de portail à battants	6
1.3 Portail automatique coulissant	7
1.3.1 Motorisation des portails coulissants	7
1.3.1.1 Motorisation à rail au sol	8
1.3.1.2 Motorisation autoportante	8
1.3.2 Avantages et inconvénients de portail coulissant	9
1.4 Aperçu des matériaux utilisés dans la construction des portails automatiques	10
1.5 Conclusion	12

Chapitre 2 : structure des éléments de portail automatique réalisé

2.1 Introduction.....	13
2.2 La maquette de portail coulissant	13
2.3 Les composants de portail automatique réalisé	14
2.3.1 Partie dialogue (PD).....	14
2.3.1.1 Outils d'entrée	14
2.3.1.2 Outils d'indication	15
2.3.2 Partie commande (PC)	16
2.3.2.1 Microcontrôleur PIC 16F628A	16

2.3.2.2 Architecture interne de PIC16F628A	18
2.3.3 Partie opérative (PO)	22
2.3.3.1 Pré-actionneurs	22
2.3.3.2 Actionneurs	24
2.3.3.3 Les capteurs	27
2.4 Conclusion	28

Chapitre 3 : Évaluation de fonctionnement de prototype réalisé du portail automatique

3.1 Introduction.....	29
3.2 Outils de programmation et de simulation	29
3.2.1 Proteus	29
3.2.2 MikroC	30
3.3.3 Pickit 3	30
3.3. Validation expérimentale du fonctionnement du prototype modélisé du portail	31
3.4 Conclusion	38
CONCLUSION GENERALE	39
BIBLIOGRAPHIE.....	40

LISTES DES FIGURES
&
DES TABLEAUX

Liste des Figures

Figure 1.1. Portail automatique à battants	3
Figure 1.2. Motorisation à bras articulés	3
Figure 1.3. Motorisation à vérins	4
Figure 1.4. Motorisation à roue.....	5
Figure 1.5. Motorisation enterrée.....	5
Figure 1.6. Motorisation intégrée au portail	6
Figure 1.7. Portail automatique coulissant.....	7
Figure 1.8. Portail coulissant avec motorisation à rail au sol	8
Figure 1.9. Portail coulissant avec motorisation autoportante	9
Figure 1.10. Modèle de portail en bois	10
Figure 1.11. Modèle de portail en PVC	11
Figure 1.12. Modèle de portail en aluminium.....	11
Figure 1.13. Modèle de portail en acier	12
<hr/>	
Figure 2.1. La maquette réalisée	13
Figure 2.2. Un bouton poussoir.....	14
Figure 2.3. Diode électroluminescente.	15
Figure 2.4. Maquette de contrôle.	16
Figure 2.5. Le circuit de commande de portail réalisé.....	17
Figure 2.6. Architecture interne du PIC16F628A	18
Figure 2.7. Les ports d'entrées/Sorties d'un PIC16F628A	18
Figure 2.8. Les broches d'un PIC16F628A	19
Figure 2.9. Maquette de microcontrôleur PIC 16F628A	22
Figure 2.10. Pré-actionneurs utilisés dans notre système.. ..	22
Figure 2.11. Transistor	23
Figure 2.12. Relais	23
Figure 2.13. Mécanisme de moteur à courant continu	24
Figure 2.14. Représentation des forces sur l'axe des abscisses	25

Figure 2.15. Capteurs de fin de course	27
<hr/>	
Figure 3.1. L'environnement de Proteus	29
Figure 3.2. L'environnement IDE du compilateur MikroC	30
Figure 3.3. Pickit 3	31
Figure 3.4. Grafctet de cas manuel	31
Figure 3.5. Schéma de la simulation de cas manuel	32
Figure 3.6. Montage de cas manuel sur le prototype réalisé	32
Figure 3.7. Grafctet de cas automatique.....	33
Figure 3.8. Code du mode de fonctionnement automatique	33
Figure 3.9. Schéma de la simulation du mode de fonctionnement automatique	34
Figure 3.10. Montage de cas automatique sur le prototype réalisé	34
Figure 3.11. Grafctet de cas temporisation	35
Figure 3.12. Code du mode fonctionnement avec temporisation de la fermeture	36
Figure 3.13. Schéma du mode de fonctionnement avec temporisation de la fermeture	36
Figure 3.14. Montage avec la temporisation de la fermeture sur le prototype réalisé	37

Liste des Tableaux

Tableau 2.1. Les dimensions de la maquette	13
Tableau 2.2. Liste des composants utilisés dans la partie dialogue.....	15
Tableau 2.3. Caractéristiques d'un PIC 16F628A.....	17
Tableau 2.4. La liste des composants utilisés dans la partie commande	21
Tableau 2.5. Caractéristiques de moteur courant continu	24
Tableau 2.6. Liste des composants utilisés dans la partie opérative.....	27
Tableau 3.1. Table mnémonique de cas manuel.....	31
Tableau 3.2. Table mnémonique de cas automatique.....	33
Tableau 3.3. Table mnémonique de cas avec temporisation	35

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'automatisation des systèmes électriques représente un paramètre clé dans plusieurs secteurs, notamment dans le secteur industriel. Elle a apporté des solutions à beaucoup de problèmes où l'effet humain est optimisé [1]. Dans un milieu industriel, l'automatisation fait l'essentiel du travail d'une équipe de sécurité en lui évitant de parcourir et traiter manuellement toutes les alertes qui surviennent [2].

Lors de notre étude, nous avons choisi de nous concentrer sur l'automatisation du portail coulissant, car il s'agit d'un type de portail couramment utilisé dans divers endroits tels que les usines, les entrepôts, les hôtels, les hôpitaux, les résidences, etc. Ces exemples démontrent que la technologie du portail automatique a résolu de manière définitive la tâche manuelle qui nécessitait un effort physique, en la rendant beaucoup plus facile grâce à la simple pression d'un bouton permettant d'ouvrir et/ou de fermer le portail à distance. Ce mécanisme est réalisé grâce à la présence d'une maquette de contrôle liée au portail.

L'objectif de notre travail est de réaliser un prototype d'un portail coulissant automatisé, destiné, dans le cadre pédagogique, aux travaux pratiques au sein de laboratoire de notre faculté

Pour mener à bien notre travail, nous l'avons organisé en trois chapitres selon le plan méthodologique suivant :

- Le premier chapitre comporte des généralités sur les portails automatiques, à savoir le portail à battant et le portail coulissant ; ainsi que les différentes motorisations de chaque type. Un bref aperçu des divers matériaux couramment utilisés pour la construction de ces portails sera abordé à la fin de ce chapitre.
- Le second chapitre expose la réalisation de notre modèle du portail automatisé, en détaillant les deux parties qui le compose ; partie mécanique et la partie électrique. Cette dernière est constituée de partie dialogue, partie opérative, partie commande.
- Le troisième et le dernier chapitre est consacré à la mise en marche du portail réalisé, dans ce chapitre, nous avons effectué des tests en fonction de trois cahiers des charges différents pour garantir le bon fonctionnement du portail.
- Notre travail sera clôturé par une conclusion générale qui qui englobera les résultats obtenus au cours de notre étude, ainsi que des perspectives futures pour améliorer le projet réalisé.

Chapitre I

Etat de l'art des portails automatiques

1.1 Introduction

Les portails automatisés sont des systèmes de portes ou de portails commandés par des mécanismes électroniques (*Arduino*, microcontrôleur *PIC*, Automate programmable industriel). Ils sont utilisés pour faciliter l'accès aux propriétés résidentielles et commerciales, ainsi que pour améliorer la sécurité en empêchant l'accès non autorisé.

Les portails automatiques peuvent être actionnés par une télécommande, un bouton-poussoir ou même une application mobile. Ils sont disponibles en différents matériaux, tels que le bois, le métal et le PVC, et peuvent être personnalisés en fonction des besoins du propriétaire.

Les portails automatiques peuvent également être équipés en fonctions de sécurité en utilisant des capteurs de mouvement et des caméras de surveillance pour offrir une protection supplémentaire.

Il existe deux types de portail automatisé :

- Portail automatique à battants
- Portail automatique coulissant

Ce chapitre-ci est consacré à présenter les deux différents types de portail automatisé, notamment l'explication de leurs différents modes de fonctionnement.

1.2 Portail automatique à battants

Un portail automatisé à battants fonctionne grâce à un système motorisé qui permet l'ouverture et la fermeture des vantaux du portail de manière automatique (de 90 à 180 degrés dans les cas les plus exceptionnels). Les vantaux du portail sont équipés de bras articulés ou de vérins qui sont reliés au moteur [3]. Lorsqu'il est activé, le moteur actionne les bras articulés ou les vérins pour faire pivoter les vantaux du portail, permettant ainsi leur ouverture ou leur fermeture. Ce type de portail automatisé offre commodité et confort d'utilisation, permettant aux utilisateurs de commander l'ouverture et la fermeture du portail à distance à l'aide d'une télécommande ou d'autres dispositifs de commande [3]. Certains systèmes automatisés à battants peuvent également être équipés de capteurs de sécurité pour détecter les obstacles et garantir une utilisation sûre.

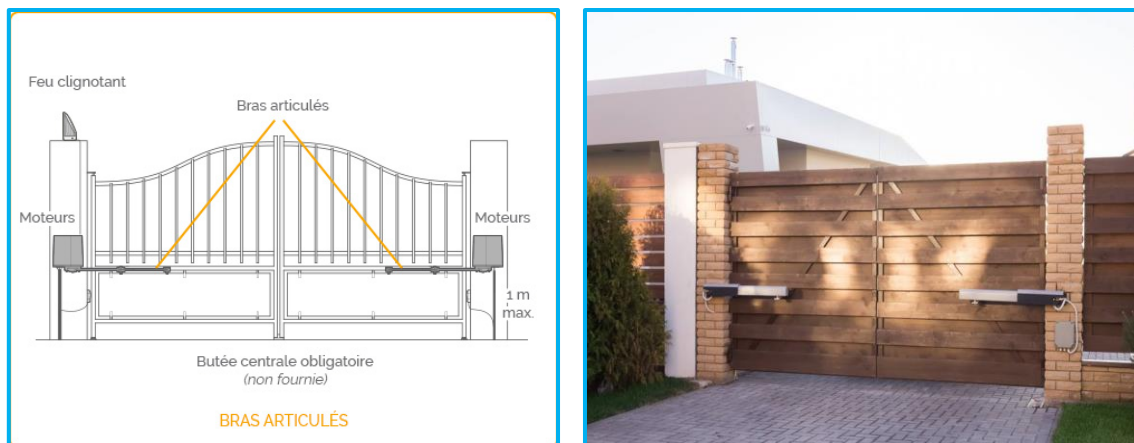


Figure 1.1 : Portail automatique à battants [4].

1.2.1 Les motorisations d'un portail automatique à battants

Les motorisations de portail à battants sont des dispositifs qui permettent d'automatiser l'ouverture et la fermeture des vantaux du portail. Il existe différents types de motorisations adaptées aux portails à battants.

1.2.1.1 Motorisation à bras articulés

Ce type de motorisation est le plus répandu, cette motorisation est constituée de bras articulés fixés sur les vantaux du portail. Lorsqu'il est activé, le moteur actionne les bras qui se plient ou se déplient pour ouvrir ou fermer les vantaux. Les bras articulés offrent une bonne adaptabilité aux différents types de portails et sont généralement faciles à installer.

En effet, il existe des motorisations à bras hydrauliques et électromécaniques pour les portails à battants. Les bras hydrauliques sont connus pour leur performance et leur utilisation dans des applications telles que les engins de travaux. Les deux types de motorisations se fixent sur les vantaux du portail, sur un poteau ou un mur. Ils nécessitent une tension d'alimentation de 220 V pour fonctionner [5].

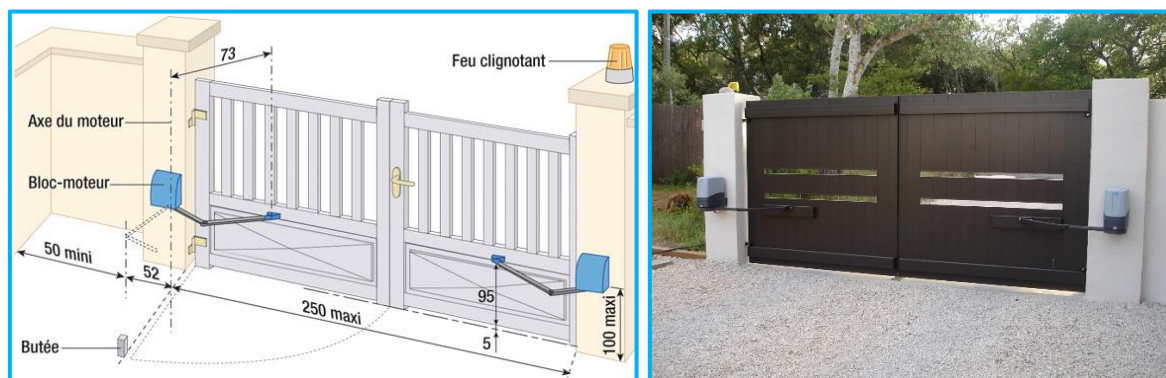


Figure 1.2 : Motorisation à bras articulés [6], [7].

Les motorisations à bras offrent l'avantage d'une traction très faible, ce qui réduit la contrainte exercée sur les vantaux et les gonds du portail [7]. Elles sont faciles à utiliser et offrent un bon rapport qualité-prix. Cependant, il est important de noter que la motorisation à bras nécessite de l'espace sur les côtés du portail lorsque les bras sont en position ouverte.

1.2.1.2 Motorisation à vérin

Dans ce cas, des vérins électromécaniques sont fixés sur les vantaux du portail. Lorsque le moteur est en marche, les vérins se déploient ou se rétractent, poussant ou tirant les vantaux pour les ouvrir ou les fermer. Les motorisations à vérins offrent une grande puissance et sont adaptées aux portails lourds ou de grande taille [8].

L'avantage principale de ce type de motorisation se résume sur son installation : les vérins sont moins volumineux et permettent une installation moins complexe, contrairement aux motorisations de portail à bras articulés qui sont beaucoup plus imposantes.

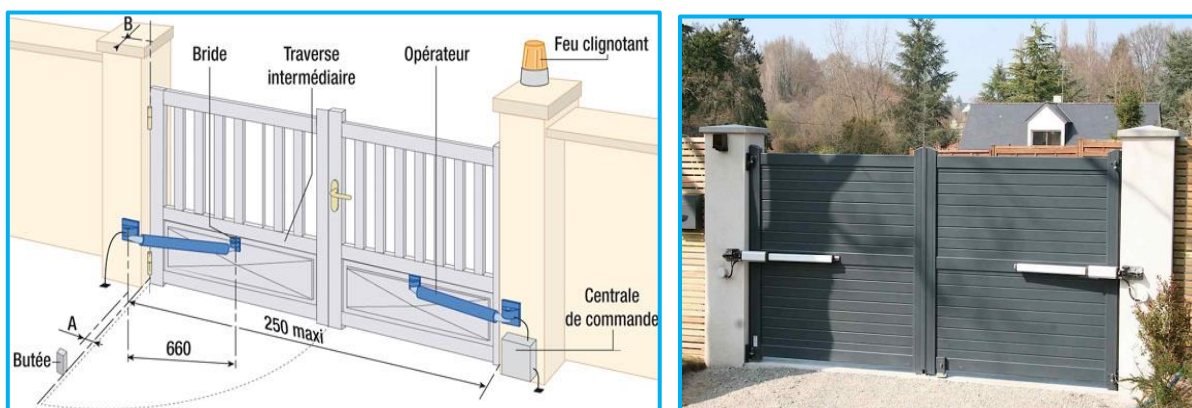


Figure 1.3 : Motorisation à vérins [7], [9].

1.2.1.3 Motorisation à roues

Par rapport à ce type de motorisation, des roues sont fixées sur les vantaux du portail, et le moteur actionne ces roues pour faire glisser les vantaux le long d'un rail de guidage. Les motorisations à roues offrent une grande souplesse d'installation et sont adaptées aux portails de différentes formes et surfaces irrégulières [5]. C'est le type de motorisation idéal pour un terrain en pente ou déformé, car elle s'adapte à tous les types de sols.

Un avantage significatif de la motorisation à roues est son coût relativement bas par rapport à d'autres types de motorisation, elle peut fonctionner avec un moteur de 12 V ou 24 V, ce qui permet d'économiser de l'énergie. Il est également possible d'opter pour une motorisation solaire, où l'énergie solaire est utilisée pour alimenter le moteur, offrant ainsi une solution plus écologique [10].



Figure 1.4 : Motorisation à roue [11].

1.2.1.4 Motorisation enterrée

Les motorisations enterrées sont des systèmes de motorisation de portail qui sont installés directement dans le sol, généralement dans des caissons spécialement conçus à cet effet [5]. Ce type de motorisation est particulièrement adapté aux portails de grande taille, tels que les portails résidentiels ou les portails d'accès aux propriétés commerciales, cela permis d'offrir une ouverture fluide et silencieuse.

L'un des principaux avantages des motorisations enterrées est leur aspect esthétique, car ils ne compromettent pas l'apparence du portail et de l'environnement lorsqu'ils sont fermés. Cependant, leur installation et leur entretien nécessitent une expertise professionnelle pour assurer un fonctionnement optimal et sécurisé [7].

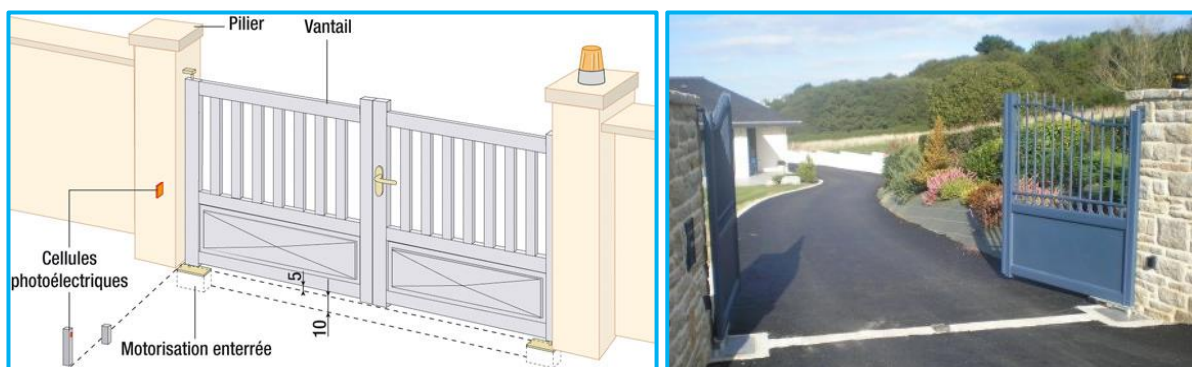


Figure 1.5 : Motorisation enterrée [7], [12].

1.2.1.5 Motorisation intégrée

La motorisation intégrée au portail, quant à elle, est un système de motorisation où les mécanismes et le moteur sont intégrés directement dans le portail lui-même [5]. Contrairement aux autres types de motorisations qui nécessitent des éléments externes visibles, tels que des bras, des roues ou des caissons, la motorisation intégrée offre une esthétique plus homogène et discrète. Elle offre des avantages en termes de sécurité et de fonctionnement fluide [13]. Cependant, son installation et son entretien peuvent être plus complexes et coûteux.

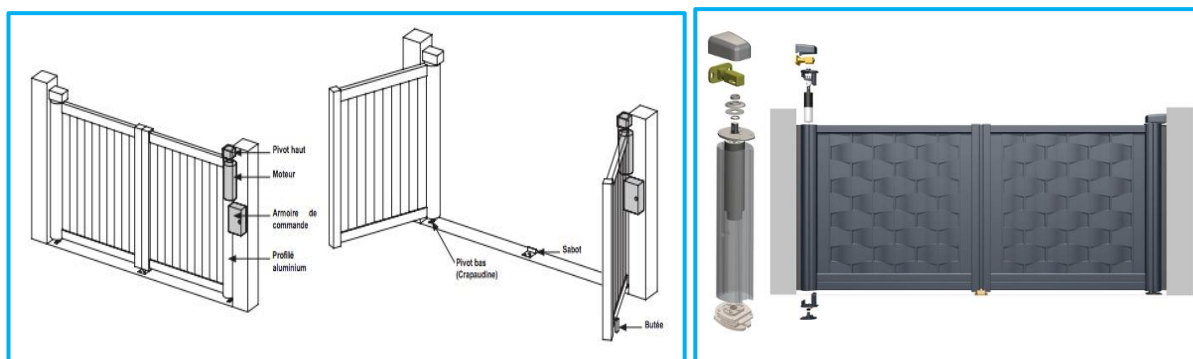


Figure 1.6 : Motorisation intégrée au portail [13], [14].

1.2.2 Avantages et inconvénients de portail à battants

❖ *Avantages*

- Le portail à battant offre une ouverture jusqu'à 180°, permettant un accès plus large pour les véhicules et les piétons.
- Son coût est souvent plus abordable par rapport à d'autres types de portails, ce qui en fait une option économique.
- Le portail à battant peut être plus facile à installer, nécessitant moins de travaux de fondation et de préparation du sol.

❖ *Inconvénients*

- Les portails à battant peuvent être plus sensibles aux vents, lorsqu'ils sont ouverts, les vantaux peuvent agir comme des voiles, ce qui peut exercer une pression sur les charnières et les gonds, et potentiellement endommager le portail.

1.3 Portail automatique coulissant

Le portail automatisé coulissant est un type de portail qui se déplace horizontalement le long d'un rail ou d'une piste lors de son ouverture et de sa fermeture. Ce type de portail est idéal pour les espaces restreints où un portail à battants traditionnel ne serait pas pratique. Il offre également une esthétique moderne et épurée [15].

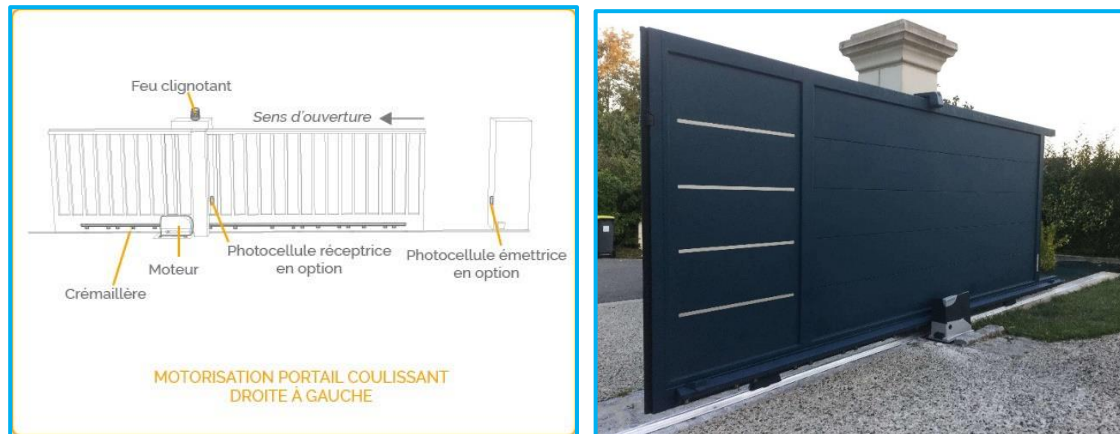


Figure 1.7 : Portail automatique coulissant [4], [16].

Le fonctionnement d'un portail automatique coulissant repose sur un système motorisé qui permet au portail de se déplacer le long d'un rail de guidage. Le moteur est généralement installé sur un socle et est connecté à une crémaillère fixée sur la traverse basse du portail. Lorsqu'il est activé, le moteur entraîne la crémaillère, permettant ainsi au portail de se déplacer en douceur. Le contrôle de l'ouverture et de la fermeture du portail se fait à l'aide d'une télécommande ou d'autres dispositifs de commande [17], offrant ainsi une grande praticité et une facilité d'utilisation. Le système automatique assure une traction légère sur le portail, ce qui contribue à sa durabilité et à sa longévité.

1.3.1 Motorisation des portails coulissants

Les options de motorisation pour les portails coulissants sont limitées, avec seulement deux choix possibles : soit avec un rail au sol, soit une motorisation autoportante.

Dans les deux cas, il est impératif de procéder à l'installation d'un poteau de guidage ainsi que d'un poteau de réception [5].

1.3.1.1 Motorisation à rail au sol

La forme la plus courante de motorisation pour un portail électrique coulissant est celle qui utilise un rail de guidage au sol. Dans ce cas, le portail se déplace le long du rail grâce à un moteur. Cette méthode requiert l'installation d'un support (socle), la fixation du moteur et celle du poteau de guidage [18]. La motorisation avec rail au sol est particulièrement appropriée pour les portails électriques coulissants de grande taille ou de poids important.

En raison de la complexité des différentes tâches impliquées pour l'installation de ce système, des travaux de maçonnerie sont nécessaires lors de la mise en place du socle du moteur. De plus, le raccordement électrique doit être effectué avec précaution et requiert une solide expertise dans ce domaine.



Figure 1.8 : Portail coulissant avec motorisation à rail au sol [19].

1.3.1.2 Motorisation autoportante

La motorisation autoportante est une alternative au premier modèle précité. Le fonctionnement de ce type de motorisation pour les portails coulissant diffère de celui de la motorisation à rail au sol. Contrairement à cette dernière, ne nécessite pas de rail fixé au sol. C'est la raison pour laquelle on le trouve principalement dans les zones industrielles où il y a un passage fréquent d'engins lourds. Or, certains modèles sont désormais conçus pour une utilisation domestique et peuvent donc être installés n'importe où [15]. Il est cependant important de noter que la motorisation autoportante n'est pas adaptée aux portails lourds, elle est plutôt destinée aux portails coulissants légers et de taille moyenne.

Ce type d'automatisme utilise une crémaillère permettant au portail de se déplacer. En d'autres termes, il ne nécessite pas de contact avec le sol et reste suspendu en l'air. C'est la motorisation idéale pour les portails coulissants en PVC ou en aluminium [20].

Bien que l'installation d'une motorisation autoportante nécessite l'intervention d'un professionnel, l'opération demeure plus simple et rapide que celle d'une motorisation à rail fixé au sol. Étant donné qu'il n'est plus nécessaire de fixer un rail au sol, il n'y a plus de travaux de maçonnerie à effectuer.



Figure 1.9 : Portail coulissant avec motorisation autoportante [21].

1.3.2 Avantages et inconvénients de portail coulissant

❖ *Avantages*

- Le portail coulissant motorisé s'ouvre de manière plus rapide que le portail à battant.
- Grâce à ses photocellules, le portail coulissant motorisé offre une sécurité accrue, réduisant ainsi considérablement les risques d'accidents.
- Le portail coulissant motorisé est particulièrement recommandé pour les entrées en pente, pouvant aller jusqu'à 10%. Dans de telles situations, le portail battant ne serait pas techniquement adapté.

❖ *Inconvénients*

- Les portails coulissants ont souvent un coût supérieur aux portails à battants en raison de la complexité de leur mécanisme de fonctionnement.
- Effectivement, lors de l'installation de portails coulissants, il est nécessaire de disposer d'un espace latéral adéquat pour permettre leur mouvement. Cela peut représenter un défi dans le cas d'une allée étroite ou d'un espace limité.
- Pour garantir un bon fonctionnement, il est crucial d'effectuer un entretien régulier des rails, c'est-à-dire les nettoyer fréquemment afin de prévenir tout risque de blocage.

1.4 Aperçu des matériaux utilisés dans la construction des portails automatiques

Différents matériaux disponibles sur le marché qui peuvent être utilisés pour la construction d'un portail, tels que le PVC, le fer, l'aluminium et le bois. Le choix du matériau dépend de plusieurs critères, c'est-à-dire il doit non seulement répondre aux exigences esthétiques, mais aussi être fonctionnel et résistant [15].

Dans ce qui suit, nous passerons en revue les matériaux les plus courants en soulignant les avantages et les inconvénients de chacun.

▪ *Portail en bois*

Le bois est un matériau traditionnellement apprécié pour les portails en raison de son allure naturelle et chaleureuse. Il s'intègre facilement à tous les styles architecturaux et peut être peint ou enduit de lasure pour correspondre à vos préférences esthétiques [22]. De plus, il est un matériau écologique et renouvelable. Toutefois il nécessite un entretien régulier (peinture, vernis) pour prévenir la pourriture, la décoloration et le gauchissement.

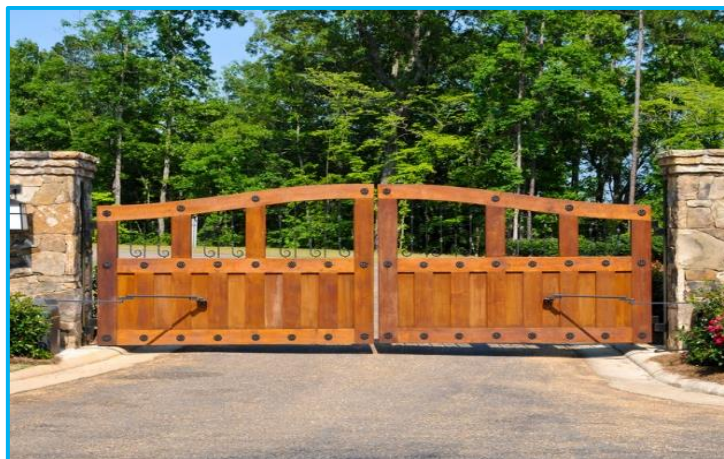


Figure 1.10 : Modèle de portail en bois [23].

▪ *Portail en PVC*

Effectivement, le PVC est un matériau synthétique qui présente certains avantages pour les portails de maison, tels que son coût abordable et sa facilité d'entretien. Cependant, il est vrai que l'aspect plastique du PVC peut parfois être considéré comme moins esthétique, et sa gamme de couleurs est souvent limitée. De plus, les portails en PVC peuvent être moins robustes et résistants aux chocs par rapport à d'autres matériaux. Cela signifie qu'ils peuvent être plus susceptibles de se détériorer en cas de chocs ou de conditions climatiques extrêmes [22].



Figure 1.11 : Modèle de portail en PVC [22].

▪ ***Portail en aluminium***

Un portail automatique en aluminium offre plusieurs avantages. L'aluminium est un matériau léger mais durable, résistant à la corrosion, ce qui en fait un choix idéal pour les portails extérieurs. Les portails en aluminium peuvent être fabriqués dans différents styles et finitions, offrant ainsi une grande variété d'options esthétiques. De plus, l'aluminium est facile à entretenir et ne nécessite pas de traitement régulier contre la rouille [23].

Toutefois, il convient de noter que les avantages de l'aluminium pourraient être contrebalancés par certains inconvénients, les portails en aluminium peuvent être plus coûteux que d'autres options, en raison du prix du matériau et des coûts de fabrication. De plus, l'aluminium a une conductivité thermique plus élevée, ce qui signifie qu'il peut transmettre la chaleur ou le froid plus rapidement.



Figure 1.12 : Modèle de portail en aluminium [22].

▪ *Portail en acier*

Un portail en acier est un type de portail fabriqué à partir de ce matériau métallique résistant. L'acier est utilisé en raison de sa solidité, de sa durabilité et de sa capacité à résister aux intempéries et à diverses conditions climatiques. Les portails en acier peuvent être fabriqués dans une variété de styles, qu'ils soient traditionnels ou modernes, offrant ainsi une flexibilité en termes de design [23].

Toutefois, à l'instar de tout autre matériau, l'un des principaux inconvénients d'un portail automatique en acier est son poids. L'acier est un matériau dense et lourd, ce qui signifie que le portail peut être plus difficile à manipuler lors de l'installation et peut nécessiter un système de support solide pour le maintenir en place. Cela peut entraîner des coûts supplémentaires de main-d'œuvre et d'installation. En outre, l'acier est sujet à la corrosion s'il n'est pas correctement protégé [22]. Les portails en acier doivent être traités avec des revêtements anticorrosion tels que la galvanisation ou la peinture protectrice pour prévenir la formation de rouille.



Figure 1.13 : Modèle de portail en acier [23].

1.5 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons abordé les deux principaux types de portail automatique, le portail automatique à battant et le portail automatique coulissant. Nous avons également étudié les diverses motorisations utilisées pour chaque type de portail. Enfin, nous avons consacré une section pour l'exploration des matériaux utilisés dans la construction de ces portails automatisés.

Dans le chapitre suivant, nous nous concentrerons sur la réalisation et l'explication détaillée des éléments essentiels qui composent la structure du portail que nous avons choisi, à savoir le portail coulissant automatique.

Chapitre II

Structure des éléments de
portail automatique réalisé

2.1 Introduction

La réalisation de la maquette du portail automatique requiert des compétences à la fois en électronique et en mécanique. Ce chapitre présente les étapes essentielles impliquées dans la conception et la réalisation d'un tel système. Nous examinerons également les divers composants et technologies utilisés pour automatiser le portail, tels que les moteurs, les capteurs et les circuits électroniques.

2.2 La maquette de portail coulissant

Pour modeler la maquette de portail, nous avons choisi la résine qui est une matière solide mais légère et facile à être manipuler. L'épaisseur de la résine utilisée est de 1 cm.

Les dimensions prises pour réaliser ce prototype sont indiquées sur le tableau ci-dessous

Composants de la maquette	Dimension	
	Largeur	Longueur/ hauteur
Support de portail	45,3 cm	55cm
Mur de coté	28,8 cm	13,1 cm
Façade	55 cm	17 cm
Cadre de la barrière	14,5 cm	20 cm
Barrière	22 cm	22 cm

Tableau 2.1 : Les dimensions de la maquette.

Ensuite, Pour que la maquette soit en marche mécaniquement, nous avons fixé :

- Deux rails de guidage en résine pour assurer que lorsque la barrière est en mouvement, elle soit guidée dans le sens de la longueur.
- le mécanisme « roue dentée et crémaillère » au niveau de la barrière pour permettre de transformer un mouvement de rotation (roue dentée) en un mouvement de translation (crémaillère en PVC).

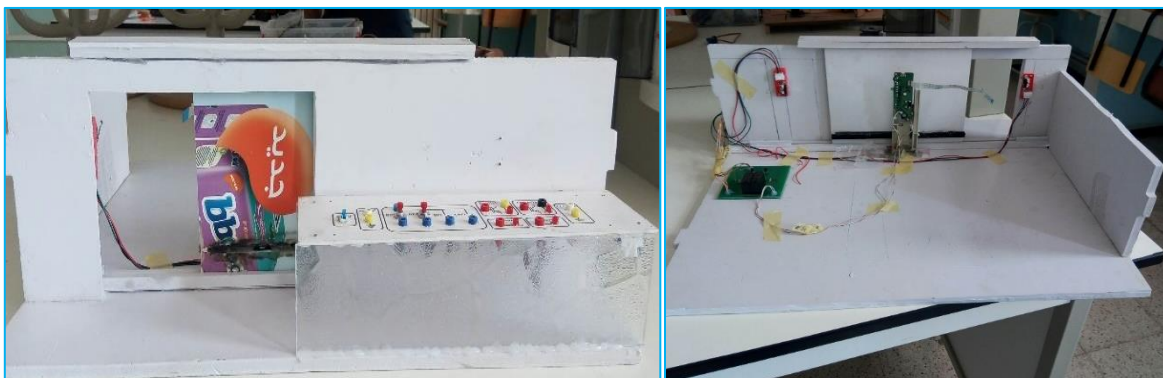


Figure 2.1 : La maquette réalisée.

2.3 Les composants de portail automatique réalisé

Pour une meilleure compréhension du fonctionnement global de notre modèle de portail coulissant, nous allons maintenant nous pencher sur sa composition.

L'explication sera détaillée selon les éléments suivants : *la partie dialogue, la partie commande et la partie opérative.*

2.3.1 Partie de dialogue (PD)

Cette partie du système est responsable de l'interaction avec l'utilisateur. Elle comprend généralement un panneau de contrôle ou une interface utilisateur qui permet de communiquer avec le portail. À travers cette interface, l'utilisateur peut effectuer des actions telles que l'ouverture, la fermeture [24]. Concernant notre système, cette partie peut être résumée en trois points essentiels :

- L'utilisation d'outils d'entrée manuelle tels que des boutons poussoirs pour transmettre des ordres au système automatisé, également connus sous le nom de "consignes"
- L'utilisation d'outils de signalisation visuelle tels que des LEDs, permettant aux utilisateurs de visualiser les résultats.
- Le montage s'effectue à l'aide des bornes, offrant aux utilisateurs la possibilité de réaliser différents montages conformément à des cahiers des charges prédéterminés

2.3.1.1 Outils d'entrées

- **Bouton poussoir** : est un dispositif étroitement lié à l'interrupteur, car il contrôle également le flux de courant. Le bouton joue le rôle de communication entre l'utilisateur et la partie commande [25]. Dans notre système, nous avons utilisé deux boutons poussoirs : l'un pour commander l'ouverture du portail et l'autre pour commander sa fermeture.



Figure 2.2 : Un bouton poussoir.

2.3.1.2 Outils d'indication

▪ **LED** : la diode électroluminescente est un composant optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique. La LED représente le dialogue entre l'opérateur et la partie opérative. Elle permet à l'opérateur de visualiser les résultats et les indications liés au fonctionnement du portail automatisé [25].

Nous avons utilisé quatre LEDs, deux d'entre elles sont dédiées à l'indication du sens de rotation du portail, tandis que les deux autres indiquent l'état du portail, c'est-à-dire s'il est ouvert ou fermé ; chaque LED est connectée avec une résistance de protection de 150 ohms.



Figure 2.3 : Diode électroluminescente.

❖ Ce tableau représente la liste des composants utilisés dans la partie dialogue :

	Composants	quantité	prix unitaire (DA)
Maquette de contrôle	Fiche banane RS PRO bleu femelle (4mm)	14	60
	LEDs rouges	04	5
	Résistance de protection LED 150ohm	04	8
	Boutons poussoirs DS-316 10mm rouge	02	50
	Résistance (10kohm)	04	15
	Câbles CORDON BANANE M/M	13	60

Tableau 2.2 : Liste des composants utilisés dans la partie dialogue.

❖ Voici une représentation de la maquette de contrôle de notre modèle de portail :

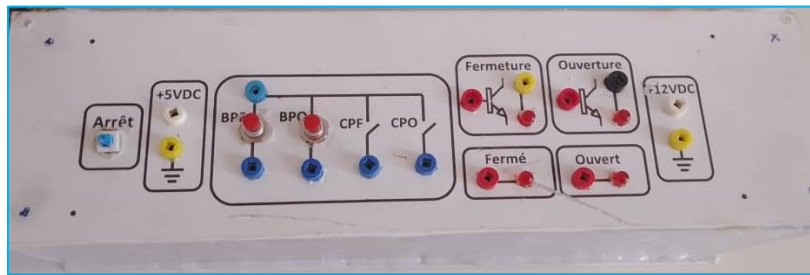


Figure 2.4 : Maquette de contrôle.

2.3.2 Partie commande (PC)

La partie commande joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du portail automatisé. Elle est responsable de recevoir les signaux d'entrée provenant des outils de dialogue, tels que les boutons poussoirs, et de les traiter pour générer les commandes appropriées pour la partie opérative [26].

Dans notre système, la partie commande est réalisée à l'aide d'un microcontrôleur programmable. Ce microcontrôleur PIC 16F628A [27], est responsable de la gestion des différentes fonctionnalités du portail, telles que l'ouverture, la fermeture et la sécurité. Il analyse les signaux d'entrée, prend des décisions en fonction des consignes reçues, et génère les signaux de commande nécessaires pour actionner le moteur du portail.

En résumé, la partie commande constitue le cœur intelligent de notre système de portail automatisé, assurant le contrôle et la gestion des opérations du portail en fonction des commandes de l'utilisateur et des conditions de sécurité.

2.3.2.1 Microcontrôleur PIC 16F628A

Le microcontrôleur PIC 16F628A (voir annexe) est un composant électronique utilisé dans de nombreux systèmes embarqués, y compris les applications de contrôle de portail automatisé. Il s'agit d'un microcontrôleur à faible consommation d'énergie, doté d'une architecture RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) avancée. Le PIC 16F628A peut être utilisé pour réaliser des tâches telles que la gestion des entrées provenant des boutons poussoirs, la génération des signaux de commande pour le moteur du portail, la surveillance des capteurs de sécurité et la mise en œuvre de fonctionnalités spécifiques du portail, comme la temporisation et la protection contre les surcharges [28].

❖ La figure suivante représente le circuit de commande à base de PIC 16F628A de notre modèle de portail :

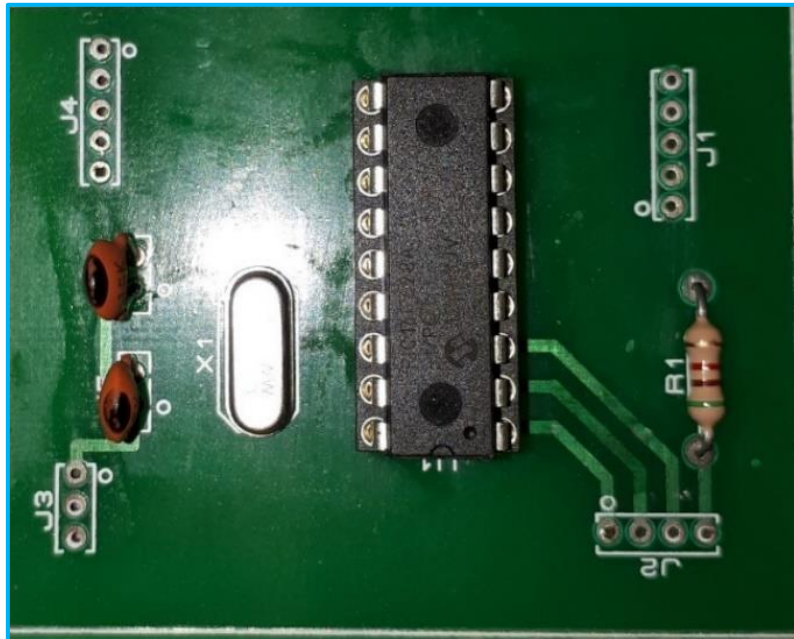


Figure 2.5 : Le circuit de commande de portail réalisé.

❖ Les principales caractéristiques du PIC16F628A sont les suivantes [29]:

Désignation	Paramètre
Série	PIC16
Type de boîtier	DIL
Architecture de jeu d'instruction	RISC
Type de mémoire programme	Flash
Nombre de Pin	18
Largeur de bus de données	8bit
Taille de la mémoire programme	3.5 Ko
Fréquence maximum	20MHz
Taille de la RAM	224o
Tension d'alimentation de fonctionnement typique	2V →5.5V
Timers	2 (8-bit), 1 (16-bit)

Tableau 2.3 : Caractéristiques d'un PIC 16F628A.

2.3.2 Architecture interne de PIC16F628A

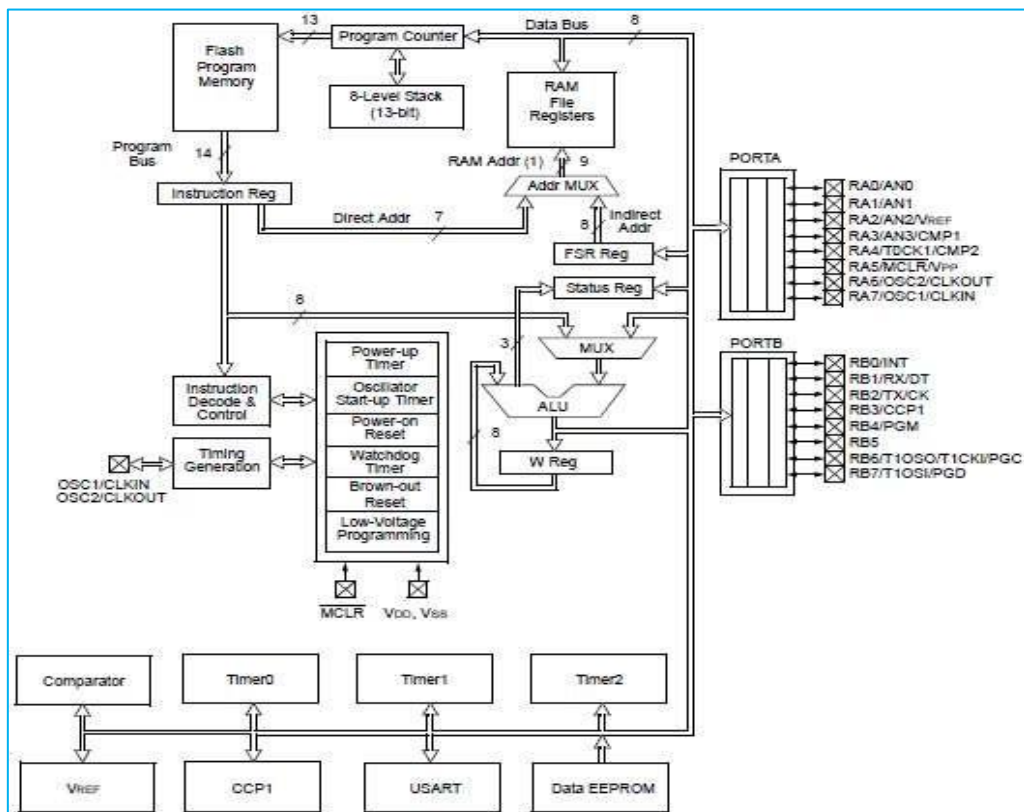


Figure 2.6: Architecture interne du PIC16F628A [29].

▪ **Les ports entrée/sortie :** Le microcontrôleur PIC 16F628A est équipé de deux ports d'entrée/sortie, notés A et B, comprenant chacun 8 broches, ce qui donne un total de 16 broches pour les ports A et B. Ces broches offrent une connectivité pour les signaux d'entrée et de sortie utilisés dans le fonctionnement du microcontrôleur. certaines broches sont dédiées à l'alimentation, telles que VDD (tension d'alimentation) et VSS (masse). D'autres broches sont utilisées pour la programmation du microcontrôleur, VPP (tension de programmation) [29].

➤ **PORT A :** c'est un port d'entrée sortie, il contient 8 pin de RA0 à RA7.

➤ **PORT B :** c'est un port d'entrée sortie, il contient 8 pin d'entrées /sorties de RB0 à RB7.

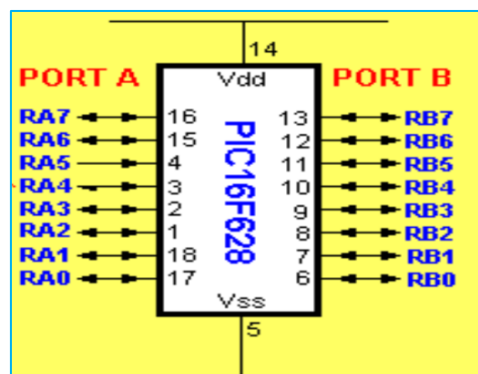


Figure 2.7 : Les ports d'entrées/Sorties d'un PIC16F628A.

▪ Les broches

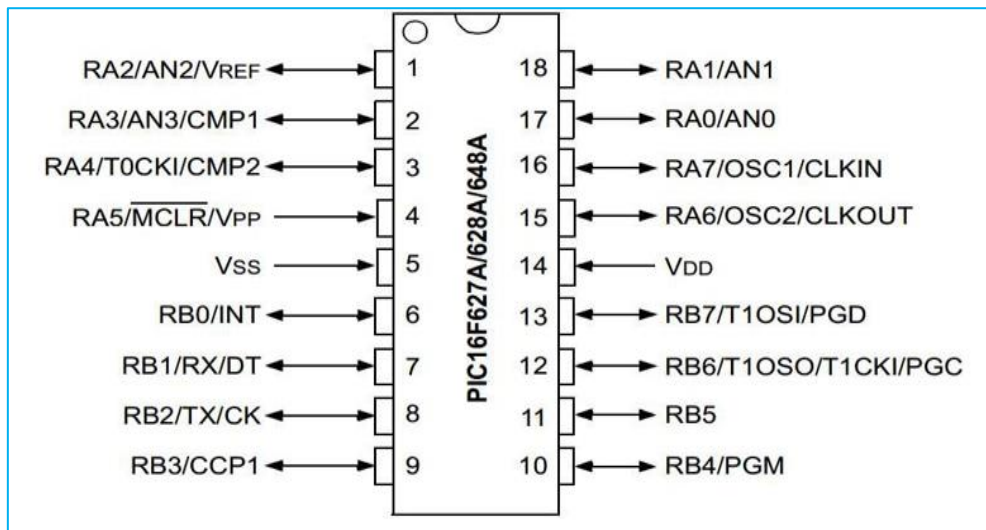


Figure 2.8 : Les broches d'un PIC16F628A [29].

- Broche *MCLR* : (*Master Clear*) est une broche utilisée dans les microcontrôleurs, qui permet d'effectuer une réinitialisation complète du système [29]. Son rôle est de ramener le microcontrôleur dans un état initial, permettant ainsi de redémarrer le programme à partir de zéro.
- Broches *OSCI/OSC2* ou *CLKIN/CLKOUT* : sont utilisées pour le fonctionnement de l'oscillateur interne. Ces broches jouent un rôle essentiel dans la génération de l'horloge nécessaire au microcontrôleur [29].
- Broches d'alimentation *VDD* et *VSS* : représentent respectivement les tensions d'alimentation 5V et 0V du circuit [29]. Une alimentation adéquate et stable est essentielle pour assurer le bon fonctionnement du microcontrôleur.
- Broche *RB0/INT* : possède une fonction double, elle peut être utilisée à la fois comme une broche *RB0* standard ou comme une entrée d'interruption *INT* [29].

▪ Mémoire de PIC 16F628A : elle est divisée en trois différents types [28] :

- *La mémoire FLASH* : est une mémoire programme d'une taille de 3,5 ko. C'est dans cette zone de mémoire que nous allons enregistrer notre programme. La mémoire *FLASH* permet de stocker de manière non volatile les instructions du programme qui seront exécutées par le microcontrôleur.
- *La mémoire RAM* : est une mémoire volatile, ce qui signifie que toutes les données qui y sont stockées seront perdues en cas de coupure de courant. Le microcontrôleur PIC 16F628A

dispose d'une mémoire RAM disponible de 224 octets, où nous pourrions stocker temporairement les données nécessaires à l'exécution du programme.

- *La mémoire EEPROM* : (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*), est doté de 128 octets. Contrairement à la mémoire RAM, les données stockées dans la mémoire EEPROM sont conservées même en cas de coupure de courant, ce qui les rend idéales pour stocker des paramètres semi-permanents nécessaires au fonctionnement du système.
- **TIMERS** : il existe trois timers [29] :
 - *Timer 0 (8 bits)* : il est un compte à rebours de 8 bits qui peut être utilisé comme minuteur, compteur ou générateur de fréquences. Il dispose d'un pré diviseur programmable de 1/2/4/8/16/32/64/128 pour ajuster la plage de temps [29].
 - *Timer 1 (16 bits)* : il est un compteur d'événements de 16 bits avec capture et comparaison. Il peut être utilisé pour mesurer le temps entre deux événements, compter des événements dans une période spécifiée, générer des signaux de synchronisation, prendre en charge la capture de signaux externes et effectuer des tâches de temporisation avancées [29].
 - *Timer 2 (8 bits)* : il est un compteur d'événements de 8 bits qui peut être utilisé pour générer des signaux PWM, générer des interruptions à une fréquence spécifiée, compter des événements dans une période spécifiée, etc. [29].
- **Registres du PIC 16F628A** : le microcontrôleur PIC16F628A est équipé de différents registres qui jouent des rôles essentiels dans son fonctionnement. Voici les principaux registres du PIC 16F628A [28] :
 - *STATUS* : le registre est utilisé pour sélectionner le banc d'accès et pour lire les indicateurs (flags) de l'ALU et du Timer 0 [28].
 - *OPTION* : ce registre est conçu pour configurer certains paramètres du Port B et du Timer 0.
 - *INTCON* : contient des bits de validation et des indicateurs pour les principales sources d'interruptions.
 - *PIE1 et PIR1* : sont utilisés pour gérer la validation des interruptions (PIE1) et vérifier les drapeaux (PIR1) des périphériques [28].
 - *PCON* : est utilisé pour gérer les conditions de réveil du processeur, telles que les interruptions, le mode de veille (Sleep) et le déclenchement d'une condition de sous-tension (Brown-out) [28].

▪ **Interruptions** : le PIC 16F628A dispose d'un nombre limité de sources d'interruptions, qui varie en fonction des fonctionnalités spécifiques du microcontrôleur. Voici quelques exemples de sources d'interruptions possibles [30] :

- Externe : à partir de la broche RB0/INT.
- Débordement du Timer 0.
- Changement de l'état des broches RB [7 :4].
- Module comparateurs analogiques.
- USART.
- Module CCP (Capture/Compare/PWM).
- Débordement du Timer 1.
- Reconnaissance d'occurrence (Match) du Timer 2.

❖ Ce tableau représente la liste des composants utilisés dans la partie commande :

	Composant	quantité	prix unitaire (DA)
Maquette de microcontrôleur	Support circuit intégré 18 pins	01	30
	Pic16f628a	01	450
	Condensateurs céramique 15pF	02	5
	Quartz, 4MHz	01	85
	Résistance 5kohm	01	10
	Fiche banane RS PRO bleu femelle (4mm)	15	60
	interrupteur à bascule	01	60
	Boutons poussoirs DS-316 10mm rouge	01	50
	LED Rouge	01	5
	résistance 150 ohm	01	8
	résistance 10kohm	01	15

Tableau 2.4 : La liste des composants utilisés dans la partie commande.

❖ La figure ci-dessous présente la maquette réalisée du microcontrôleur PIC 16F628A.

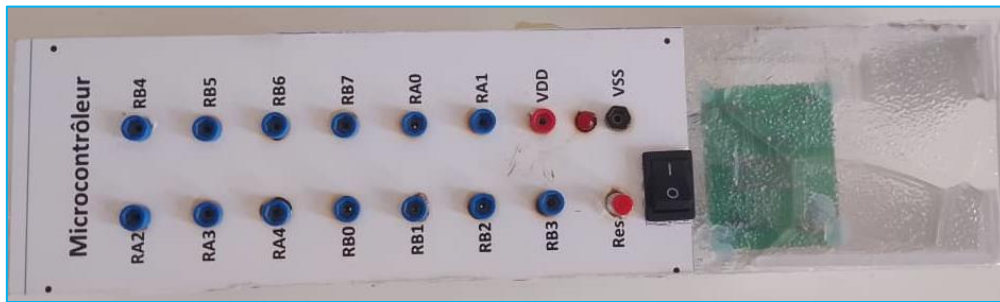


Figure 2.9 : Maquette de microcontrôleur PIC 16F628A

2.3.3 Partie opérative (PO)

La partie opérative du portail automatique est responsable de l'exécution des mouvements et des actions. Ces composants sont activés par les instructions de la partie commande pour effectuer les mouvements nécessaires.

2.3.3.1 Pré-actionneur :

Le pré-actionneur est utilisé comme une interface de puissance entre la partie commande, et la partie opérative. Étant donné que le microcontrôleur ne peut pas fournir directement une tension et un courant suffisants pour piloter le moteur, le pré-actionneur est nécessaire pour amplifier le signal de commande et permettre un contrôle efficace du moteur [31].

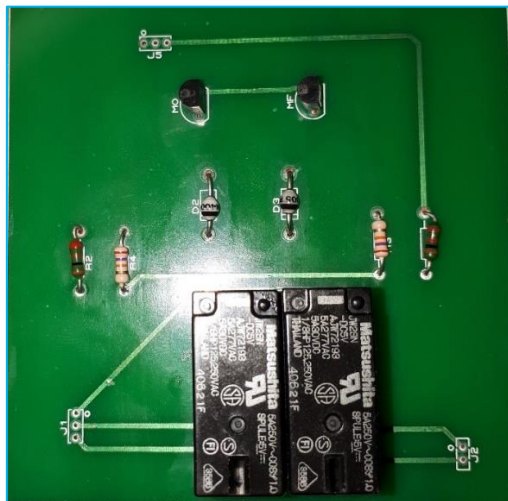


Figure 2.10 : Pré-actionneurs utilisés dans notre système.

Pour notre cas, nous avons utilisé des transistors et des relais pour réaliser cette interface.

▪ **Transistor** : est un composant électronique à semi-conducteur qui repose sur le principe de deux jonctions PN, une polarisée en direct et l'autre en inverse. Grâce à l'effet transistor, la polarisation de la jonction PN inversée par un faible courant électrique permet de contrôler un courant beaucoup plus important [25].

Nous avons utilisé deux transistors BC337 (voir annexe) , un pour chaque sens de rotation, afin d'assurer le contrôle du moteur. Ces transistors sont associés à des résistances pour maintenir les conditions de fonctionnement appropriées, assurant ainsi un fonctionnement précis et fiable du circuit

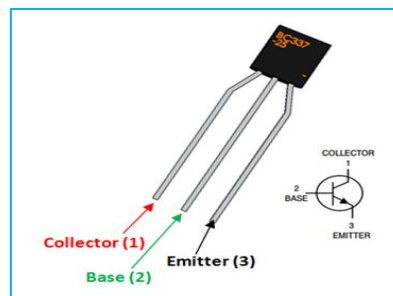


Figure 2.11 : Transistor.

▪ **Relais** : Un relais électromécanique est un dispositif qui permet de séparer la partie puissance de la partie commande d'un circuit électrique. Il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique en utilisant un second circuit complètement isolé (isolation galvanique), offrant ainsi des propriétés différentes [25].

Nous avons utilisé deux relais de 5 VDC (voir annexe) qui sont connectés au moteur du portail. Un relais est associé au sens de rotation pour l'ouverture, tandis que l'autre relais est dédié au sens de rotation pour la fermeture. Les relais sont accompagnés de diodes 1N4005 qui assurent un passage unidirectionnel du courant, évitant ainsi toute circulation de courants parasites dans le circuit ouvert du relais lorsqu'il est désactivé.



Figure 2.12 : Relais.

2.3.3.2 Actionneur

Les actionneurs sont des dispositifs qui convertissent l'énergie d'entrée en mouvement ou en force. Ils peuvent être classés en fonction de leur type de mouvement [32]. Soit linéaire, soit rotatif.

Dans notre projet, nous avons axé notre attention sur les actionneurs rotatifs, plus précisément les moteurs à courant continu. Ces actionneurs convertissent l'énergie en mouvement rotatif en utilisant un arbre [32], pour contrôler la vitesse, la position et la rotation du portail.

❖ La figure ci-dessous illustre le mécanisme de moteur utilisé dans notre réalisation.

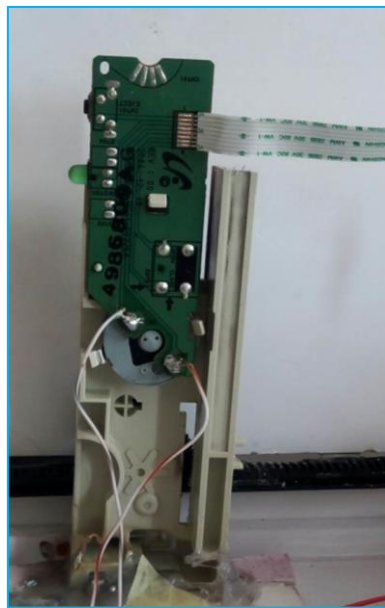


Figure 2.13 : Mécanisme de moteur à courant continu.

Dans notre réalisation, nous avons utilisé un moteur à courant continu provenant d'un lecteur DVD, qui présente les caractéristiques suivantes [33] :

Caractéristique	Les valeurs
Tension	5.9 VDC
Courant	0.084 A
Puissance maximale	0.17 W
Dimensionnement	24,4x12,3 mm
Vitesse	3520-4400 tr/min
Référence	RF-300EH-1D390

Tableau 2.5 : Caractéristiques de moteur courant continu.

▪ Dimensionnement du moteur

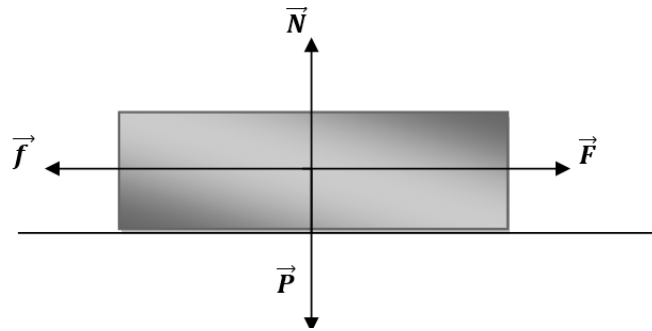


Figure 2.14 : Représentation des forces sur l'axe des abscisses.

Tels que :

\vec{p} : Force de poids de la barrière exprimée en (N)

\vec{f} : Force de frottement de portail exprimée en (N)

\vec{N} : force de la réaction exprimée en (N)

\vec{F} : Force de traction exprimée en (N)

- En appliquant le deuxième principe de Newton et en projetant sur l'axe des abscisses, nous obtenons la relation suivante :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \times \vec{a} \quad (2.1)$$

$$(F - f) = m \times \vec{a}$$

Avec :

m : La masse de la barrière exprimée en (kg)

\vec{a} : L'accélération exprimée en (m/s²)

- Pour déterminer l'accélération, nous avons maintenu une tension d'alimentation de 5 V. Après avoir observé l'ouverture et la fermeture du portail, nous avons calculé sa vitesse en utilisant les deux paramètres suivants :

d : distance de la raille de portail exprimée en (cm), et est égale à 22cm

T : temps pris par le portail pour s'ouvrir ou pour se fermer exprimé en (seconde), et est égale à 3 s

Ce qui signifie que :

$$v = \frac{d}{T} = \frac{0.22}{3} = 0.073 \text{ m/s} \quad (2.2)$$

Ce qui implique que l'accélération sera calculée comme suit:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0.073-0}{3-0} = 0.024 \text{ m/ s}^2 \quad (2.3)$$

En utilisant la relation du coefficient :

$$\mu = \frac{f}{N} = \frac{f}{m \times g} \quad (2.4)$$

ce qui entraîne que :

$$f = \mu \times m \times g = 0.25 \times 0.07 \times 9.81 = 0.17 \text{ N} \quad (2.5)$$

μ : coefficient de frottement du plastique acétal, est indiqué dans le catalogue du Polyalto [34] et a une valeur de 0.25.

g : gravité qui est égale à 9.81 m/ s²

Par conséquent, la force totale est :

$$F = (m \times a) + f = 0.17168 \text{ N.m} \quad (2.6)$$

▪ **Calcul de couple résistant :**

$$C_r = f \times d = 0.17 \times 0.065 = 0.01105 \text{ N.m} \quad (2.7)$$

Avec :

C_r : couple résistant exprimé en (N.m)

d : distance perpendiculaire entre l'axe du portail et la force appliquée (rails)

▪ **Calcul de couple du moteur :**

$$C_m = F \times d = 0.17168 \times 0.065 = 0.0111592 \text{ N.m} \quad (2.8)$$

C_m : Couple moteur exprimé en (N.m)

$$C_m - C_r = 0.0111592 - 0.01105 = 10.92 \times 10^{-5} \text{ N.m}$$

Après avoir effectué les calculs, nous avons constaté que C_m (couple moteur) est supérieur à C_r (couple de résistance), ce qui signifie que le moteur est capable d'entraîner la charge du portail. Cela indique que le moteur sélectionné est suffisamment puissant pour effectuer les mouvements nécessaires au fonctionnement du portail.

2.3.3.3 Les capteurs

Les capteurs sont des dispositifs essentiels pour la détection de grandeurs physiques. Leur fonction principale est de convertir un phénomène physique en un signal exploitable, permettant ainsi son intégration dans un processus plus complexe [35], ce qui les rend indispensables dans de nombreux systèmes automatisés.

▪ Capteurs de fin de course

L'objectif principal des capteurs de fin de course est de détecter et signaler la position finale d'un mécanisme ou d'un objet. Dans notre projet, nous avons utilisé deux capteurs de fin de course, l'un pour détecter la position ouverte du portail et l'autre pour détecter la position fermée. Ces capteurs permettent de stopper le mouvement automatique initié par le moteur électrique une fois que la position souhaitée est atteinte, assurant ainsi un contrôle précis du mouvement du portail.

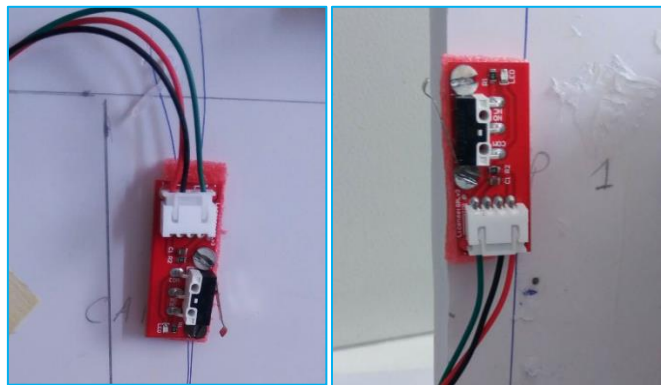


Figure 2.15 : Capteur de fin de course.

❖ Voici un tableau répertoriant les composants utilisés dans la partie opérative :

	<i>Composants</i>	<i>Quantité</i>	<i>Prix unitaire (DA)</i>
Partie opérative	Moteur DC 5v	01	
	Capteurs de fin de course	02	350
	Relais 5v	02	300
	Transistor BC337	02	5
	Diode Diodes 1N4005	02	5
	Résistance 1kohm	02	10
	Résistance 27kohm	02	30

Tableau 2.6: Liste des composants utilisés dans la partie opérative.

2.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le processus de fabrication de notre prototype de portail automatique, en mettant en évidence les différentes étapes de conception et de réalisation. Concernant la partie électrique, nous l'avons détaillée et réalisée en suivant les étapes suivantes : la partie dialogue, la partie commande et la partie opérative.

Dans le prochain et dernier chapitre, nous examinerons de près le fonctionnement de notre système, en mettant en évidence les différentes fonctionnalités et les performances obtenues.

Chapitre III

Evaluation de fonctionnement de
prototype réalisé du portail
automatique

3.1 Introduction

La validation du fonctionnement du prototype réalisé du portail automatique est une étape cruciale pour s'assurer de sa performance et de sa conformité aux spécifications requises. Cette phase consiste à tester chaque fonctionnalité du système et à vérifier si elles sont correctement mises en œuvre.

Nous allons d'abord présenter les différents outils nécessaires pour la simulation des tests et la programmation du microcontrôleur afin de mener à bien cette opération.

3.2 Outils de programmation et de simulation

Pour notre cas, la programmation est faite par MikroC et la simulation est faite par Proteus, cette étape est primordiale afin d'effectuer des essais de trois cahiers de charges, ces derniers seront détaillés ci-dessous, passer par cette étape permis de protéger les composants.

3.2.1 Proteus

PROTEUS est un logiciel qui permet de dessiner des schémas électroniques, simuler et réaliser le circuit imprimé correspondant. Les modules ISIS et ARES sont les deux composantes essentielles de cet outil informatique [38].

La figure ci-dessous présente l'environnement du Proteus

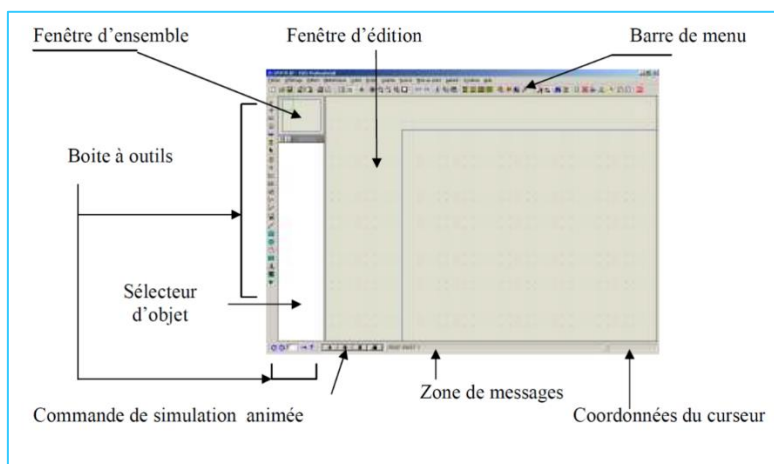


Figure 3.1 : L'environnement de Proteus

❖ **ISIS** : est principalement connue pour éditer des schémas électriques et électroniques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception [38].

❖ **ARES** : est un outil d'édition et de routage qui s'intègre parfaitement à ISIS. De ce fait, l'importation aisée d'un schéma électrique réalisé sur ISIS vers ARES permet de fabriquer sans

difficulté le circuit imprimé. Ce logiciel assure une excellente disposition automatique des composants et assure le routage automatiquement [38].

3.2.2 MikroC

Le logiciel nommé "MikroC" est un compilateur pour microcontrôleurs PIC créé par la société "Mikroelektronika". Il se distingue par sa facilité d'utilisation et propose une variété d'outils intégrés, tels qu'un simulateur, un terminal de communication Ethernet et USB, un gestionnaire pour afficheurs, un analyseur statistique, un correcteur d'erreur, un explorateur de code, un mode Débug et un ICD... Le logiciel est capable de gérer la majorité des périphériques utilisés dans l'industrie, notamment le Bus I2C, 1Wire, SPI, RS485, Bus CAN, USB, les cartes compact Flash, les signaux PWM, les afficheurs LCD alphanumériques et graphiques, ainsi que les afficheurs LED à 7 segments. MikroC est devenu un outil de développement incontournable pour les microcontrôleurs en offrant des solutions simples à mettre en place grâce à une large gamme de bibliothèques de matériel, de composants et une documentation complète [27].

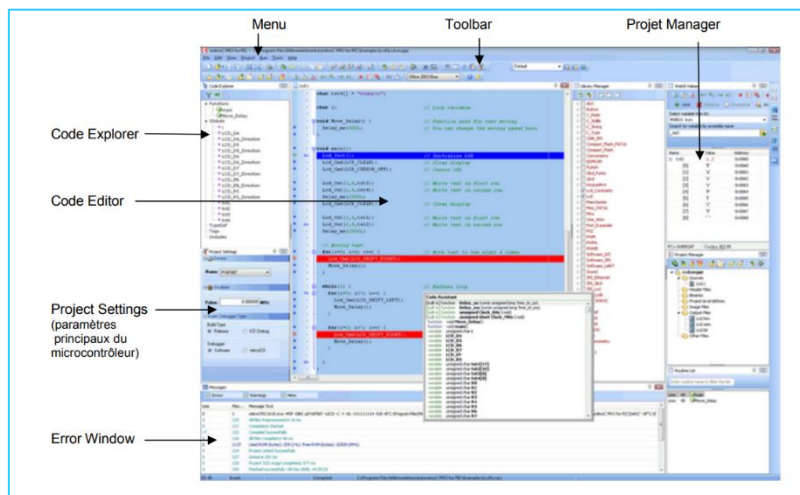


Figure 3.2 : L'environnement IDE de compilateur MikroC

3.2.3 Pickit 3

Afin de programmer le microcontrôleur PIC on aura besoin d'un Pickit 3 qui est un programmeur de microcontrôleurs fabriqué par Microchip Technology. Il permet de charger des programmes dans la mémoire flash des microcontrôleurs, de vérifier leur fonctionnement et d'analyser les données d'exécution en temps réel. Et aussi il est compatible avec de nombreux logiciels de développement PIC [39].



Figure 3.3 : Pickit 3

3.3 Validation expérimentale du fonctionnement du prototype modélisé du portail

La validation consiste à réaliser une série de tests pratiques afin de vérifier les performances du système et sa conformité aux spécifications requises.

Nous mettrons en marche le prototype et testerons ses différentes fonctionnalités, en enregistrant les résultats observés.

▪ **Teste 01 : Cas manuel (sans microcontrôleur).**

Dans le premier test, nous évaluerons le fonctionnement manuel du prototype de portail sans l'utilisation du microcontrôleur. Pour cela, nous utiliserons les boutons poussoirs BPF (Bouton Poussoir d'Ouverture) et BPO (Bouton Poussoir de Fermeture) pour effectuer l'ouverture et la fermeture du portail.

- Nous présentons ci-dessous, la table mnémotechnique et le Grafcet de cas manuel :

Entrées		Sortie	
Symbole	Définition	Symbole	Définition
BPF	Bouton poussoir fermeture	MF	Mouvement fermeture
BPO	Bouton poussoir ouverture	MO	Mouvement ouverture
CPF	Capteur position fermeture	IPF	Indication Portail fermé
CPO	Capteur position ouverture	IPO	Indication Portail ouvert
BPR	Bouton poussoir remise à zéro	IMO	Indication mouvement d'ouverture
		IMF	Indication mouvement de fermeture
		MA	Moteur arrêté

Tableau 3.1 : Table mnémotechnique de cas manuel.

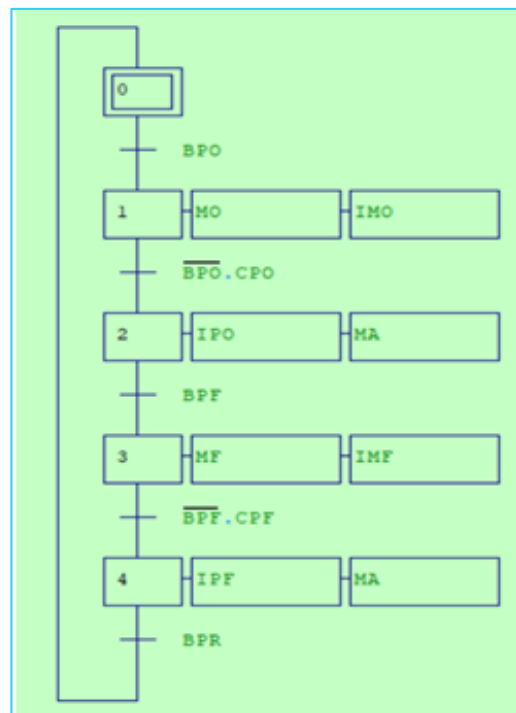


Figure 3.4 : Grafcet de cas manuel.

Dans la simulation du cas manuel, nous avons reproduit le fonctionnement du prototype de portail sous Proteus. En utilisant des commandes virtuelles pour simuler l'actionnement des boutons poussoirs BPF et BPO. Le portail s'ouvre et se ferme virtuellement en réponse respectivement à l'actionnement du bouton-poussoir BPO et BPF.

- Le schéma de la simulation illustré sur la figure suivante :

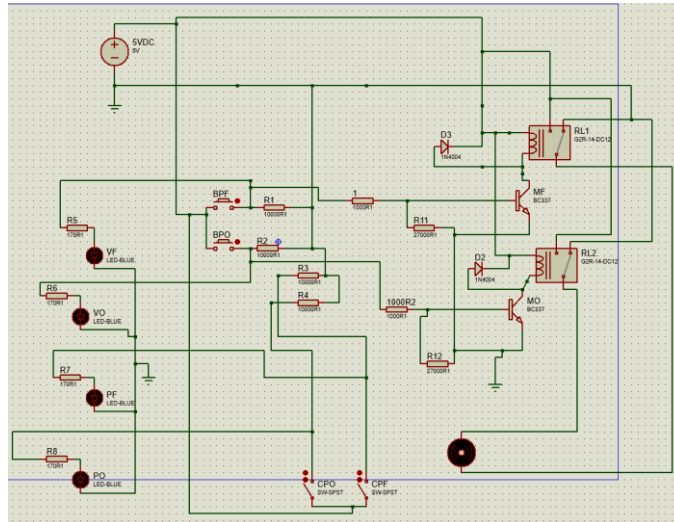


Figure 3.5 : Schéma de la simulation de cas manuel.

Ce test nous permettra de vérifier la fonctionnalité de base du portail en mode manuel et de nous assurer que les boutons poussoirs sont correctement câblés et fonctionnent comme prévu.

- Le schéma de montage réalisé sur le prototype du portail pour le cas manuel, est montré ci-dessous :

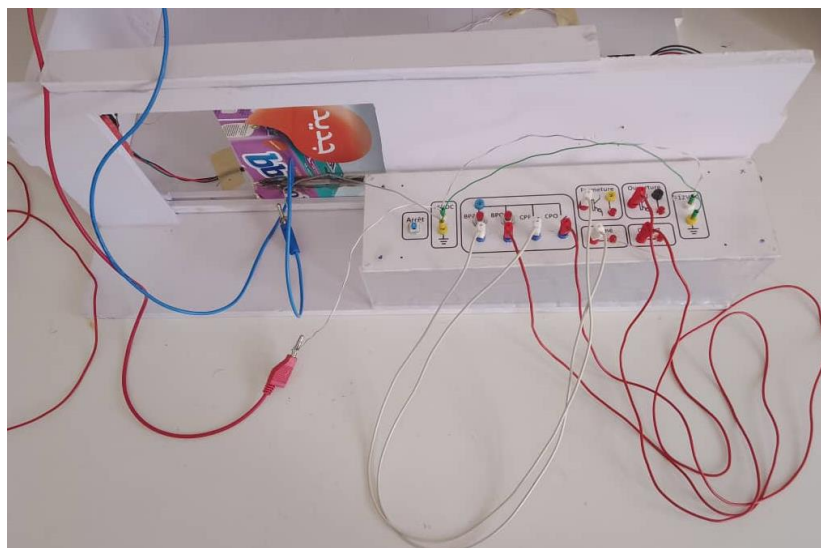


Figure 3.6 : Montage de cas manuel sur le prototype réalisé

▪ **Teste 02 : Avec microcontrôleur PIC 16F628A.**

Nous avons effectué une reproduction du même mode de fonctionnement décrit dans le test précédent, mais cette fois en utilisant une commande automatique réalisée à l'aide d'un microcontrôleur PIC16F628A. Cela signifie que l'ouverture et la fermeture du portail sont désormais contrôlées par le microcontrôleur, en réponse à des signaux et à une logique de programmation spécifiques.

- Ci-dessous, nous présentant la table mnémotique et le Grafcet du mode de fonctionnement

Entrées			Sorties		
symbole	adresse	Définition	symbole	adresse	Définition
BPF	RA0	Bouton poussoir fermeture	MF	RB0	Mouvement fermeture
BPO	RA1	Bouton poussoir ouverture	MO	RB1	Mouvement ouverture
CPF	RA2	Capteur position fermeture	IPF	RB2	Indication Portail fermé
CPO	RA3	Capteur position ouverture	IPO	RB3	Indication Portail ouvert
BPR	RA5	Bouton poussoir remise à zéro	IMF	RB4	indication de mouvement de fermeture
			IMO	RB5	indique le mouvement d'ouverture
			MA		Moteur arrêté

Tableau 3.2 : Table mnémotique de cas automatique.

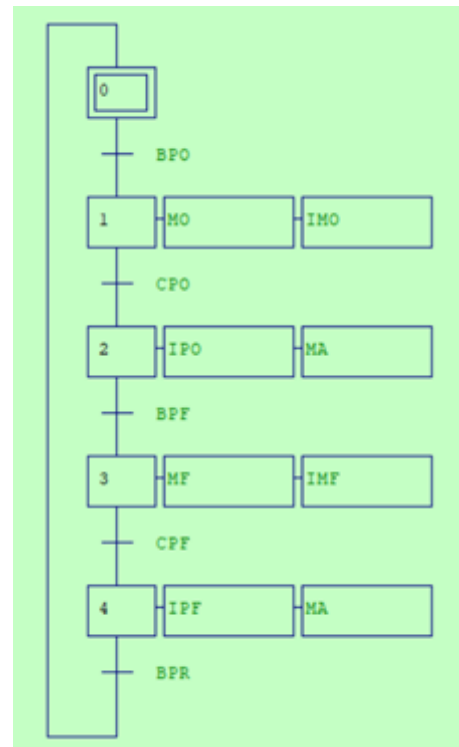


Figure 3.7 : Grafcet de cas automatique.

- La figure suivante décrit le code du mode fonctionnement automatique :

```

1  #define C1 RA2_bit
2  #define C2 RA3_bit
3  void main() {
4      TRISA=0xFF;
5      TRISB=0X00;
6      PORTB=0;
7
8      while(1){
9          if (Button(&PortA, 0, 40,1)){
10             PORTB.F0=1;PORTB.F4=1; PORTB.F1=0; PORTB.F2=0;PORTB.F3=0;PORTB.F5=0;}
11         if (C1==1) { PORTB.F0=0;PORTB.F4=0; PORTB.F2=1;}
12         if (Button(&PortA, 1, 40,1)){
13             PORTB.F1=1; PORTB.F5=1;PORTB.F0=0;PORTB.F2=0;PORTB.F3=0;PORTB.F4=0;}
14         if (C2==1) { PORTB.F1=0;PORTB.F5=0; PORTB.F3=1;}
15             if (C1==0& C2==0){PORTB.F2=0; PORTB.F3=0;}
16             if (Button(&PortA, 5, 40,1)){
17                 PORTB.F0=0; PORTB.F1=0; PORTB.F2=0;PORTB.F3=0;}
18         }
19     }

```

Figure 3.8 : Code du mode de fonctionnement automatique.

Le code du cas automatique est utilisé pour contrôler le fonctionnement du portail à l'aide du microcontrôleur PIC 16F628A. Il implémente la logique de contrôle basée sur les entrées des capteurs et les sorties vers les actionneurs.

Nous avons, ensuite, simulé les signaux provenant des boutons et des capteurs de fin de course ainsi que les commandes envoyées au moteur. En fonction de la position actuelle du portail détectée par les capteurs, le microcontrôleur a activé le moteur dans la direction appropriée pour ouvrir ou fermer le portail.

- La figure suivante présente la simulation du mode de fonctionnement automatique :

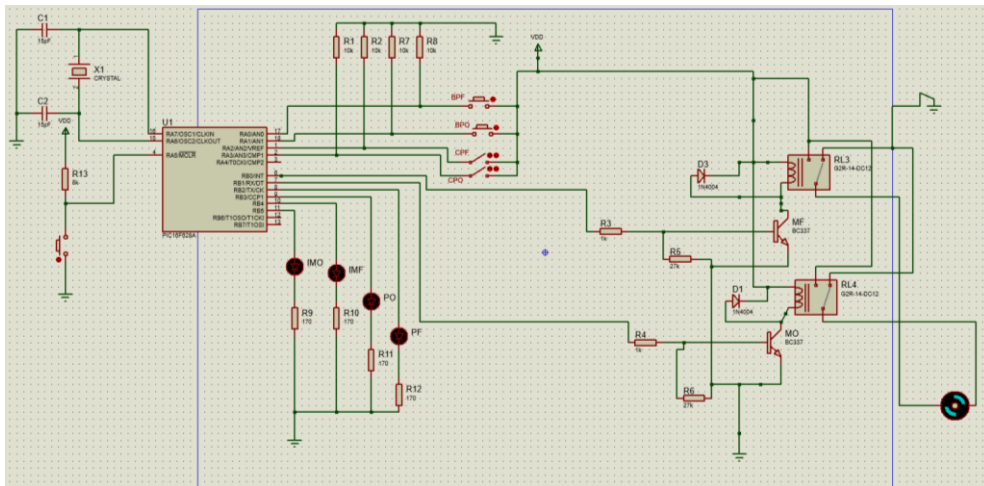


Figure 3.9 : schéma de la simulation du mode de fonctionnement automatique.

La simulation nous a permis de vérifier le bon fonctionnement du programme du microcontrôleur et de s'assurer que le portail se déplace correctement en réponse aux commandes automatiques.

- La réalisation de schéma de montage du portail pour le mode de fonctionnement avec le microcontrôleur PIC 16F628A, est montré ci-dessous :

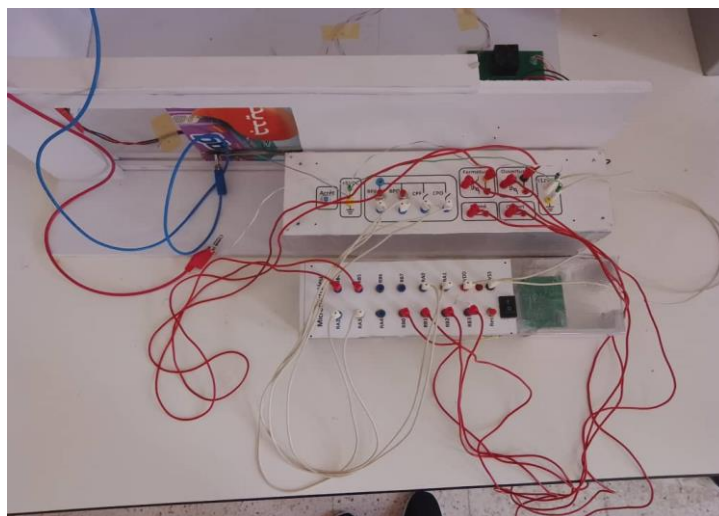


Figure 3.10 : Montage de cas automatique sur le prototype réalisé.

▪ **Teste 03 : Temporisation de la fermeture.**

Dans ce scénario, nous avons effectué une modification dans le fonctionnement automatique du portail en utilisant le microcontrôleur PIC16F628A. Au lieu d'utiliser le bouton poussoir BPF pour déclencher la fermeture du portail, nous avons introduit une temporisation de 3 secondes.

Lorsque le portail est ouvert, le microcontrôleur démarre la temporisation de 3 secondes. Pendant cette période, le portail reste ouvert. Une fois que la temporisation est terminée, le microcontrôleur déclenche la fermeture automatique du portail.

- Ci-dessous, nous présentant la table mnémotechnique et le Grafcet, qui correspondent au mode de fonctionnement de temporisation de la fermeture,

Entrées			Sorties		
symbole	adresse	Définition	symbole	adresse	Définition
t1		temporisation	MF	RB0	Mouvement fermeture
BPO	RA1	Bouton poussoir ouverture	MO	RB1	Mouvement ouverture
CPF	RA2	Capteur position fermeture	IPF	RB2	Indication Portail fermé
CPO	RA3	Capteur position ouverture	IPO	RB3	Indication Portail ouvert
BPR	RA5	Bouton poussoir	IMF	RB4	indique le mouvement de fermeture
			IMO	RB5	indique le mouvement d'ouverture
			MA		Moteur arrêté

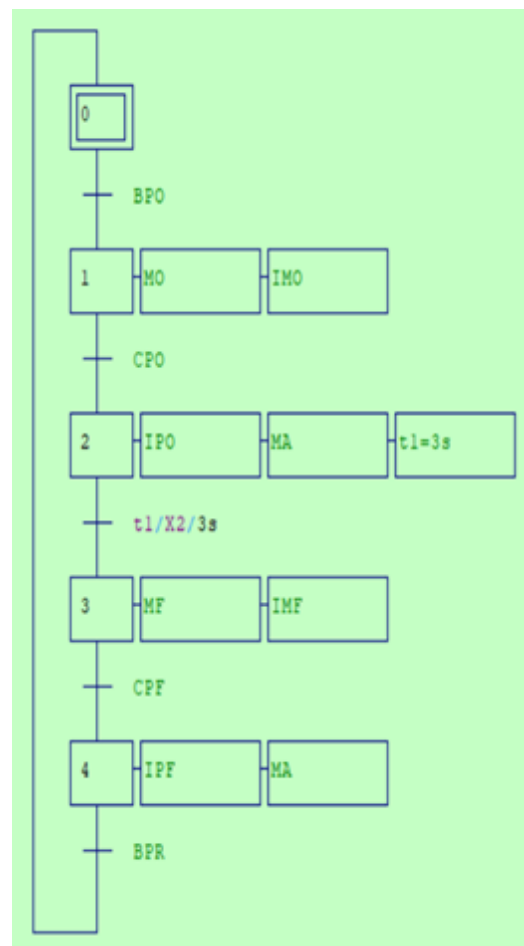


Tableau 3.3 : Table mnémotechnique de cas avec temporisation. **Figure 3.11 :** Grafcet de cas temporisation.

Le code du mode de fonctionnement avec temporisation de la fermeture du portail peut être décrit comme suit, ce code permet d'assurer que le portail se ferme automatiquement après une temporisation de 3 secondes à partir du moment où le bouton BPF est enfoncé,

```

1  unsigned int k =0;
2  void main() {
3      TRISA=0b00001111;
4      TRISB=0B00000000;
5      PORTA=0;
6      PORTB=0;
7
8      while(1){
9          if(PORTA.f1==1){k=1;}
10         if(PORTA.f0==1){k=2;}
11         if(k==1){
12             if(PORTA.f3==0){
13                 PORTB.f0=1;
14                 PORTB.f1=0;
15                 PORTB.f5=1; PORTB.f4=0; PORTB.f3=0; PORTB.f2=0;}
16             else if(PORTA.f3==1){ PORTB.f0=0;
17                 PORTB.f1=0; PORTB.f3=1; PORTB.f5=0; PORTB.f4=0; PORTB.f2=0;
18                 delay_ms(3000);K=2;}}
19         if(k==2){
20             if(PORTA.f2==0){
21                 PORTB.f0=0;
22                 PORTB.f1=1; PORTB.f5=0; PORTB.f4=1; PORTB.f3=0; PORTB.f2=0;}
23             else if(PORTA.f2==1)
24             { PORTB=0; PORTB.f2=1;
25                 PORTB.f5=0; PORTB.f4=0; PORTB.f3=0;
26                 K=0;}} } }

```

Figure 3.12 : Code du mode fonctionnement avec temporisation de la fermeture.

L'objectif de la simulation du cas de la temporisation de la fermeture du portail est de vérifier le fonctionnement du système dans un scénario où la fermeture du portail est déclenchée par une temporisation de 3 secondes au lieu d'un bouton poussoir.

- La figure suivante illustre la simulation du mode de fonctionnement avec temporisation de la fermeture du portail :

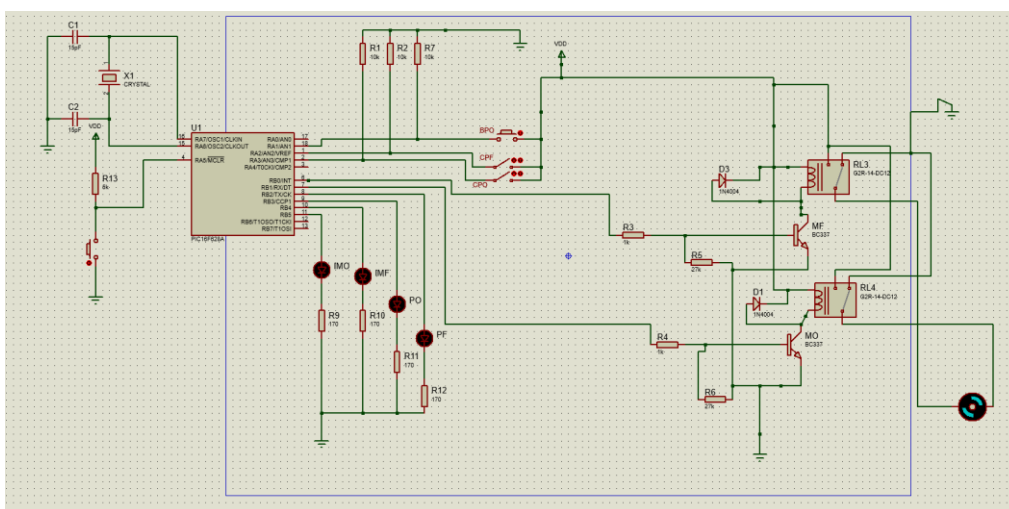


Figure 3.13 : schéma du mode de fonctionnement avec temporisation de la fermeture.

- Voici la représentation visuelle du schéma de montage du portail pour le mode de fonctionnement avec le microcontrôleur PIC 16F628A :

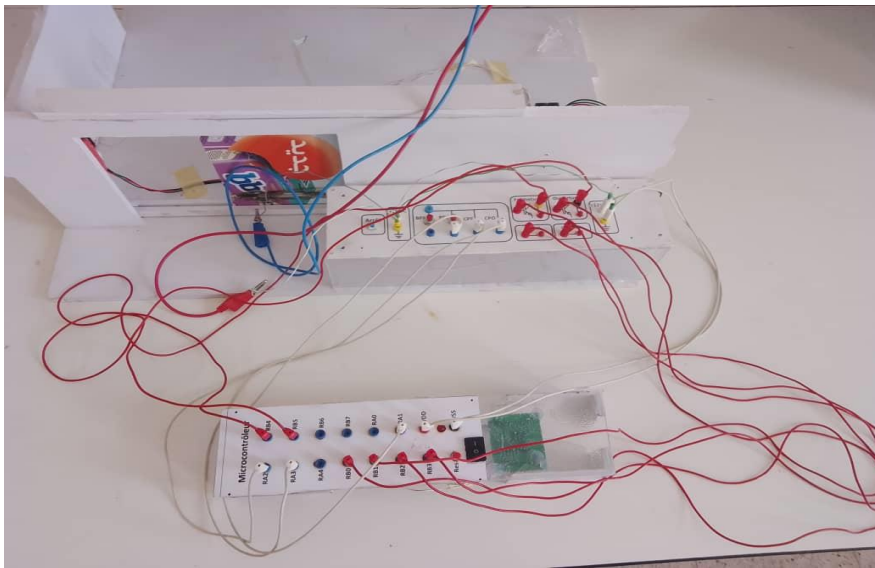


Figure 3.14 : Montage avec la temporisation de la fermeture sur le prototype réalisé.

▪ Interprétation des résultats

L'analyse des résultats des tests effectués a permis de tirer plusieurs conclusions importantes, à savoir :

- ✓ Tout d'abord, le test du cas manuel a confirmé le bon fonctionnement de la partie opérative du système, en vérifiant que l'ouverture et la fermeture du portail sont effectuées correctement à l'aide des boutons poussoirs.
- ✓ Par la suite, le test du scénario avec commande automatique a confirmé le bon fonctionnement de la partie commande du système, en vérifiant que le microcontrôleur PIC 16F628A est capable de contrôler le mouvement du portail de manière automatique.
- ✓ Enfin, le test de temporisation a permis de comprendre et d'expérimenter la création de temporisations dans un programme à l'aide de l'instruction `delay_ms()`. Cela nous a montré comment introduire des délais précis dans le fonctionnement du portail, ce qui peut être utile dans certaines situations, cette modification offre une solution pratique pour la fermeture automatique du portail sans nécessiter une intervention manuelle constante.

3.4 Conclusion

Nous avons réalisé des tests manuels et des tests avec la commande automatique, ainsi qu'une temporisation de la fermeture, en utilisant un microcontrôleur PIC16F628A. Dans l'ensemble, les tests ont confirmé la validité et le bon fonctionnement du prototype de portail automatique, en assurant l'ouverture et la fermeture du portail de manière fiable et contrôlée. Le prototype du portail automatique a répondu aux attentes et constitue une réalisation réussie pour une utilisation pédagogique ou éventuellement pour une implémentation pratique

CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le travail effectué dans ce projet de fin d'étude a comme objectif de concevoir et de réaliser un prototype d'un portail automatisé à base du PIC 16F628A, pour une exploitation pédagogique. Nous avons opté pour un type de portail automatique appelé portail coulissant.

En vue de réaliser ceci, nous avons, en premier lieu, entamé par la réalisation de la maquette du portail.

En second lieu, nous avons entrepris une étude approfondie des étapes essentielles impliquées dans la conception et la réalisation d'un tel système, à savoir, la partie dialogue, la partie commande et la partie opérative, puis nous avons démontré le dimensionnement du moteur choisi, il s'est avéré suffisamment puissant pour effectuer les mouvements nécessaires au bon fonctionnement du portail.

Et pour terminer nous avons effectué trois différents tests, selon des cahiers de charges prédéterminés et cela dans le but de tester la mise en marche du prototype réalisé.

Grâce à ce projet, nous avons pu approfondir nos connaissances en programmation des systèmes à microcontrôleurs PIC en langage C avec l'utilisation du compilateur MikroC. Nous avons également appris à maîtriser l'utilisation du logiciel PROTEUS pour la conception de circuits imprimés (ARES) et la simulation de trois différents cahiers des charges (ISIS).

Le travail présenté dans ce mémoire ouvre des voies d'améliorations que l'on peut donner comme suit :

- Utilisation d'un fusible afin de protéger le circuit de commande contre la surintensité.
- Utilisation d'un capteur infrarouge qui permet de stopper le mouvement du portail, lorsqu'il détecte le passage d'un objet.
- Intégration d'un système de reconnaissance faciale et d'un lecteur de contrôle d'accès par empreinte digitale.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. L. Aroui, Y. Bessaa, *Etude et automatisation d'une station de pompage à eau potable*, Mémoire de Mater en Electrotechnique Industrielle, Université de Bejaia, 2019.
- [2]. https://www.splunk.com/fr_fr/data-insider/what-is-security-automation.html, consulté le 22 mai 2023
- [3]. M. Dabouz, E. Belabasse, H. Moulai, *Système commande d'un portail*, Projet de Master en Instrumentation et capteurs, Université de Ouargla, 2015.
- [4]. <https://www.maisonnic.com/comment-installer-sa-motorisations-de-portail-guide-technique.html>, consulté le 06 avril 2023
- [5]. M. Lamine Benchouia, *Etude et conception d'un mécanisme ouvre – portail*, Mémoire de Master en Construction mécanique, Université de Biskra, 2021.
- [6]. <https://www.portail-cloture-roy.fr/conseils/conseils-installation-motorisation-portail/>, consulté le 06 avril 2023
- [7]. <https://www.systemed.fr/portails-clotures/motoriser-portail-battant,2045.html>, consulté le 07 avril 2023
- [8]. <https://www.scs-sentinel.com/page+conseils/motorisation+verins>, consulté le 07 avril 2023
- [9]. <https://www.motorisationportail.org/comment-choisir-motorisation-portail/>, consulté le 07 avril 2023
- [10]. <https://www.maisonnic.com/motorisation/les-types-de-motorisation-de-portail.html>, consulté le 07 avril 2023
- [11]. https://www.ciffreobona.fr/catalogue/details-cloture_environnement-kit_motorisation_portail_2_battants_a_roue_myflow-12191.html, consulté le 03 mai 2023
- [12]. <https://www.2pl.bzh/amenagements-exterieurs/portail/motorisation-portails-pvc-et-portails-alu>, consulté le 03 mai 2023
- [13]. <https://www.bricolhome.fr/motorisation-portail/17-integree-somfy.html>, consulté le 03 mai 2023
- [14]. <https://www.afm-bruckert.fr/nos-produits/automatismes-motorisations/motorisation-portail-battants/>, consulté le 05 mai 2023

- [15]. Y. Benhammou, M. Benaissa, *Etude et réalisation d'un portail automatique pour l'entrée de faculté FST*, Mémoire de Master en Electrotechnique Industrielle, Université de Mostaganem, 2018.
- [16]. <https://www.lesportaliers.com/fr/portails-coulissants-motorises>, consulté le 05 mai 2023
- [17]. Pascal Rubiloni ; Domoique Sauzeau. Portail coulissant. Septembre 2013.
- [18]. M. Cordier et a.l 2011 : le guide des portails, Fine Media, 2011.
- [19]. <https://www.wilco.fr/portails-et-clotures/alu/167-portail-moderne-design>, consulté le 05 mai 2023
- [20]. <https://www.habitat-automatisme.com/blog/choix-automatisme-portail-coulissant> , consulté le 05 mai 2023
- [21]. <https://www.sib-europe.com/portail-alu/portail-autoportant>, consulté le 05 mai 2023
- [22]. <https://www.ootravaux.fr/amenagement-exterieur/cloture-portail/portail/materiau-pour-mon-portail.html> consulté le 05 mai 2023
- [23]. <https://www.experts-portail.com/materiaux/>, consulté le 05 mai 2023
- [24]. B. JRAD, *Cours : Systèmes Automatisés*, en Génie Mécanique, Institut Supérieur des Etudes Technologie, Djerba, Tunisie, 2012.
- [25]. Erik, Bartmann, *Le GRAND LIVRE D'ARDUINO, deuxième édition*, ISBN : 978-3-95561-115-6, disponible sur www.editions-eyrolles.com, 2015.
- [26]. *Cours d'architecture des systèmes automatisés*, 2eme années Automatique, Université de Batna, 2019.
- [27]. V. Tourtchine, *Support de cours de Microcontrôleur de la famille PIC, en InfoTronique*, Université de Boumerdes, 2009.
- [28]. J. WEISS, *les microcontrôleurs PIC 16f628*, Supélec campus de Rennes, février 2002.
- [29]. <https://www.microchip.com/>, Consulté le 17 mai 2023
- [30]. Y. Akrouma, *Etude d'un capteur numerique de température DS1620 a PIC16F628A*, Mémoire de Master, Informatique Industrielle, Université de Oum El Bouaghi, 2015.
- [31]. L. Fodil, H. Fraoucene, *Automatisation d'une installation d'emaillage electrostatique à base d'un automate S7-200 à L'ENIEM*, Mémoire de Master en Electronique, Université de Tizi Ouzou, 2010.
- [32]. <https://tameson.fr/pages/actionneur>, consulté le 22 mai 2023


- [33]. <https://imrad.com.ua/ru/motor-rf-300eh-1d390-dvd-5-9v>, consulté le 01 juin 2023
- [34]. <https://blogue.polyalto.com/5-plastiques-pour-reduire-la-friction>, consulté le 04 juin 2023
- [35]. S. BENSAID, Support de cours de *Capteurs et métrologie*, en *Electrotechnique*, Université de Bouira, 2021.
- [36]. <http://www.elektronique.fr/>, consulté le 08 juin 2023
- [37]. V. Tourtchine, *Support de cours Programmation en mikroC. Application pour les microcontrôleurs de la famille PIC, en InfoTronique et imagerie et appareillage biomedical* Université de Boumerdes, 2012.
- [38]. <https://boowiki.info/pickit/>, consulté le 08 juin 2023

ANNEXES

Annexe

▪ *Datasheet des composants utilisés :*

- ✓ Microcontrôleur pic 16F628A



MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

**18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers
with nanoWatt Technology**

High-Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word instructions:
 - All instructions single cycle except branches

Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options:
 - Precision internal 4 MHz oscillator factory calibrated to $\pm 1\%$
 - Low-power internal 48 kHz oscillator
 - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
 - 100,000 write Flash endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - 40 year data retention

Low-Power Features:

- Standby Current:
 - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
 - 12 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
 - 120 μ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
 - 1 μ A @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
 - 1.2 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
 - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
 - 4 μ s wake-up from Sleep, 3.0V, typical

Peripheral Features:

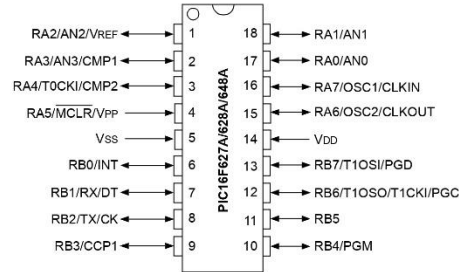
- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Selectable internal or external reference
 - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
 - 16-bit Capture/Compare
 - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

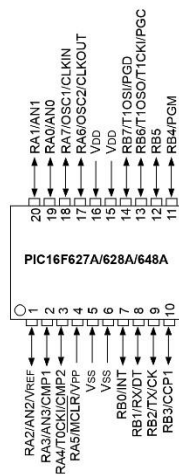
PIC16F627A/628A/648A

Pin Diagrams

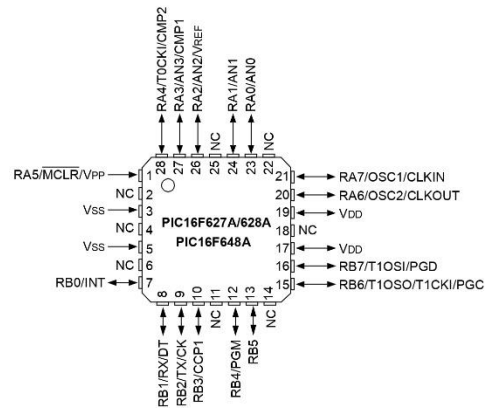
PDIP, SOIC



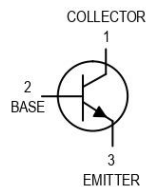
SSOP



28-Pin QFN



✓ Transistor BC337

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATAOrder this document
by BC337/D**Amplifier Transistors**
NPN Silicon**BC337,-16,-25,-40**
BC338,-16,-25,-40CASE 29-04, STYLE 17
TO-92 (TO-226AA)**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	BC337	BC338	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	45	25	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	50	30	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	5.0		Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	800		mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625	5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5	12	Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150		°C

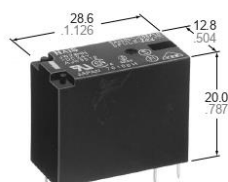
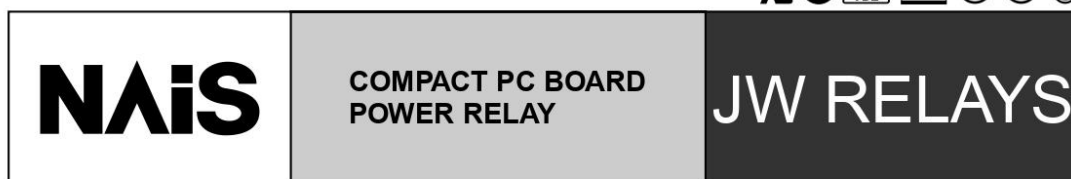
THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS					
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0$)	BC337 BC338	$V_{(BR)CEO}$	45 25	— —	Vdc
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 100\ \mu\text{A}, I_E = 0$)	BC337 BC338	$V_{(BR)CES}$	50 30	— —	Vdc
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\ \mu\text{A}, I_C = 0$)		$V_{(BR)EBO}$	5.0	—	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 30\text{ V}, I_E = 0$) ($V_{CB} = 20\text{ V}, I_E = 0$)	BC337 BC338	I_{CBO}	— —	100 100	nAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 45\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 25\text{ V}, V_{BE} = 0$)	BC337 BC338	I_{CES}	— —	100 100	nAdc
Emitter Cutoff Current ($V_{EB} = 4.0\text{ V}, I_C = 0$)		I_{EBO}	—	100	nAdc

✓ Relais 5 VDC :



mm inch

FEATURES

- Miniature package with universal terminal footprint
- High dielectric withstanding for transient protection: 10,000 V surge in μs between coil and contact
- Sealed construction
- Class B coil insulation types available
- TV rated (TV-5) types available (only for 1 Form A type)
- VDE, TÜV, SEMKO, SEV, FIMKO, TV-5 also approved

SPECIFICATIONS

Contact

		Standard type	High capacity type
Arrangement		1 Form A, 1 Form C, 2 Form A, 2 Form C	1 Form A, 1 Form C
Initial contact resistance, max. (By voltage drop 6 V DC 1 A)		100 m Ω	
Contact material		Silver alloy	
Rating (resistive load)	Nominal switching capacity	5 A 250 V AC, 5 A 30 V DC	10 A 250 V AC, 10 A 30 V DC
	Max. switching power	1,250 VA, 150 W	2,500 VA, 300 W
	Max. switching voltage	250 V AC, 30 V DC	
	Max. switching current	5 A	10 A
Expected life (min. ope.)	Mechanical (at 180 cpm)	5 \times 10 ⁶	
	Electrical (at 6 cpm) (Resistive load)	10 ⁵	

Coil

Nominal operating power	530 mW
-------------------------	--------

Remarks

- * Specifications will vary with foreign standards certification ratings.
^{†1} Detection current: 10mA
^{†2} Wave is standard shock voltage of $\pm 1.2 \times 50\mu\text{s}$ according to JEC-212-1981
^{†3} Excluding contact bounce time
^{†4} Half-wave pulse of sine wave: 11ms; detection time: 10 μs
^{†5} Half-wave pulse of sine wave: 6ms
^{†6} Detection time: 10 μs
^{†7} Refer to 5. Conditions for operation, transport and storage mentioned in AMBIENT ENVIRONMENT (Page 24).
^{†8} When using relays in a high ambient temperature, consider the pick-up voltage rise due to the high temperature (a rise of approx. 0.4% V for each 1°C/33.8°F with 20°C/68°F as a reference) and use a coil impressed voltage that is within the maximum allowable voltage range.

Characteristics

		Standard type	High capacity type
Max. operating speed (at rated load)		6 cpm	
Initial insulation resistance		Min. 1,000 M Ω at 500 V DC	
Initial breakdown voltage ^{†1}	Between open contacts	1,000 Vrms for 1 min.	
	Between contacts and coil	5,000 Vrms for 1 min.	
	Between contact sets	3,000 Vrms for 1 min. (2 Form A, 2 Form C)	
Initial surge voltage between contacts and coil ^{†2}		Min. 10,000 V	
Operate time ^{†3} (at nominal voltage)		Max. 15 ms	
Release time (without diode) ^{†3} (at nominal voltage)		Max. 5 ms	
Temperature rise (at 20°C) (at nominal voltage) (with nominal coil voltage and at nominal switching capacity)		1a: max. 39°C 1c, 2a, 2c: max. 55°C (resistance method)	1a: max. 45°C 1c: max. 55°C (resistance method)
Shock resistance	Functional ^{†4}	Min. 98 m/s ² {10 G}	
	Destructive ^{†5}	Min. 980 m/s ² {100 G}	
Vibration resistance	Functional ^{†6}	Approx. 98 m/s ² {10 G}, 10 to 55 Hz at double amplitude of 1.6 mm	
	Destructive	Approx. 117.6 m/s ² {12 G}, 10 to 55 Hz at double amplitude of 2.0 mm	
Conditions for operation, transport and storage ^{†7} (Not freezing and condens- ing at low temperature)	Ambient temp. ^{†8}	-40°C to +85°C -40°F to +185°F	
	Humidity	5 to 85% R.H.	
Unit weight		Approx. 13 g .46 oz	

TYPICAL APPLICATIONS

- Home appliances
TV sets, VCR, Microwave ovens
- Office machines
Photocopiers, Vending machines
- Industrial equipment
NC machines, Robots, Temperature controllers