



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE
ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE IBN KHALDOUN-TIARET
FACULTÉ DES SCIENCES APLIQUÉES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE
INDUSTRIEL

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES
POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER
DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE
FILIÈRE : GÉNIE ÉLECTRIQUE
SPÉCIALITÉ : AUTOMATISATION ET CONTROLE DES SYSTEMES
INDUSTRIELS

THÈME

**Réalisation d'un système de contrôle automatique de
l'éclairage**

**Réalisé par : Bellakhal Ahmed
Benadjina Brahim**

Soutenu le Jury :

M. SBAA Morsli	Université de Tiaret	Examineur
M. NASRI Djilali	Université de Tiaret	Examineur
M. BELARBI Mustapha	Université de Tiaret	Encadreur

Année Universitaire 2014-2015

Remerciements

Avant tout, nous remercions **Dieu** le tout puissant de nous avoir donné la force et le courage pour finalisé ce travail.

Nos sincères remerciements vont a **M.belarbi mustafa** pour nous avoir accordé sa confiance, proposé le sujet et accepté d'être notre prometteur et pour tous les efforts déployés et le temps accordé dans l'accomplissement de ce travail.

Merci a **M. Abed Henni** pour avoir prêter main forte et concouru a la achèvement de ce travail.

Aux membres du jury **M .SBAA Morsli** et **M.NASRI Djilali** qui ont bien voulu nous honorer et assister à la soutenance et évaluer nos efforts, qu'ils trouvent ici nos profondes reconnaissances.

A tous nos enseignants depuis nos tous premiers jour d'école jusqu'à aujourd'hui, a nos amies et a nos familles respective nous vous remercions infiniment.

Merci a toute personne ayant participé de près ou de loin a l'accomplissement de ce travail

Dédicace

Je dédie ce travail à ceux qui, sans leur présence ma vie n'est qu'un immense désert et à qui le fruit de mes efforts revient :

A la mémoire de la personne qui restera toujours la femme de ma vie...**L'walida.**

A l'homme de ma vie...mon **chère père " Mahmoud "**

A mes frères et sœurs, Pour leur encouragement et je souhaite que Dieu leur donne la bonne santé et succès dans leurs vies. et surtout mon meilleur ami "**Safa Youcef "**

A toute la famille et à tous mes amis avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de Bonheur.

Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Sommaire

Chapitre I : Éclairage public

Introduction générale.....	1
I.1 Introduction	3
I.2. Composante d'éclairage	3
I.3. Équipements possibles.....	7
I.4. Avantages.....	10
I.5. Interrupteur crépusculaire	10
I.6. Eclairage Public	13

Chapitre II : Etude théorique des différentes fonctions du dispositif

II.1. Introduction	22
II.2 Écran à cristaux liquides LCD.....	22
II.3 Le capteur de lumière LDR.....	27
II.4 Détecteur de mouvement PIR (passifs infrarouge)	29
II.4.a Détecteur de mouvement PIR (passifs infrarouge)	31
II.5 Présentation du PIC 16F877A	34
II.5.1. Introduction	34
II.5. Qu'est-ce qu'un PIC	34
II.5.3. Présentation du PIC 16F877A	39
II.5.4. Les Timers.....	52
II.5.5. Les modules CCP1 et CCP2	53
II.5.6. Les registres	53
II.6. Conclusion.....	53

Chapitre III : Programmation et Réalisation

III.1 Introduction	55
III.2 Fonctionnement du montage	55
III.3 Liste des composants :	56
III.4 Résultats de tests.....	60
III.5 REALISATION PRATIQUE DE LA CARTE.....	63
III.6 CONCLUSION	68
Conclusion générale	69
Bibliographies.....	70

Liste des Tableaux et Schémas

Figure II.1 Afficheur LCD	22
Figure II.2 . Table des caractères affichables	25
Figure II.3 Montage à 8 broches de données	27
Figure II.4 Montage à 4 broches de données	27
Figure II.5 Capteur de lumière LDR	28
Figure II.7 Fonctionnement de capteur PIR	31
Figure II.8 une demi-sphère (capteur PIR).....	32
Figure II.9 Schéma à base de LM324	33
Figure II.10 Boîtier PDIP	37
Figure II.11 Boîtier PLCC.....	38
Figure II.12 Boîtier QFP	38
Figure II.13 Le pic 16F877A.....	39
Figure II.14 Architecture interne du PIC 16F877A	41
Figure II.15 Module de conversion	47
Figure II.16 Procédure de conversion	50

Liste des Tableaux et Schémas

Figure III-1 :Schéma.synoptique.de.la.cart d'éclairage	56
Figure III. 2.a Schéma globale de simulation	57
Figure III. 2.b Schéma de PIR RE200B	57
Figure III. 3 Organigramme	59
Figure III. 4 schéma de simulation d'éclairage public-éteindre	60
Figure III. 5 Schéma de simulation d'éclairage public allumé	61
Figure III. 6 Schéma de réalisation sous ARES	62
Figure III. 7 Typon de la carte	63
Figure III. 8 Une imprimante laser	64
Figure III. 9 Schéma de circuit imprimé sur un papier photo	64
Figure III. 10 Plaque epoxy	65
Figure III. 11 nettoyage de la surface présensibilisée	65
Figure III. 12 La plaque et le schéma imprimé dans l'appareille ultraviolet	65
Figure III. 13 Un récipient	66
Figure III. 14 la plaque dans le « perchloreure de fer »	66
Figure III. 15 Le circuit imprimé	67
Figure III. 16 Schéma de la carte finale	67

Introduction générale

L'automatisation industrielle ou domestique est devenue un besoin impératif pour l'exécution des tâches répétitives. Elle est d'un tel avantage en termes de qualité, précision et de rapidité d'exécution que le recours à cette technique assure un fonctionnement d'une machine ou d'un groupe de machine sans intervention humaine.

Fleuron des progrès de la technologie, les microcontrôleurs sont aujourd'hui présents dans tous les secteurs (industrie, administration, notre propre appartement). Les différents traitements qu'ils permettent de réaliser ont conduit à l'amélioration de nos besoins au quotidien.

L'intérêt majeur de ce projet est attribué à la recherche d'une solution simplifiant l'automatisation de la commande d'éclairage avec un circuit programmable à un prix réduit, pour essayer d'éviter tout gaspillage d'électricité.

Problématique

On a fait un petit calcul sur la consommation d'électricité aux niveaux de notre département de génie électrique qui contient deux salles (bureau de cheffe de département et secrétariat dont il existe dans chaque salle 2 lampes de 100w pour chacun, le temps de d'utilisation et presque tout la journée sans arrêt. On a trouvé une somme de 10000 dinars gaspillée par an. Alors

- Et combien de millions on perd par an ?

L'intérêt majeur de ce projet est attribué à la recherche d'une solution simplifiant l'automatisation de la commande d'éclairage public à base d'un microcontrôleur, pour essayer d'éviter tout gaspillage d'énergie.

Le présent mémoire est présenté sous forme d'une description détaillée du système réalisée. Il est organisé en 3 chapitres.

- Dans le premier chapitre on donnera une description générale sur la gestion d'éclairage, éclairage public.
- Dans le second chapitre, nous décrivons les dispositifs utilisés dans notre projet.
- Alor que dans le dernier chapitre, on évoquera les différents circuits réalisés dans notre projet et aussi une description du programme qui sera logé dans la mémoire flash du PIC, la présentation sous forme d'organigramme est choisie pour plus de simplicité et de facilité de compréhension.



chapitr I

- Eclairage public

I.1 Introduction

La lumière a besoin d'être guidée. Une gestion d'éclairage intelligente économise de l'énergie et réduit les émissions de CO₂ - parce qu'elle n'éclaire qu'avec l'intensité correspondante quand elle est effectivement nécessaire.

Pour les communes mais aussi dans des grands sites publics ou privés - aéroports, péages autoroutiers, tunnels et parkings, plateformes industrielles, supermarchés..., l'éclairage est un élément essentiel de la sécurité des personnes et des biens. Il constitue un poste important si ce n'est le plus important de la facture d'énergie.

La gestion intelligente de l'éclairage s'inscrit dans votre démarche de développement responsable. Elle vous fait réaliser d'importantes économies en réduisant fortement votre consommation d'énergie. Elle garantit un bon niveau d'éclairement, au bon endroit, au moment, sans impacter le confort ni la sécurité des usagers.

Chaque pays doit œuvrer pour réduire son intensité énergétique finale, c'est-à-dire le rapport entre sa consommation d'énergie et sa croissance économique. Une intensité énergétique qui s'améliore est signe d'une plus grande production de richesse pour une même consommation d'énergie.

Pour cela, il s'agit de jouer sur le levier de l'éco-efficacité par la maîtrise de la demande et la réduction du contenu carbone de la consommation d'énergie dans les secteurs les plus énergivores : bâtiments, transports, industrie.

Selon une étude réalisée par l'Agence Internationale de l'Energie, la contribution de la maîtrise de la consommation à la réduction des émissions pourrait atteindre les deux tiers du total dans les pays émergents, en développement et en transition, et environ 50% dans les pays développés.

Que ce soit au niveau de sa production ou de sa consommation, à l'échelle d'une entreprise ou au quotidien, chacun doit donc mettre en œuvre des moyens techniques et comportementaux pour économiser l'énergie et mieux l'utiliser. L'énergie la moins émettrice est celle que l'on ne consomme pas.

I.2. Composante d'éclairage

I.2.a. Luminaires

Un des éléments importants dans la gestion d'éclairage est constitué par le luminaire. Ce dernier en fonction de sa forme, de ses matériaux et de sa capacité d'intégration dans un environnement donné ne doit pour autant omettre la notion de rendement et d'efficacité

lumineuse. De manière la plus esthétique, il doit optimiser la gestion des sources et flux lumineux.

Dans l'environnement professionnel, on voit arriver une nouvelle gestion d'éclairage autour « du luminaire intelligent » et de l'économie d'énergie. La détection automatique de quantité de lumière extérieure vient interagir sur l'allumage ou les niveaux de lumière souhaités. Les éclairages, eux aussi s'informatisent, et fonctionnent en réseau. La présence ou non d'utilisateurs appartenant à des groupes vont conditionner l'allumage, l'extinction ou le réglage de ces entités individuelles ou collectives.

I.2.b. Lampes

Le deuxième élément à prendre en considération dans la gestion d'éclairage est la lampe utilisée. Il y a un large choix de lampes mais elles ne présentent pas toutes le même rendement de luminosité. En effet, selon son dispositif de fonctionnement et sa capacité d'éclairage, chaque type de lampe aura son propre potentiel de lumière.

Le choix de lampes pour une gestion d'éclairage s'effectuera dans les deux grandes catégories de lampes en vente sur le marché. Premièrement, il existe les lampes à incandescence qui sont équipées d'un filament dont on accroît la température afin de produire de la lumière. C'est le cas des lampes ordinaires à filament et des lampes halogènes. Puis, on trouve les lampes dont la production lumineuse est issue de la luminescence créée par des poudres qui recouvrent les parois intérieures des lampes. Dans cette catégorie, on trouve les lampes fluorescentes, fluo-compactes ou à LED.

I.2.b.1. Incandescence

Les lampes à incandescence ont été mises au point en 1848 par Thomas Edison. En effet elles produisent de la lumière grâce à un filament de tungstène placé au centre de leur enveloppe de verre sur lequel on fait passer un courant électrique qui le chauffe et génère de la lumière. Mais, l'échauffement du filament fait qu'il se dégrade et il finit par se rompre. De plus, les particules de tungstène qui se désolidarisent du filament viennent de se déposer sur l'intérieur du verre qui noircit, ce qui atténue de plus en plus la luminosité produite. Double problème pour une bonne gestion d'éclairage.

Dans le cadre d'une gestion d'éclairage, leurs inconvénients sont nombreux. Leur efficacité lumineuse est mauvaise et, de plus, elle s'atténue avec le temps. Leur durée de vie est très réduite. Enfin, elles délivrent énormément de chaleur.

I.2.b.2. Halogènes

Elles sont généralement choisies dans la gestion éclairage, pour des lumières plus blanches et plus fortes. Ces lampes aussi de type incandescent fonctionnent avec des gaz composés de d'iode ou de brome. Son procédé s'articule autour d'un filament qui sous l'action de la chaleur permet aux atomes de Tungstène de se détacher par sublimation et de venir s'y redéposer. Elles sont souvent d'une forme allongée et fine et leur puissance peut varier de 20 à 500 watts.

Plus récemment des lampes halogènes de type basse-tension, en forme de spot ont fait leur apparition. Pour une bonne gestion d'éclairage, elles offrent un meilleur éclairage, une bonne compacité et une durée de vie d'environ 200 heures. Toutefois leur prix reste élevé.

I.2.b.3. Fluorescentes

Ces lampes sont apparues vers la fin du XIXe siècle. Elles intègrent la gestion d'éclairage sous forme de tubes parfois appelés improprement « tubes néon ». Ces tubes dont la paroi est recouverte de poudre fluorescente peuvent prendre différentes couleurs. Composées d'argon et de vapeur de mercure, elles sont équipées d'un starter pour assurer un démarrage instantané et d'un ballast contre le scintillement.

Dans sa version classique de couleur blanche, on retrouve cette gestion d'éclairage dans des environnements souvent démunis de fenêtres. Son prix est assez faible à l'achat et possède un très bon rendement électrique. Ses dimensions assez imposantes limitent son installation n'importe où. Sa durée de vie est un atout car elle est 6 à 8 fois supérieure à une ampoule traditionnelle (6000 à 8000 heures).

I.2.b.4. Fluo-compactes

Bien plus récente, que les versions fluorescentes précédemment citées, elles sont plus ramassées et s'installent plus aisément pour une meilleure gestion éclairage. Elles restent de

type lampe fluorescente avec une faible concentration de mercure contenu dans un tube disposé soit en U ou en forme de spirale. Elles rentrent dans la catégorie des lampes dites « basse énergie ».

Pour contourner un effet de scintillement au démarrage et pour une gestion d'éclairage optimisée, de plus en plus de ces lampes embarquent une régulation électronique. Elles constituent une très bonne alternative aux lampes à incandescence en raison de leur consommation, 5 fois moins élevée. Avec une bonne durée de vie, elles restent cependant d'un coût à l'achat plus cher. Petit inconvénient, elles ne délivrent qu'après quelques secondes, leur plein éclairage.

I.2.b.5. LED

Avec une apparition en 1962, cette source d'éclairage est issue de la famille des semi-conducteurs composée de silicium. Cette gestion d'éclairage est connue pour être très petite et du coup lui permet une installation seule ou en groupe un peu partout. Après s'être imposée dans le marché de l'audiovisuel, et plus récemment implantée dans le marché de l'éclairage, elle offre des avantages intéressants : son allumage instantané, son insensibilité aux répétitions d'allumage, la non émission d'ondes électromagnétiques et les lampes LED ne chauffent pas.

Cette nouvelle gestion d'éclairage a de nombreux atouts et un avenir prometteur. De très faible consommation électrique, d'une durée de vie encore inégalée, elle peut atteindre les 100000 heures en fonctionnement. L'union européenne au travers de sa directive sur les sources de lumières énergivores risque fort de venir soutenir cette nouvelle gestion d'éclairage pour ses bienfaits en matière d'énergie verte : une technologie non polluante, pas de mercure, pas de gaz toxiques, facilement recyclable.

I.2.b.6. La décharge à haute intensité (High Intensity Discharge)

Ces lampes, d'une gestion d'éclairage plus ciblée, sont appelées en français lampe à décharge lumineuse haute pression. Elles assurent les éclairages puissants comme ceux de nos rues, de nos entreprises ou bien d'autres lieux publics comme les stades. Le principe est une haute tension qui circule entre deux électrodes traversant des gaz de type vapeur de sodium ou de mercure faisant apparaître de la lumière.

Dans ce type de gestion d'éclairage sont référencées trois types de lampes. Les lampes à vapeur de mercure utilisées pour l'éclairage public. Les lampes aux iodures ou halogénures métalliques. On les trouve fréquemment dans les stades ou les magasins. Enfin la lampe à vapeur de sodium, est de loin celle de sa catégorie qui a le meilleur rendement et la meilleure performance lumineuse, de 80 à 140 lm/W. Elle est d'ailleurs utilisée pour des éclairages extérieurs ou des halls d'usines.

I.3. Équipements possibles

La gestion de l'éclairage regroupe des familles de produits destinées à optimiser les consommations tout en augmentant le confort.

I.3.a. Détecteur crépusculaire

Le détecteur crépusculaire est un des outils de la gestion d'éclairage. Son processus d'utilisation s'appuie sur la lumière du jour. En effet, dans tous les locaux bénéficiant d'un éclairage naturel, cela permettra que la lumière artificielle ne vienne qu'en complément. Il sera ainsi possible de diminuer la dépense énergétique. De plus, le coût d'un détecteur crépusculaire est assez faible.

Il s'agit en fait d'une gestion d'éclairage effectuée par des cellules crépusculaires qui sont installées indépendamment au mur ou au plafond ou bien contenues dans les luminaires. Ces capteurs analysent la quantité de la lumière naturelle et déclenchent automatiquement l'ajout ou l'abaissement de la lumière artificielle. Pour cela, au préalable, il a été défini un niveau d'éclairage de confort exprimé en lux.

I.3.b. Détecteur de présence

Le détecteur de présence est un autre outil possible de la gestion d'éclairage qui peut être employé seul mais qui, le plus souvent, est utilisé conjointement au détecteur crépusculaire. La détection de présence dans une pièce se fait par des capteurs infrarouges. Ces derniers, s'ils détectent une présence déclenchent automatiquement la lumière. Puis, quand la personne quitte la pièce, la lumière s'éteint également automatiquement.

Selon les modèles de détecteurs de présence mis en place dans la gestion d'éclairage, ils peuvent être sensibles au moindre petit mouvement ou, au contraire, avoir besoin

d'enregistrer des mouvements brusques pour enclencher leur intervention. Outre une utilisation optimale de la lumière, cette installation est très appréciée des utilisateurs qui n'ont plus besoin de chercher les interrupteurs. De plus, ils apprécient que la pièce s'éclaire automatiquement lorsqu'ils y pénètrent.

I.3.c. Horloges

La gestion d'éclairage est également possible à l'aide d'horloges qui déclenchent le démarrage et l'arrêt de l'éclairage. Pour cela, il existe trois catégories d'horloges : les horloges mécaniques, digitales et astronomiques. Dans le premier cas, les heures où les locaux sont inoccupés sont enregistrées et à l'heure fixée la lumière s'éteindra. Ce sera le même processus pour la remise en marche de l'éclairage.

Les horloges digitales présentent diverses applications et peuvent être programmées soit directement, soit par le biais d'un ordinateur. Mais, la gestion d'éclairage utilise de plus en plus les horloges astronomiques. En effet, ces horloges prennent en compte directement la longueur du jour et s'adaptent au fil du temps pour ne déclencher l'éclairage qu'à la tombée du jour et l'arrête à la fin de la nuit. Elles peuvent prendre également en compte le changement d'heure été/hiver. De plus, l'intensité de la lumière qui est fournie suite au déclenchement de ces horloges peut être seulement réduite.

I.3.d. Gradation

Généralement, tout système de gestion éclairage est équipé de fonctions telles que la commutation ou la gradation. Cela permet de garantir un éclairage approprié à la circonstance. En effet, la gradation se rapporte à la mise au point interrompue du flux lumineux des lampes. Donc, les endroits, les moments, les occasions bénéficient de l'éclairage prédéfini et se conforment à l'évènement.

Dans le cadre d'une gestion d'éclairage, les gradateurs sont installés dans les armoires de commande. Ils permettent d'accentuer le confort des utilisateurs, de diminuer la dépense énergétique et augmentent la durée de vie des lampes. La gradation des lampes à incandescence est facilement réalisable. Par contre, pour la gradation des lampes fluorescentes, fluo-compactes et LED, il faut prévoir l'installation de ballasts graduables spéciaux.

I.3.e. Minuteries

La gestion d'éclairage par le biais de minuteries est particulièrement recommandée dans les endroits de passage, comme les couloirs et les escaliers ou dans les locaux de brève utilisation comme les caves, les parkings, les greniers... La minuterie est un type de relais temporisé qui met sous tension une ou plusieurs sources de lumière pour une durée définie en amont. Lorsque le temps d'éclairage décidé arrive à son terme la lumière s'éteint automatiquement.

La gestion d'éclairage par minuteries génère donc des économies énergétiques puisque la durée d'éclairage est généralement réglée sur quelques minutes. Attention à pas surestimer la durée de l'éclairage nécessaire car, dans ce cas, l'emploi de la minuterie ne présente plus d'intérêts. Le réglage de la minuterie doit coller au mieux avec les besoins des utilisateurs pour assurer leur confort. À noter qu'il existe des boutons poussoirs de minuteries équipés de commutateur permettant de forcer l'allumage si besoin est. De plus, certains modèles peuvent être munis de voyant afin de mieux les repérer dans le noir et d'autres modèles de minuteries qui préviennent de l'arrêt de l'éclairage soit en faisant clignoter les lampes, soit en baissant progressivement la lumière.

I.3.f. Télévariateurs

Une gestion d'éclairage avec des télévariateurs permet de créer des ambiances lumineuses différentes d'une pièce à l'autre. En effet, les boutons poussoirs équipés de ces appareils agissent directement sur l'intensité de la luminosité. Ils peuvent être utilisés pour des luminaires équipés de lampes à incandescence, des halogènes à basse ou très basse tension ou des lampes fluorescentes à ballast électronique variable.

Les télévariateurs d'une gestion d'éclairage peuvent agir sur l'intensité de l'éclairage jusqu'à 1000 watts et sont généralement dotés d'une protection de surchauffe ou de coupe circuit. Certains modèles comportent des options telles que la commande manuelle ou la mémorisation des seuils mini et maxi. Cela s'avère très utile lors de la coupure de l'éclairage ou lors d'une panne de secteur.

I.3.g. Ballasts

La première fonction d'un ballast est de réduire le courant dans un circuit électrique. Appliquer à la gestion d'éclairage, sa fonction sera double. Dans un premier temps, il permettra de garantir le bon allumage de l'éclairage puis, une fois la lampe allumée, il équilibrera le niveau de luminosité en modérant le courant qui la traverse.

Il existe deux types de ballasts. Les premiers sont des ballasts électromagnétiques, mais, dans la gestion d'éclairage, on préfère de plus en plus utiliser des ballasts électroniques. En effet, ils ne présentent pas les inconvénients des premiers comme l'allumage un peu lent, les bourdonnements ou les papillotements et, surtout, ils consomment moins, ce qui est directement répercuté sur la consommation de la lampe à hauteur de 20 %. Pour finir, il faut savoir que les ballasts électroniques sont les seuls à pouvoir équiper les éclairages avec des lampes fluorescentes de plus en plus utilisées notamment dans le secteur tertiaire.

I.4. Avantages

La gestion d'éclairage organisée autour d'un ou de plusieurs équipements énoncés précédemment offre de multiples avantages. Le premier de ces avantages est directement perçu par les utilisateurs. En effet, bien contrôler la luminosité et tous ses supports permet d'offrir à ses usagers davantage de confort visuel au travail ou de bien-être en général.

Mais, une gestion d'éclairage permet surtout une économie d'énergie et assure un retour sur investissement. En effet, les consommations énergétiques sont diminuées, les durées de vie des lampes sont allongées et les opérations de maintenance moins fréquentes. Autre point important de la gestion d'éclairage, c'est qu'elle contribue à la protection de l'environnement car réduire la consommation d'énergie équivaut à réduire les émissions de CO₂ et à lutter contre le réchauffement climatique.

I.5. Interrupteur crépusculaire

Il existe de nombreux types d'interrupteurs autres que le simple interrupteur à bascule bien connu pour commander un éclairage : interrupteur temporisé, interrupteur crépusculaire, interrupteur différentiel, etc.

Un interrupteur crépusculaire est un dispositif de commande électrique qui agit (change d'état) en fonction de la luminosité ambiante.

L'interrupteur crépusculaire est rarement employé seul. Il est en effet le plus souvent associé à une horloge programmable, permettant dès lors de déterminer des jours de fonctionnement, par exemple du lundi au vendredi seulement, ainsi que des plages horaires en dehors desquels les appareils desservis ne s'allumeront pas (horaires de fermeture,...).

I.5.a. Composition d'interrupteur crépusculaire

L'interrupteur crépusculaire comprend au minimum :

I.5.a.1. Une photorésistance (LDR - Light Dependant Resistor)

La photorésistance est un capteur chargé de renseigner l'inter crépusculaire sur la luminosité ambiante. Techniquement la photorésistance est constituée d'un matériau semi-conducteur dont la résistance (exprimée en ohms) varie selon l'éclairement (en Lux). Plus il fait sombre et plus la résistance de la cellule est importante.

I.5.a.2 Un potentiomètre

Le potentiomètre se caractérise par une vis ou molette de réglage servant à déterminer, donc régler, le seuil de luminosité sollicité pour commander les appareils électriques. Il est par conséquent possible de choisir avec précision à quel niveau d'éclairement ambiant les appareils devront s'allumer ou s'éteindre.

I.5.a.3. Un contact

Les contacts serviront à commander les appareils électriques, tel un interrupteur classique relié à un circuit d'éclairage. Les contacts changent d'état chaque fois que le seuil pré-réglé est franchi.

Certains interrupteurs crépusculaires ne fournissent non pas un contact proprement dit mais une alimentation. Le contact dans ce cas est relié en interne à la phase servant à l'alimentation de l'interrupteur crépusculaire

I.5.b. Types d'interrupteurs crépusculaires

Les interrupteurs crépusculaires peuvent proposer selon les modèles et marques différentes options : temporisation avant changement d'état du contact, horloge intégrée ou réglages plus ou moins fins de la luminosité.

Ils se présentent également sous différentes formes :

- ✚ Sous forme des interrupteurs modulaires conçus pour être intégrés dans un tableau électrique
- ✚ Sous forme de simples boîtiers, davantage destinés à être à logés dans des boites de dérivation, dans des boîtiers encastrés ou intégrés directement dans les appareils comme les luminaires. A noter que certains luminaires avec détecteurs de présence intégrés disposent également d'interrupteurs crépusculaires.
- ✚ Sous forme d'appareillages électriques, s'apparentant à des interrupteurs classiques, avec photorésistance et potentiomètre de réglage apparents.

I.5.c. Technologies employées

La commande de l'éclairage public est régie par un interrupteur crépusculaire appelé aussi lumandar ou cellule photoélectrique.

I.5.c.1. Le lumandar

C'est le système le plus ancien. Il est composé d'un capteur de luminosité placé dans un boîtier en aluminium et généralement situé au-dessus du poste de transformation ou sur le premier mât d'éclairage. Le boîtier commande directement le contacteur général de l'éclairage public. Le seul réglage possible est la mise en place d'un capuchon en aluminium permettant de réduire la surface du capteur de luminosité. En vieillissant, la fenêtre transparente s'opacifie par action des ultraviolets et le capteur augmente le temps de fonctionnement de l'éclairage.

I.5.c.2. Cellule photoélectrique

C'est un système plus récent, composé :

- ✚ d'une résistance photoélectrique en silicium, placée dans un boîtier transparent en plastique qui se trouve généralement positionné sur un des côtés du coffret de commande du poste de transformation.

✚ d'un amplificateur électronique modulaire situé dans le coffret de commande. L'amplificateur commande directement le contacteur général de l'éclairage public. Le réglage de la sensibilité est obtenu par l'action du bouton rotatif placé sur l'amplificateur. Ce réglage reste cependant délicat.

En vieillissant, le plastique transparent s'opacifie par action des ultraviolets et le capteur augmente le temps de fonctionnement de l'éclairage. Le réglage de l'amplificateur permet de compenser en partie cette dérive.

I.5.c.3. Limites de ces deux technologies

Le vandalisme et l'action extérieure pratiqués sur le capteur externe peuvent entraîner un endommagement de la cellule qui ne remplit plus sa fonction de capteur de luminosité et, par conséquent, un dysfonctionnement de l'éclairage public.

I.6. Eclairage Public

L'éclairage public est l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics, à l'intérieur et à l'extérieur des villes, très généralement en bordures des voiries et places, nécessaires à la sécurité ou à l'agrément de l'homme.

I.6.a Historique

Les premiers essais de l'éclairage au gaz remontent au début du XIXe siècle, de même que les premiers réseaux de distribution (quartiers et avenues de prestige). Après Londres qui éclaire dès décembre 1813 le pont de Westminster, grâce à la première usine à gaz, Bruxelles s'équipe progressivement à partir de 1819 pour devenir en 1825, la première ville d'Europe entièrement éclairée au gaz.

Avec la révolution industrielle, le développement des villes et des échanges créent les besoins d'une extension et d'une gestion édilitaire des éclairages.

Ceux-ci répondent à plusieurs objectifs :

- ❖ sécuriser les espaces urbains, permettre l'accroissement de la circulation et décorer les espaces les plus prestigieux (avenues centrales, gares, parcs et espaces d'expositions, ...).
- ❖ La lumière dans l'espace collectif présente un faste certain et les modèles de lampadaires ou de suspensions s'inspirent des luminaires de théâtres, de vestibules et

de salons simultanément, le gaz révolutionne (tel que le montrent les peintures de Turner)

L'éclairage des salles de fêtes et des cafés et favorise certainement le travail de nuit : c'est toute la vie urbaine qui voit ses cycles modifiés, prolongés, intensifiés.

À partir de la fin du XIX^e siècle, l'éclairage public - déjà banalisé avec le bec de gaz - évolue avec les premières sources électriques : la lampe à arc permet l'éclairage de grandes avenues ou ronds-points et des illuminations urbaines spectaculaires. Les sources électriques ne supplantent le gaz que progressivement, avec l'invention de l'ampoule à filament et des sources à décharge. Simultanément, les architectes (Art déco et fonctionnalistes principalement) s'emparent des effets de la lumière artificielle, surtout pour l'expression de grandes verrières (grands magasins, cinémas, garages automobiles,...), de la publicité ("néons") ou des pavillons d'exposition.

L'utilisation intensive de la voiture va dominer l'évolution de l'éclairage public à partir des années 1950 qui voient apparaître des normes photométriques, des systèmes d'éclairage hiérarchisés, une grande extension hors ville des voiries éclairées et des sources à décharge au sodium de plus en plus efficaces et puissantes. L'éclairage urbain se renforce (en termes de niveaux et d'uniformité photométriques) dans ce créneau technologique ; le tourisme, le folklore, les traditions (feux d'artifices), les spectacles de rue entraînent en outre le développement d'illuminations permanentes (sites et bâtiments) ou occasionnelles (fêtes urbaines).

À partir des années 1980, l'éclairage public se voit intégré parmi les outils de mise en valeur des villes et du patrimoine, en particulier sous l'impulsion du Plan lumière de la Ville de Lyon (initié en 1989). Simultanément, il intervient parmi les outils de revitalisation de territoires : noyaux commerciaux et touristiques, centres historiques, quartiers périurbains.

Des thèmes nouveaux - sécurité des piétons, des cyclistes, agrément, intégration esthétique- complexifient le domaine et les normes, dont la circulation des voitures n'est plus le seul objet et suscitent de nouvelles typologies d'éclairages (par exemple : éclairage indirect, éclairage à deux nappes de hauteur, ...). Le développement récent des énergies renouvelables a permis à l'éclairage autonome de se développer via des lampadaires solaires ou des lampadaires hybrides. Ces nouveaux systèmes d'éclairage intègrent un ou plusieurs panneaux photovoltaïques et/ou une petite éolienne. Ces dispositifs produisent alors toute l'énergie

nécessaire au fonctionnement du système d'éclairage, qui n'est alors pas raccordé au réseau d'électricité. Ces dispositifs d'éclairage public se veulent à la fois écologique et économique.

En effet, les lampadaires ne consommant aucune énergie extérieure, ils ne produisent pas de gaz à effet de serre.

I.6.b. But et rôle de l'éclairage public

I.6.b.1 But de l'éclairage public

- ❖ L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie publique de circuler de nuit.
- ❖ Il ne s'agit pas pour autant de reconstituer les conditions diurnes, mais de rendre aisé pour, l'automobiliste la perception et la localisation des points singuliers de la route et des obstacles éventuels.
- ❖ Pour le piéton, il s'agit d'assurer la visibilité distincte des bordures de trottoirs, des véhicules et des obstacles et d'éviter les zones d'ombres.
- ❖ L'effet de l'éclairage public sur la sécurité des personnes sur la voie publique a fait l'objet de nombreuses recherches pour tenter une estimation chiffrée.

I.6.b.2 Rôle de l'éclairage public

- ❖ L'éclairage public joue un rôle important dans la perception nocturne des espaces publics, à différents niveaux.
- ❖ L'éclairage public remplit également une fonction d'aide à l'orientation nocturne: l'alignement des poteaux d'éclairage structure l'espace et participe à sa lisibilité en renforçant le tracé de la voirie et en améliorant la perception de l'utilisateur.
- ❖ La séquence formée par un type d'éclairage particulier (caractérisé par la forme et l'emplacement des luminaires, la couleur de la lumière, etc...), conjointement aux aménagements de la voirie (revêtements de sol, différence de niveaux, mobilier urbain, ...), permettra à l'utilisateur de distinguer le réseau principal des voiries secondaires, de différencier une voie urbaine importante d'une zone piétonne.
- ❖ L'éclairage peut également signaler la présence de lieux et équipements importants.

- ❖ Enfin, l'éclairage participe à la convivialité et à l'embellissement des espaces publics en mettant en valeur le patrimoine et en créant des ambiances nocturnes agréables, propices à la flânerie et au commerce.
- ❖ A côté de sa fonction nocturne, les installations d'éclairage public, en particulier les poteaux et luminaires, contribuent à la vision diurne des espaces.

I.6.c Usages de l'éclairage

I.6.c.1. Usage Industriel

D'origine fonctionnelle, l'éclairage industriel doit répondre aux normes concernant l'éclairage des postes de travail. Ce type d'éclairage est spécialement adapté aux locaux où il est installé, où les contraintes de volumes, d'empoussièrement et de maintenance sont particulières. Dans les industries où sont effectuées des tâches de mécanique fine et de précision, ainsi que les secteurs de l'électronique, des renforts d'éclairage sur les postes de travail sont installés. L'éclairage utilisé dans les locaux industriels est généralement de conception simple avec une recherche d'efficacité et de facilité d'emploi, munis de source peu consommatrice en énergie, de type fluo ou sodium. Certains secteurs industriels (chimique notamment) nécessitent l'emploi d'appareils protégés. Les industries où le rendu des couleurs est important (imprimerie) nécessitent l'emploi de lampes adaptées.

I.6.c.2. Usage du secteur tertiaire

Les lampes fluorescentes sont majoritairement employées dans les luminaires tertiaires de bureau. Décrites à tort comme froides, les lampes fluorescentes permettent, bien disposées, une excellente uniformité d'éclairage. Apparent, suspendu ou encastré, l'éclairage de bureau est souvent complété par des lampes d'appoint pour répondre au besoin de personnaliser la quantité et/ou la qualité de l'éclairage sur chaque poste de travail.

I.6.3 Médical et hospitalier

L'éclairage des locaux est essentiellement utilitaire. L'éclairage des salles d'opération, de certaines salles d'examen et de soins, ainsi que les salles de soins des cabinets dentaires et des prothésistes dentaires utilise des appareils d'éclairage adaptés (forts niveaux d'éclairage, contrôle des luminances, spectre des températures de couleur, bon IRC, etc...).

Malgré les récentes recherches sur l'influence de la lumière dans les syndromes dépressifs, la luminothérapie est balbutiante.

I.6.c.4 Éclairage de sécurité

Dans les lieux de travail ou accueillant du public, (magasin, hôtel, bureau, atelier), un éclairage dit de sécurité, ou de secours, est requis par la plupart des réglementations. Ces luminaires spécifiques se mettent automatiquement en fonction, lors des coupures de courant électrique ou dans les situations d'urgences (incendie, évacuation).

I.6.c.5. Agriculture

Certains pays se sont fait une spécialité de la culture sous serre avec température et éclairage contrôlés afin d'accélérer le processus de maturation des plantes. Cette culture utilise des lampes émettant dans des longueurs d'ondes spécifiques aux plantes. De même, l'élevage intensif en batterie de la volaille utilise l'éclairage pour accélérer la croissance en raccourcissant le cycle diurne/nocturne.

I.6.c.6. Musées et galeries d'art

Depuis les années 1990, la fibre optique est utilisée pour véhiculer la lumière sur un trajet de quelques dizaines de centimètres depuis une source vers l'objet à mettre en valeur, permettant d'obtenir des éclairages ponctuels et discrets, pouvant être élégamment intégrés à une vitrine de présentation, et offrant l'avantage de rayonner très peu d'infrarouge, limitant ainsi le risque d'élévation de température à l'intérieur de la vitrine, néfaste aux œuvres d'art.

I.6.c.7. Arts et loisirs

Il peut d'ailleurs contribuer à l'identité visuelle d'une publicité ou d'une émission de télévision. Certaines performances d'art moderne et des happenings sont aussi entièrement conçus à partir d'un éclairage original et sophistiqué. Il sert aussi parfois à mettre en valeur les monuments historiques ou les parcs et jardins, souvent dans le cadre d'un spectacle (son et lumière). Dans tous ces cas, l'éclairage est assuré par des projecteurs de différents types en fonction des effets recherchés.

I.6.c.8. Éclairage scénographique

Il est l'aboutissement de tous les autres principes d'éclairage et leur évolution logique c'est une approche conceptuelle sensible et technique.

I.6.d Type d'éclairage public

Actuellement, l'éclairage occupe plusieurs fonctions au sein de l'environnement public extérieur. Il sécurise, guide, balise, mais aussi met en valeur, donne une ambiance aux espaces.

L'éclairage se divise en plusieurs catégories, dont chacune remplit des fonctions bien spécifiques. On a ainsi différents types d'éclairage :

I.6.d.1. L'éclairage fonctionnel

- ❖ L'enjeu premier est de sécuriser.
- ❖ L'esthétique du matériel d'éclairage et le rendu des couleurs ne sont pas prioritaires.
- ❖ Il s'agit souvent d'un éclairage uniquement routier.

I.6.d.2 L'éclairage décoratif

Le mobilier et l'éclairage participent à l'esthétique urbaine. Ils doivent rendre le lieu agréable à vivre, tout en le sécurisant. Le matériel d'éclairage doit donc procurer un bon rendu visuel diurne, comme nocturne.

I.6.d.3. L'éclairage d'accentuation

L'éclairage doit mettre en valeur un site, en créant une ambiance singulière. Il lui offre ainsi un visage nocturne par une illumination et/ou un balisage adapté. L'éclairage d'accentuation n'est à priori pas destiné à sécuriser un lieu.

I.6.e. Caractéristiques de l'éclairage

I.6.e.1. Grandeurs lumineuses

I.6.e.1.a. Intensité lumineuse

Exprimée en candela [cd] représente la densité spatiale de flux lumineux, elle est mesurée dans une certaine direction. La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540.1012 Hz et dont l'intensité énergétique est de 1/683 watt par stéradian. Cette fréquence correspond au maximum de sensibilité spectrale de notre rétine (couleur jaune-vert).

I.6.e.1.b. Flux lumineux

Exprimé en lumen [lm] est la somme du rayonnement fourni par une source lumineuse et évaluée par l'œil.

I.6.e.1.c. Eclairement

Est la quantité de flux lumineux tombant sur une surface de 1 m², il se mesure en lux [lx].

I.6.e.1.d. Existence (ou émittance)

Est la quantité de flux lumineux émis par une surface, exprimée en lm/m².

I.6.e.1.e. Luminance

Est la sensation de clarté pour l'œil, c'est l'intensité par unité de surface mesurée en cd/m^2 .

I.6.e.2. Température de couleur T_c

Est la température [en K] du corps noir dont le rayonnement présente la même chromaticité que celui de la lampe testée.

I.6.e.3. Courbe de vie

Les lampes perdent peu à peu de leur efficacité, c'est pourquoi les constructeurs font en sorte qu'elles s'autodétruisent pour un flux lumineux trop faible. On essaye d'avoir une courbe de vie qui ressemble à la courbe orange (**Figure I.1**).

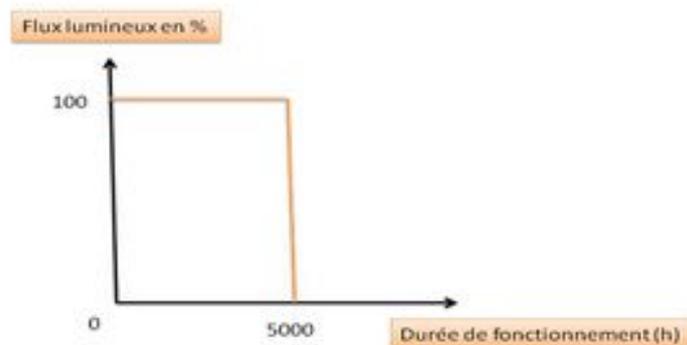


Figure I.1 Exemple pour une lampe de 5000 heures de durée de

I.6.e.4. L'efficacité lumineuse

D'une lampe K [lm/W], c'est le rapport du flux lumineux émis par la lampe (fla) à la puissance électrique (Pla) qu'elle absorbe $K = \text{fla}/\text{Pla}$

I.6.f. Inconvénients de l'éclairage public

- ❖ Génère une forte pollution lumineuse pouvant gêner l'environnement proche : les écosystèmes s'en trouvent perturbés, ainsi que la vie des individus subissant cette constante pollution lumineuse.
- ❖ La consommation énergétique : selon les dernières études qui ont été menées, l'éclairage public représente 60 % de la consommation d'électricité des municipalités.

- ❖ L'éclairage public contribue aussi indirectement à l'effet de serre, générant environ 110 g de CO₂ par kWh consommé.
- ❖ Source de risques et de dangers : par exemple d'incendie, d'électrocution, d'accident suite à un éblouissement ou de déclenchement de crises d'épilepsie sous certains éclairages stroboscopiques.

I.6.g. Avantages de l'éclairage public

- ❖ plus de la visibilité des communes ou agglomérations au sein d'une démarche de développement durable.
- ❖ Il existe bien entendu une maîtrise de la consommation d'énergie et son corolaire, une baisse de la consommation.
- ❖ De plus, en gérant de façon rationnelle la durée de vie de votre parc d'éclairage, il en résulte une augmentation de sa durée de vie de vos équipements.

Chapitre II

Chapitre II

- **Etude théorique des différentes fonctions du dispositif**

II.1. Introduction

Dans ce chapitre nous présentons une description détaillée sur différentes fonctions du dispositif utilisé dans notre projet et en abordant la conception détaillée de chaque partie du système afin d'obtenir une schématisation complète et précise.

II.2 Écran à cristaux liquides LCD

Les afficheurs à cristaux liquides (**Figure II.1**), autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA), sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité.

Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et diffèrent les uns des autres, non seulement par leurs dimensions, (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères), mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leur tension de service. Certains sont dotés d'un rétro-éclairage de l'affichage. Cette fonction fait appel à des LED montées derrière l'écran du module, cependant, cet éclairage est gourmand en intensité (de 80 à 250 mA).



Figure II.1 Afficheur LCD

II.2.a Fonctionnement de l'écran

Un écran LCD possède des cristaux liquides. Si vous regardez de très près sur l'écran, vous pouvez voir une grille de carré. Ces carrés sont appelés des pixels (de l'anglais "Picture Element"), Chaque pixel est un cristal liquide. Lorsque aucun courant ne le traverse, ses molécules sont orientées dans un sens (admettons, 0°). En revanche lorsqu'un courant le traverse, ses molécules vont se tourner dans la même direction (90°).

Pour qu'il y ait inscription sur l'écran de l'afficheur, il faut qu'il reçoive, sur son bus de D0 à D7 des codes binaires qui correspondent à des caractères alphanumériques (ou autres).

Ce codage est appelé : code ASCII.

II.2.b Commande du LCD

Pour pouvoir afficher des caractères sur l'écran il nous faudrait activer individuellement chaque pixel de l'écran. Un caractère est représenté par un bloc de $7*5$ pixels. Ce qui fait qu'un écran de 16 colonnes et 2 lignes représente un total de $16*2*7*5 = 1120$ pixels. Heureusement pour nous, des ingénieurs sont passés par là et nous ont simplifié la tâche.

II.2.c Le décodeur de caractères

Tout comme il existe un driver vidéo pour la carte graphique d'ordinateur, il existe un driver "LCD" pour l'afficheur. Ce composant va servir à décoder un ensemble "simple" de bits pour afficher un caractère à une position précise ou exécuter des commandes comme déplacer le curseur par exemple. Ce composant est fabriqué principalement par *Hitachi* et se nomme le HC44780. Il sert de décodeur de caractères. Ainsi, plutôt que de devoir multiplier les signaux pour commander les pixels un à un, il nous suffira d'envoyer des octets de commandes pour afficher, à partir de la colonne 3 sur la ligne 1.

Broche	Nom	Fonction
1	Vss	Masse
2	Vdd	Alimentation (+5V)
3	Vo	Cette tension permet, en la faisant varier entre 0 et +5V, le réglage du contraste de l'afficheur.
4	RS	Sélection du registre (Register Select) Grâce à cette broche, l'afficheur est capable de faire la différence entre une commande et une donnée. Un niveau bas indique une commande et un niveau haut indique une donnée.
5	R/W	Lecture ou écriture (Read/Write) L : Écriture

		H : Lecture
6	E	Entrée de validation (Enable) active sur front descendant. Le niveau haut doit être maintenue pendant au moins 450 ns à l'état haut.
7	D0	Bus de données bidirectionnel 3 états (haute impédance lorsque E=0)
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	A	Anode rétro-éclairage (+5V)
16	K	Cathode rétro-éclairage (masse)

Tableau II. 1 Les pins de LCD [1]

Ce composant possède tout le système de traitement pour afficher les caractères. Il contient dans sa mémoire le schéma d'allumage des pixels pour afficher chacun d'entre eux. Voici la table des caractères affichables :

Higher 4bit Lower 4bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000		0	@P`	F		-	9	3	0	p			
xxxx0001		!	1	AQ	a	9	u	7	7	4	ä	q	
xxxx0010		"	2	BR	br	「	イ	ツ	×	β	θ		
xxxx0011		#	3	C	S	c	s	」	0	テ	ε	σ	
xxxx0100		\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	μ	α	
xxxx0101		%	5	E	U	e	u	・	オ	ト	1	α	0
xxxx0110		&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	α	ρ	Σ
xxxx0111		'	7	G	W	g	w	フ	キ	ヲ	ウ	q	π
xxxx1000		(8	H	X	h	x	、	ウ	キ	リ	、	α
xxxx1001)	9	I	Y	i	y	、	ウ	キ	リ	、	u
xxxx1010		*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ノ	ク	i	≠
xxxx1011		+	:	K	L	k	l	、	ウ	キ	リ	、	α
xxxx1100		,	<	L	¥	l	¥	ト	シ	フ	フ	φ	α
xxxx1101		-	=	M	I	m	i	、	ウ	キ	リ	、	α
xxxx1110		.	>	N	^	n	^	、	ウ	キ	リ	、	ñ
xxxx1111		/	?	0	_	o	_	、	ウ	キ	リ	、	■

Figure II.2 . Table des caractères affichables [1]

II.2.f Communication avec l'écran

La communication parallèle de manière classique, on communique avec l'écran de manière parallèle. Cela signifie que l'on envoie des bits par blocs, en utilisant plusieurs broches en même temps (opposée à une transmission série où les bits sont envoyés un par un sur une seule broche).

Nous utilisons 10 broches différentes, 8 pour les données (en parallèle donc) et 2 pour de la commande (E : Enable et RS : Register Selector). La ligne R/W peut être connectée à la masse si l'on souhaite uniquement faire de l'écriture.

Pour envoyer des données sur l'écran, c'est en fait assez simple. Il suffit de suivre un ordre logique et un certain timing pour que tout se passe bien. Tout d'abord, il nous faut placer la broche RS à 1 ou 0 selon que l'on veut envoyer une commande, comme par exemple "déplacer le curseur à la position (1;1)" ou que l'on veut envoyer une donnée : "écris le caractère 'a' ". Ensuite, on place sur les 8 broches de données (D0 à D7) la valeur de la donnée à afficher. Enfin, il suffit de faire une impulsion d'au moins 450 ns pour indiquer à l'écran que les données sont prêtes. C'est aussi simple que ça !

Cependant, comme les ingénieurs d'écrans sont conscients que la communication parallèle prend beaucoup de broches, ils ont inventé un autre mode "semi-parallèle". Ce dernier se contente de travailler avec seulement les broches de données D4 à D7 (en plus de RS et E) et il faudra mettre les quatre autres (D0 à D3) à la masse. Il libère donc quatre broches. Dans ce mode, on fera donc deux fois le cycle "envoi des données puis impulsion sur E" pour envoyer un octet complet.

II.2.e Le branchement

L'afficheur LCD utilise 6 à 10 broches de données ((D0 à D7) ou (D4 à D7) + RS + E) et deux d'alimentations (+5V et masse). La plupart des écrans possèdent aussi une entrée analogique pour régler le contraste des caractères. Nous brancherons dessus un potentiomètre de 10 kOhms.

Les 10 broches de données (**Figure II.3**) et (**Figure II.4**) peuvent être placées sur n'importe quelles entrées/sorties numériques de PIC. En effet, nous indiquerons ensuite à la librairie Liquid Crystal qui est branché où.

Le montage à 8 broches de données

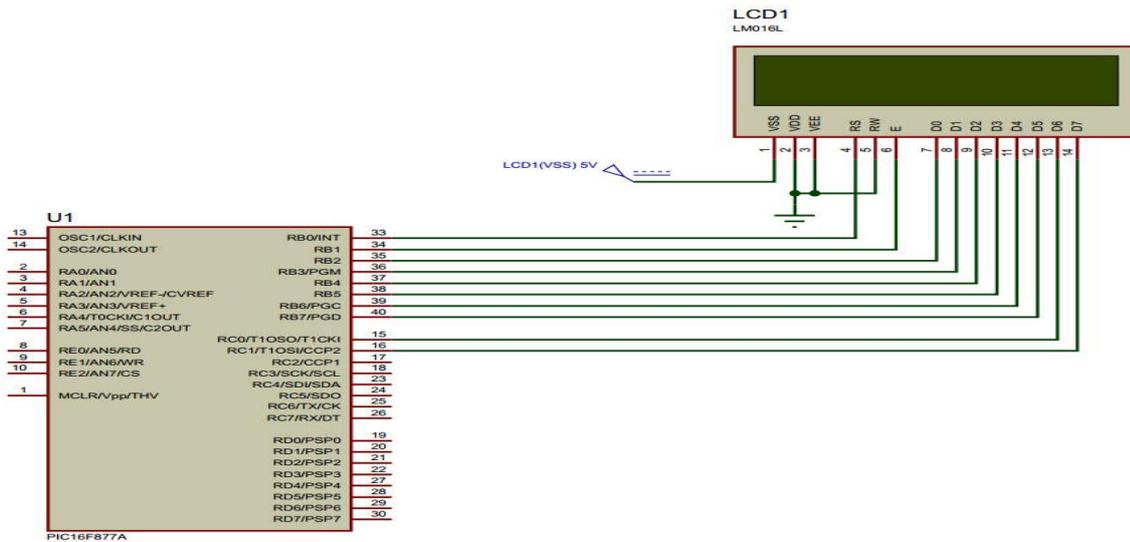


Figure II.3 Montage à 8 broches de données

Le montage à 4 broches de données

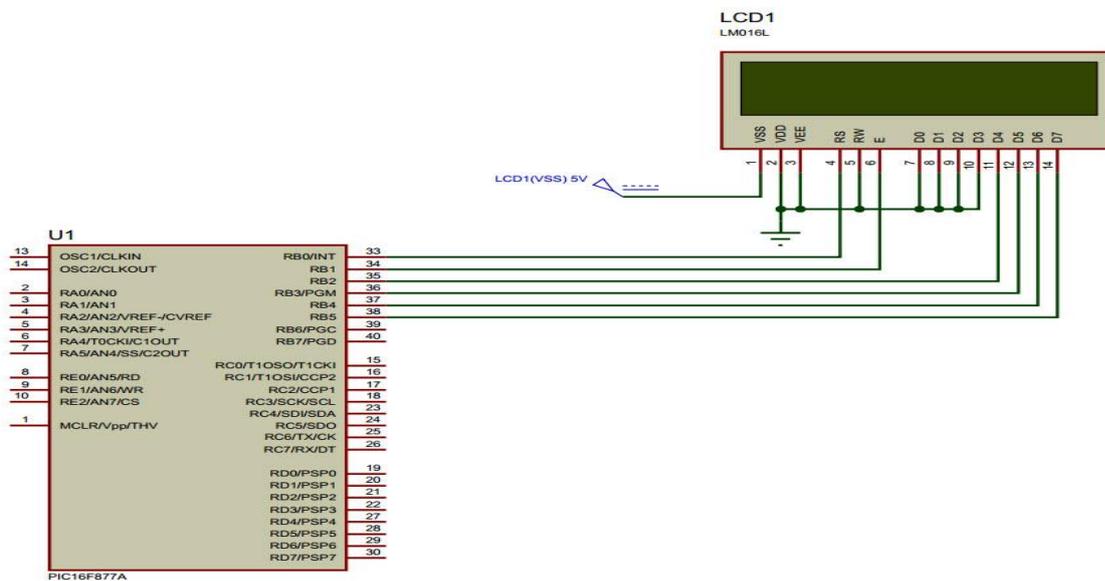


Figure II.4 Montage à 4 broches de données

II.3 Le capteur de lumière LDR

Ce capteur est un LDR, une résistance qui varie suivant l'intensité lumineuse.

Ce capteur fonction très bien, il faut par contre mettre ce capteur dans un tube pour éviter de capter les lumières parasites.

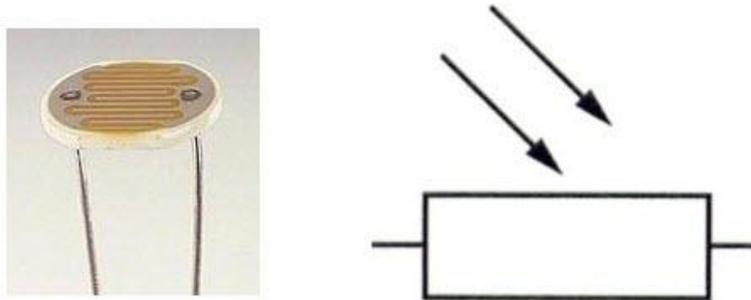


Figure II.5 Capteur de lumière LDR

II.3.a Fonctionnement

Une photorésistance est composée (**Figure II.6**) d'un semi-conducteur à haute résistivité. Si la lumière incidente est de fréquence suffisamment élevée (donc d'une longueur d'onde inférieure à la longueur d'onde seuil), elle transporte une énergie importante. Au-delà d'un certain niveau propre au matériau, les photons absorbés par le semi-conducteur donneront aux électrons liés assez d'énergie pour passer de la bande de valence à la bande de conduction. La compréhension de ce phénomène entre dans le cadre de la théorie des bandes. Les électrons libres et les trous d'électron ainsi produits abaissent la résistance du matériau.

Lorsque le photon incident est suffisamment énergétique, la production des paires électron-trou est d'autant plus importante que le flux lumineux est intense. La résistance évolue donc comme l'inverse de l'éclairement, cette relation peut être considérée comme linéaire sur une plage d'utilisation limitée.

Les matériaux utilisés dans les photorésistances sont le plus souvent des composés des colonnes II-VI de la classification périodique des éléments. Pour une utilisation dans le domaine visible et à faible coût, on utilise le plus souvent le sulfure de cadmium (CdS) ou le sélénure de cadmium (CdSe). Pour des utilisations dans l'infrarouge on utilise le sulfure de plomb (PbS).

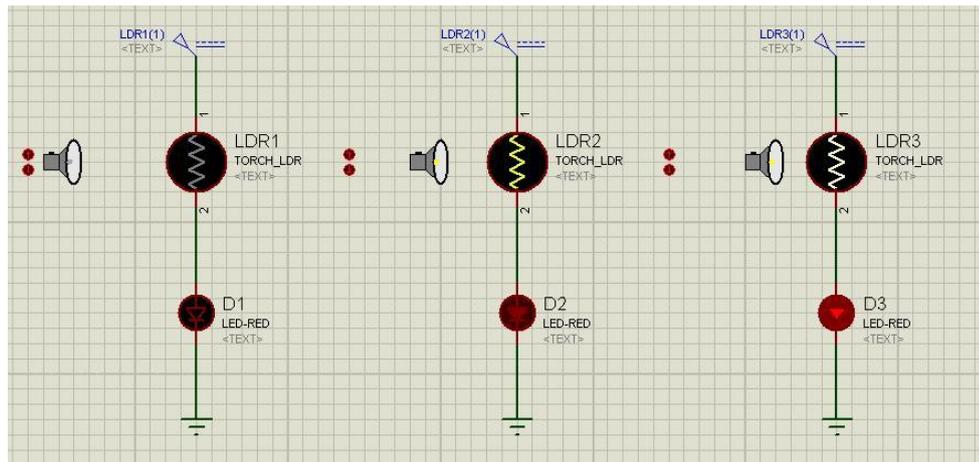


Figure II.6 Fonctionnement de LDR

II.4 Détecteur de mouvement PIR (passifs infrarouge)

Un détecteur infrarouge permet la détection de mouvements à l'intérieur des lieux surveillés.

Le terme PIR (IRP en français) signifie **I**nfrarouge **P**assif, L'infrarouge est la radiation naturelle émise par les objets chauds, par exemple un incendie. Tout objet produisant de la chaleur émet, lorsqu'il se déplace, une radiation infrarouge plus importante que l'environnement où il se trouve. Les personnes, animaux, moteurs de voiture émettent une radiation plus importante qui est captée en permanence par le détecteur IRP.

La radiation infrarouge passive n'a pas besoin d'être extraite comme dans le cas d'une télécommande. Elle n'émet pas de radiation dangereuse (d'où le terme « passif »). Le détecteur IRP se contente de 'voir dans le noir'.

La majorité des personnes ont entendu parler de la radiation passive utilisée par les détecteurs IRP pour activer des lumières ou ouvrir des portes.

La détection IRP peut aussi être utilisée pour réaliser des automatismes, tels que mise en marche/arrêt de lumières, climatisations, ouverture/fermeture de portails, matériel d'alarme, détection de présence, etc.

La radiation IR est détectée par le capteur pyro-électrique. Ce capteur détecte un changement de température infime, de l'ordre du millième de degré, caractéristique à un déplacement humain de 10m. [2]

Suivant les caractéristiques des lieux à protéger, un détecteur IRP est équipé de différents types de lentilles: lentille volumétrique grand angle, lentille anti-animaux, lentille rideaux ou lentille pour corridor.

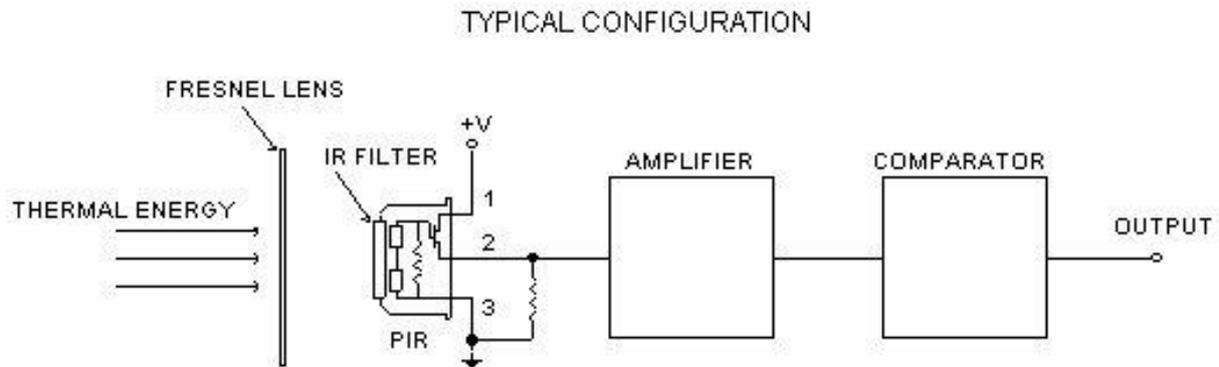


Figure II.7 Détecteur de mouvement [3]

La pin 2 du capteur, correspondante à la source du FET interne, est reliée à la masse via 100K et entre dans les étages d'amplis et de filtrage. L'ampli a sa bande passante limitée à 10Hz pour éliminer le bruit haute fréquence. Le comparateur surveille la sortie du capteur par rapport aux seuils positifs et négatifs. Une alim bien filtrée (3 à 15 volts) est connectée au drain du FET (pin 1). [4]

Le capteur, en général, possède deux éléments sensitifs montés en série mais tête-bêche (leurs tensions se soustraient). Une telle configuration permet d'éliminer les signaux issus de vibrations, changements de température ou d'exposition solaire. Un corps passant devant le capteur activera d'abord l'un puis l'autre élément tandis que les sources de perturbation citées plus haut affecteront les deux éléments simultanément et seront ainsi annulées. La source de rayonnement doit passer devant le détecteur de manière horizontale quand les pins 1 et 2 du capteur sont sur un plan horizontal. On utilise généralement une lentille pour concentrer le rayonnement IR sur le capteur.

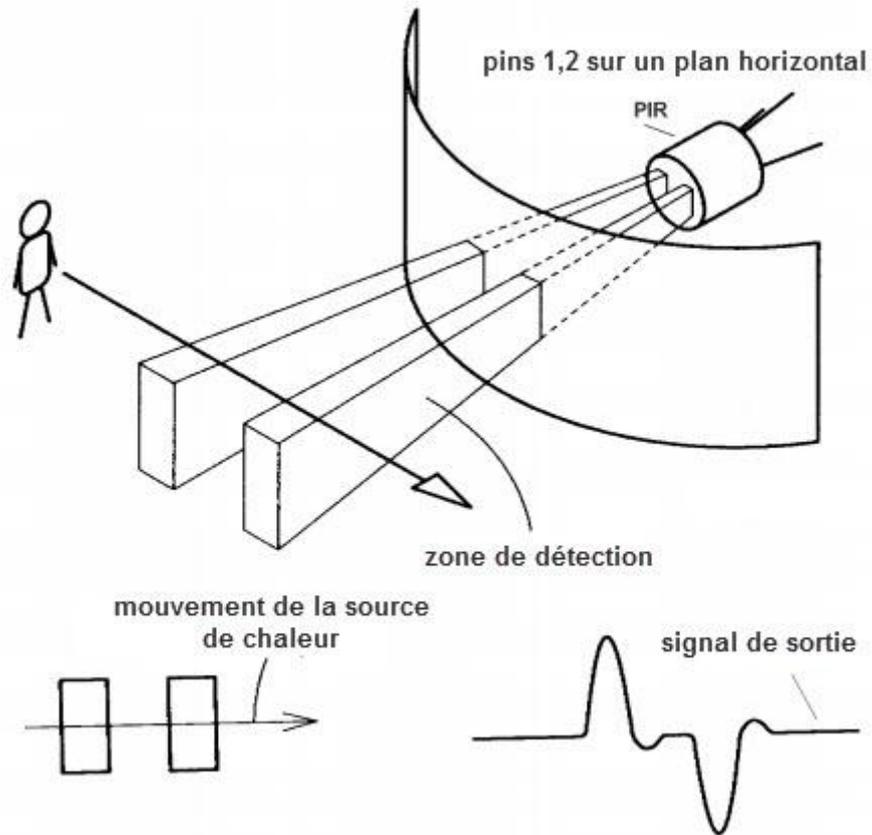


Figure II.6 Fonctionnement de capteur PIR [3]

II.4.a Détecteur de mouvement PIR (passifs infrarouge)

Tension d'alimentation	3V à 10V DC
Signal de sortie	5V
Champ de vision axe X	138 °
Champ de vision axe Y	125 °

Tableau II. 2 Les pins de PIR



Figure II.7 une demi-sphère (capteur PIR)

Sur l'image ci-dessus, on retrouve une demi-sphère sur laquelle chaque facette est une lentille de Fresnel. Une lentille de Fresnel est une lentille dont le concept permet d'avoir une grande ouverture tout en ayant une longueur focale suffisamment courte. Le truc génial dans ce concept, c'est qu'en divisant en segment une lentille classique et en réduisant l'épaisseur de chaque segment, on obtient une lentille beaucoup plus légère et demandant moins de matière. Ce type de lentille a été conçu à l'origine pour équiper les lampes des phares côtiers et augmenter ainsi leur portée. Leur rôle dans notre cas est de concentrer le rayonnement IR sur notre capteur. Elle est constituée d'une matière assez opaque à la lumière ambiante mais elle est transparente pour le rayonnement IR.

Concernant l'électronique derrière la cellule PIR, on retrouve plus ou moins toujours le même schéma électronique. À quelques différences près suivant les options. On trouve des montages à composants discrets autour des ampli-op d'un LM324 mais aussi des montages avec circuit intégré dédié.

II.4.b Le schéma à base de LM324

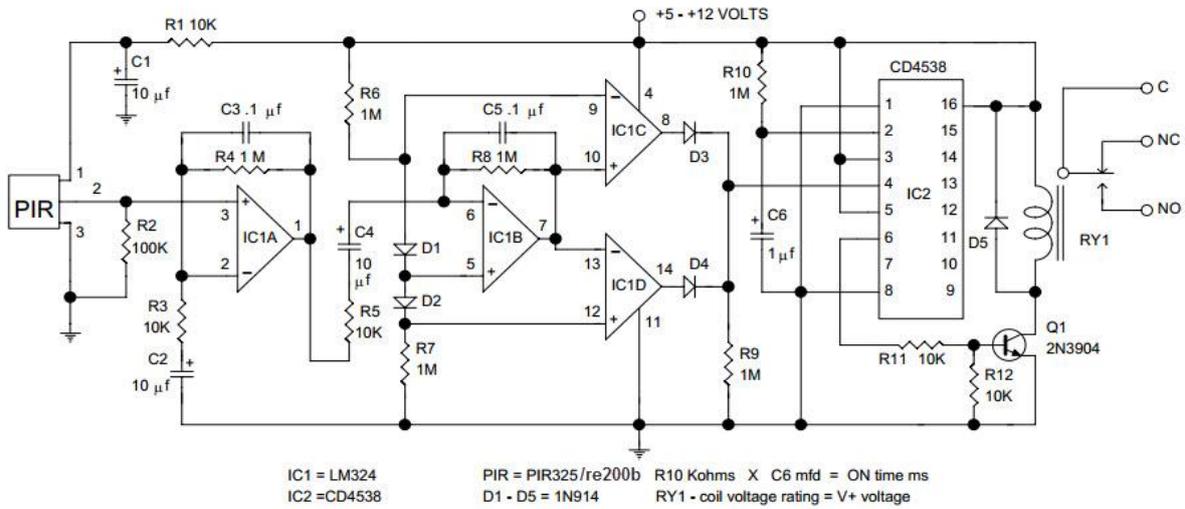


Figure II.8 Schéma à base de LM324 [3]

II.4.c Circuit d'amplification

Les capteurs pyroélectriques sont comme un microphone, mais pas sensible à délivrer la tension de sortie élevée, dans le cas de PIR doit amplifier de 10 000 fois, ceci est obtenu en amplifiant le signal 100, puis amplifié à nouveau par 100, signifie que de nombreux circuits intégrés peuvent amplifier exploitation 10.000 en une seule étape sans problème.

II.5 Présentation du PIC 16F877A

II.5.1. Introduction

Notre projet de fin d'étude vise à réaliser un interrupteur crépusculaire à base du microcontrôleur **PIC16F877A** pour commander l'éclairage public. Donc ce chapitre est consacré à la présentation du microcontrôleur 16F877A tout en illustrant ces différentes caractéristiques afin de mieux l'exploiter et tout ce qui l'englobe de part et d'autre de sa structure.

Les **microcontrôleurs PIC** forment une famille de microcontrôleurs de la société **Microchip**, est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires, unités périphériques et interfaces d'entrées-sorties.

Les microcontrôleurs se caractérisent par :

- Un plus haut degré d'intégration,
- Une plus faible consommation électrique,
- Une vitesse de fonctionnement plus faible (de quelques mégahertz jusqu'à plus d'un gigahertz),
- Un coût réduit par rapport aux microprocesseurs utilisés dans les ordinateurs personnels.

Par rapport à des systèmes électroniques à base de microprocesseurs et autres composants séparés, les microcontrôleurs permettent de diminuer la taille, la consommation électrique et le coût des produits.

II.5. Qu'est-ce qu'un PIC

Un PIC n'est rien d'autre qu'un microcontrôleur, c'est à dire une unité de traitement de l'information de type microprocesseur à laquelle on a ajouté des périphériques internes

La dénomination PIC est sous copyright de Microchip, donc les autres fabricants ont été dans l'impossibilité d'utiliser ce terme pour leurs propres microcontrôleurs. Les PICs sont des composants dits RISC (Reduce Instructions Construction Set), ou encore composant à jeu d'instructions réduit. Donc plus on réduit le nombre d'instructions, plus facile et plus rapide en est le décodage, et plus vite le composant fonctionne.

On trouve sur le marché 2 familles opposées :

- RISC (Reduce Instructions Construction Set).
- CISC (Complex Instructions Construction Set).

Chez les CISC, on diminue la vitesse de traitement, mais les instructions sont plus complexes, plus puissantes, et donc plus nombreuses. Il s'agit donc d'un choix de stratégie.

La famille des PICs RISC est subdivisée à l'heure actuelle en 3 grandes familles :

- La famille Base-Line : qui utilise des mots d'instructions de 12 bits.
 - La famille Mid-Range, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie le16F876).
- La famille High-End, qui utilise des mots de 16 bits.

Tous les PICs Mid-Range ont un jeu de 35 instructions, stockent chaque instruction dans un seul mot de programme, et exécutent chaque instruction (sauf les sauts) en 1 cycle. On atteint donc des très grandes vitesses, et les instructions sont de plus très rapidement à assimiler. L'exécution en un seul cycle est typique des composants RISC. L'horloge fournie au PIC est pré-divisée par 4 au niveau de celle-ci. C'est cette base de temps qui donne le temps d'un cycle.

Si on utilise par exemple un quartz de 4MHz, on obtient donc 1000000 de cycles/seconde, or, comme le PIC exécute pratiquement 1 instruction par cycle, hormis les sauts, cela nous donne une puissance de l'ordre de 1MIPS (1 Million d'Instructions Par Seconde). Désormais les pics peuvent monter à 20MHz, c'est donc une vitesse de traitement de 5000000 instructions par seconde.

II.5.1. Identification d'un PIC

Pour identifier un PIC, nous utiliserons tout simplement son numéro. Les 2 premiers chiffres indiquent la catégorie du PIC, **16** indique un PIC Mid-Range. Il vient ensuite parfois une lettre **L**, celle-ci indique que le PIC peut fonctionner avec une plage de tension beaucoup plus tolérante. Ensuite, nous trouverons :

- ❖ **C** indique que la mémoire programme est une EPROM ou plus rarement une EEPROM.
- ❖ **CR** pour indiquer une mémoire de type ROM.
- ❖ **F** pour indiquer une mémoire de type FLASH.

Seule une mémoire FLASH ou EEPROM est susceptible d'être effacée, puis nous constatons que les derniers chiffres identifient précisément le PIC. Finalement, nous verrons sur les boîtiers le suffixe « -XX » dans lequel XX représente la fréquence d'horloge maximale que le PIC peut recevoir, par exemple « -20 » pour un 20MHz.

Donc, un 16F877-20 est un PIC Mid-Range (16), la mémoire programme est de type FLASH (F) donc réinscriptible de type 877 et capable d'accepter une fréquence d'horloge de 20MHz. Une dernière indication que nous trouverons est le type de boîtier. Nous utiliserons pour nos expériences le boîtier PDIP, qui est un boîtier DIL 40 broches, avec un écartement entre les rangées de 0.3'' (étroit). La version 20MHz sera amplement suffisante.

Les PICs sont des composants STATIQUES, c'est à dire que la fréquence d'horloge peut être abaissée jusqu'à l'arrêt complet sans perte de données et sans dysfonctionnement. Ceci par opposition aux composants DYNAMIQUES (comme les microprocesseurs des ordinateurs), donc la fréquence d'horloge doit rester dans des limites précises.

II.5.2 Caractéristiques générales de la famille 16F87x

La famille 16F87x comprend toute une série de composants, tous ces composants sont identiques, Les différences fondamentales entre ces PICs sont donc les quantités de mémoires disponibles, le nombre d'entrées/sorties, le nombre de convertisseurs de type « analogique/numérique », et le nombre et le type des ports intégrés. **Tableau II. 3**.

PIC	FLASH	RAM	EEPROM	I/O	A/D	PORT //	PROT SERIE
16F870	2K	128	64	22	5	NON	USART
16F871	2K	128	64	32	8	PSP	USART
16F872	2K	128	128	22	5	NON	MSSP
16F873	4K	192	128	32	5	NON	USART/MSSP
16F874	4K	192	128	22	8	PSP	USART/MSSP
16F876	8K	368	256	32	5	NON	USART/MSSP
16F877	8K	368	256	33	8	PSP	USART/MSSP

Tableau II. 4 Caractéristiques générales de la famille 16F87x

A l'heure actuelle, ces composants existent dans divers types de boîtiers. Ces types sont représentés sur la figure (Figure II.10). Les boîtiers 40 broches sont utilisés par les composants qui disposent d'un port //, comme le 16F877.

Les autres boîtiers celui dont le brochage est sur la figure (Figure II.11 et Figure II.5.3). Ce boîtier est disponible en version standard (PDIP 28 broches) ou (CMS) (SOIC).

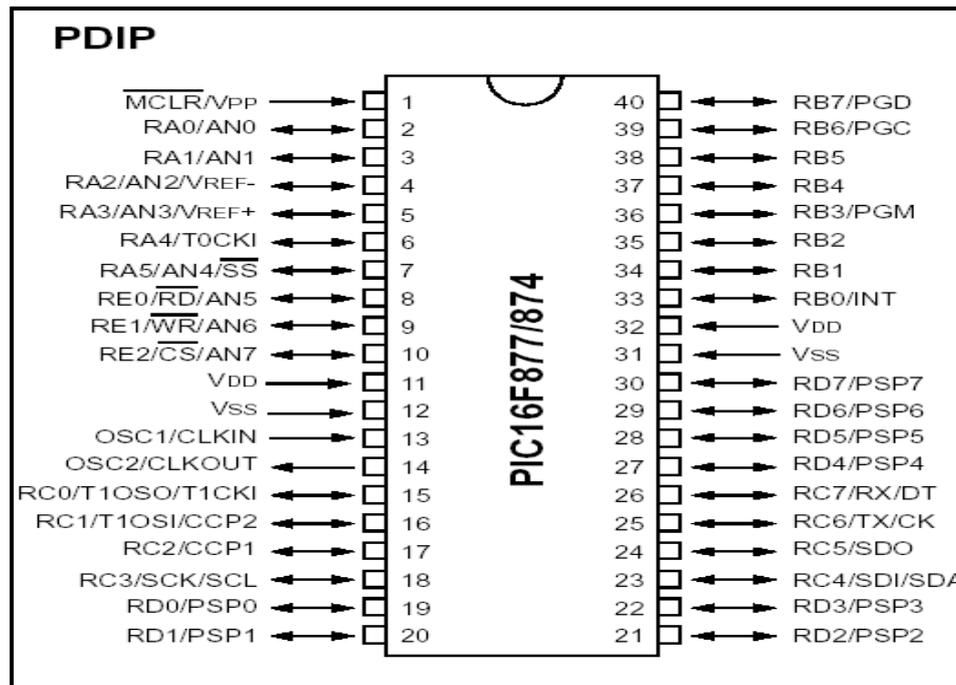


Figure II.9 Boîtier PDIP

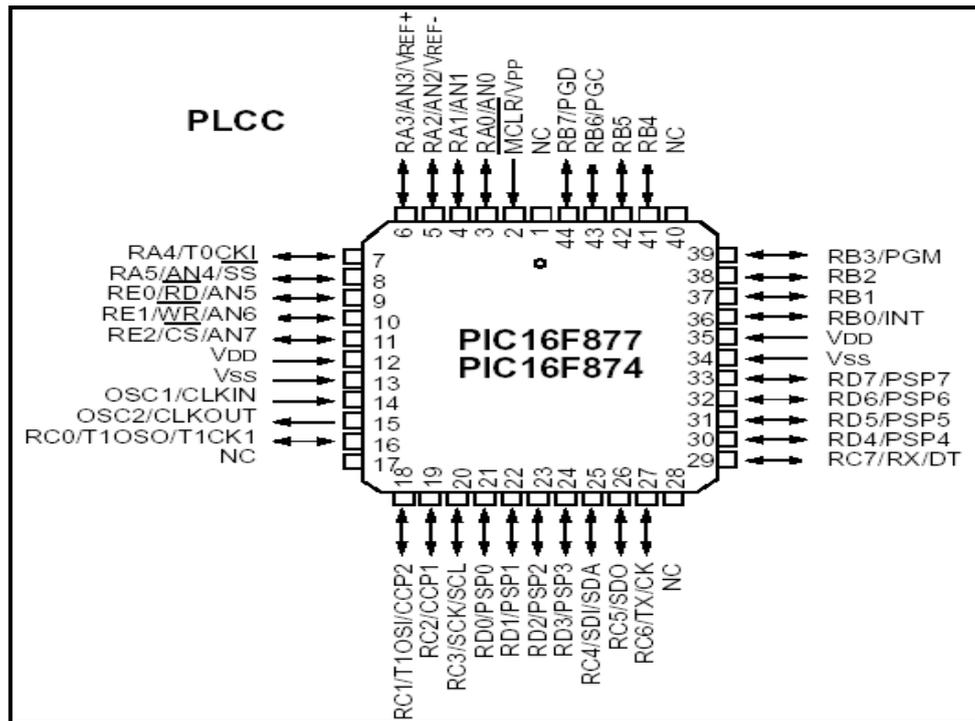


Figure II.10 Boîtier PLCC

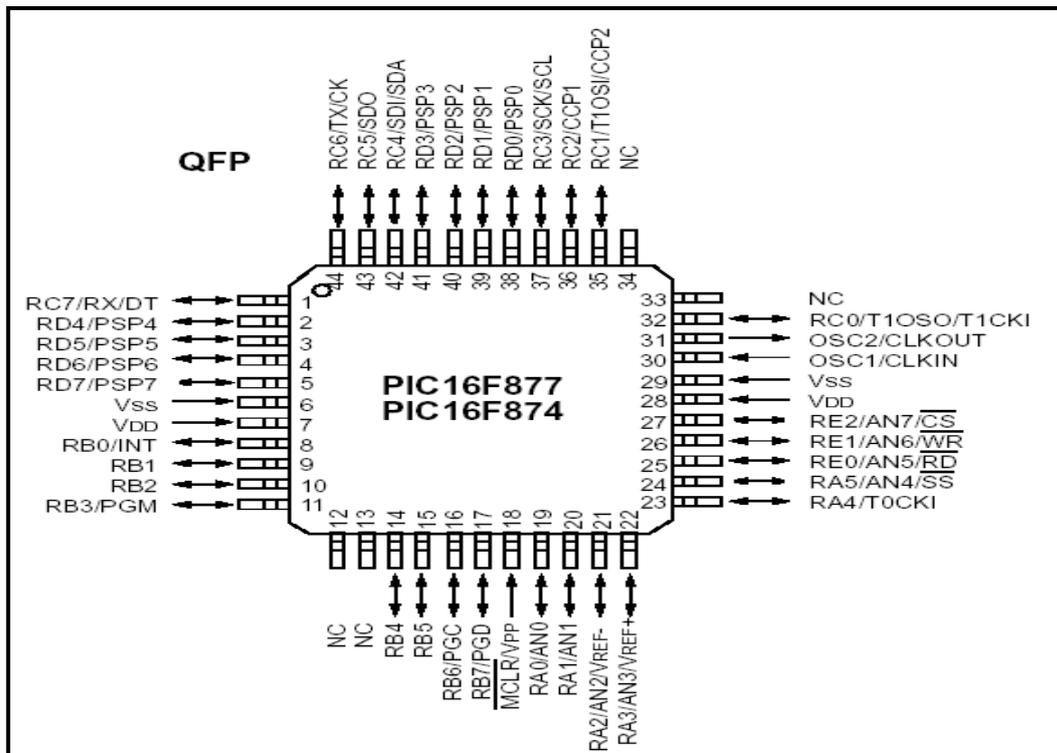


Figure II.11 Boîtier QFP

II.5.3. Présentation du PIC 16F877A

Le pic 16F877A est un microcontrôleur à 8 bits, c'est-à-dire un processeur et des périphériques dans un boîtier de 40 broches (**Figure II.13**). Il est réalisé en technologie CMOS et peut être cadencé par une horloge allant de 0 à 20MHz ; il doit être alimenté par une tension allant de 3 à 5,5 Volts. Les broches du composant possèdent plusieurs affectations entre les ports d'E/S, les périphériques et les fonctions systèmes.



Figure II.12 Le pic 16F877A

II.5.3.1 Architecture interne

Le PIC 16F877A est composé d'une unité centrale et de périphériques, le fonctionnement est géré par un séquenceur qui, en fonction des modes opératoires, fournit les signaux de contrôle à chaque module, (**Figure II.14**).

Le fonctionnement de l'unité centrale est de type **RISC** (**R**educed **I**nstructions **S**et **C**omputer), ou encore composante à jeu d'instructions réduit.

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- ❖ Le jeu d'instruction est réduit à 35,
- ❖ 8K-octets de mémoire programme,
- ❖ 368 octets de RAM,

- ❖ 256 octets de EEPROM,
- ❖ Vitesse d'exécution allant jusqu'à 20MHz, permettant l'exécution d'un cycle à 200ns,
- ❖ 33 entrée/sorties,
- ❖ 3 timer : timer0 de 8 bits, timer1 de 16 bits, timer2 de 8 bits,
- ❖ D'un convertisseur A/N (analogique /numérique) à plusieurs canaux d'une résolution de 10 bits,
- ❖ Deux modules PWM/capture/compare,
- ❖ Cinq ports : PORTA sur 8bits, PORTB sur 8bits, PORTC sur 8bits, PORTD sur 5bits, PORTE sur 3bits,
- ❖ De nouvelle fonctionnement comme les gestions de ports (parallèle) PSP (Parallel Slave Port),
- ❖ Et les gestions de ports (série),
 - ✓ Le module MSSP (Master Synchronous Serial Port) en mode SSP (Synchronous Serial Port)
 - ✓ Le module MSSP en mode I2C
 - ✓ Le module USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) en mode série synchrone
 - ✓ Le module USART en mode série asynchrone.

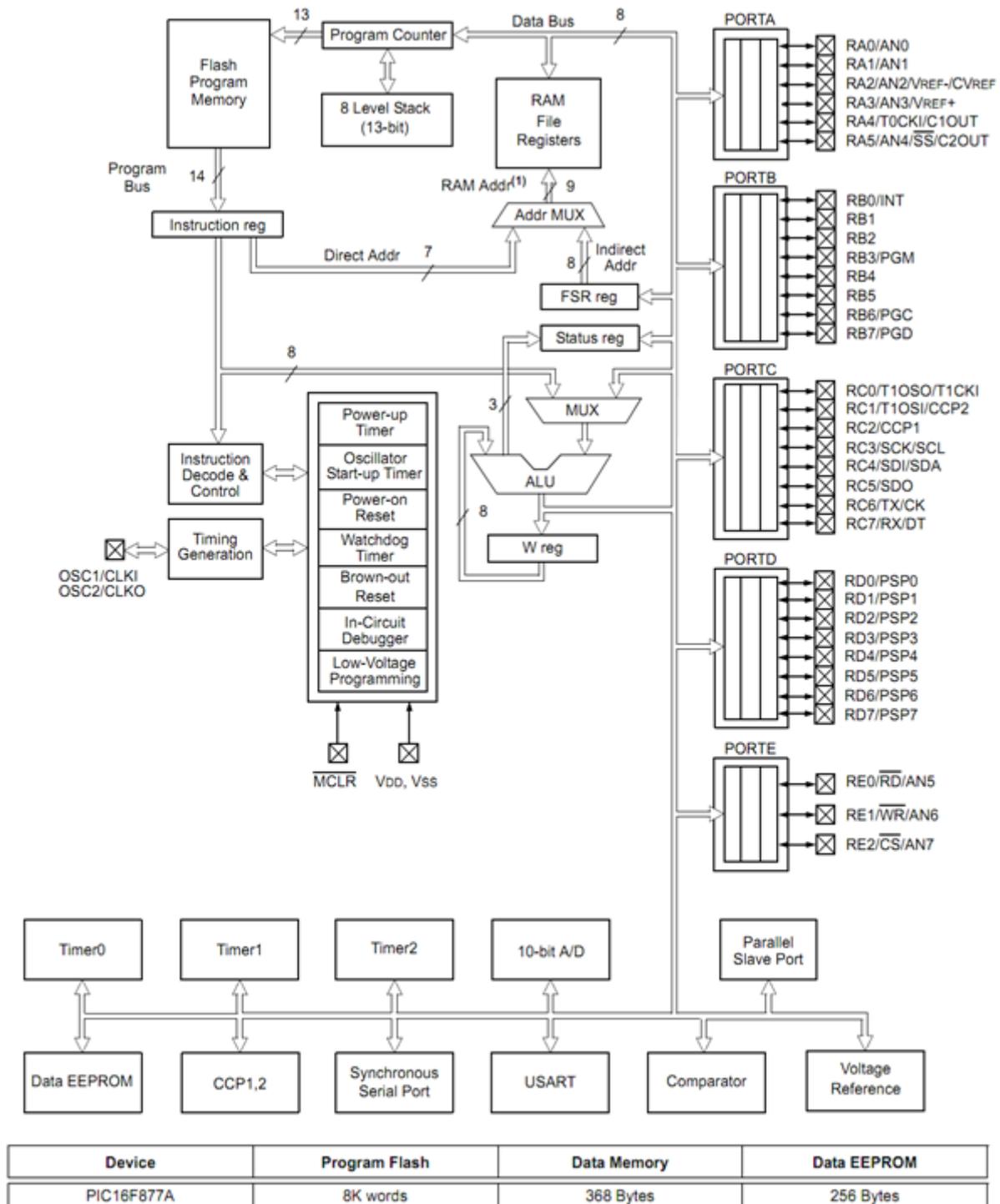


Figure II.13 Architecture interne du PIC 16F877A [5]

II.5.3.2. Organisation du 16F877A

II.5.3.2.1. La mémoire programme

Elle est constituée de 8K-mots de 14 bits. C'est dans cette zone que nous allons écrire notre programme. La mémoire programme de notre PIC16F877A de type Flash qu'on peut l'effacer électriquement, alors on peut le reprogrammer plusieurs fois.

II.5.3.1.1 La mémoire EEPROM

La mémoire EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory), est constituée de 256 octets que nous pouvons lire et écrire depuis notre programme. Ces octets sont conservés après une coupure de courant et sont très utiles pour conserver des paramètres semi-permanents. Leur utilisation implique une procédure spéciale que nous verrons par la suite, car ce n'est pas de la RAM, mais bien une ROM de type spécial.

II.5.3.1.2 La mémoire RAM

Nous voyons donc que la mémoire RAM disponible du 16F877 est de 368 octets. Elle est répartie de la manière suivante :

1. 80 octets en banque 0, adresses 0x20 à 0x6F
2. 80 octets en banque 1, adresses 0xA0 à 0xEF
3. 96 octets en banque 2, adresses 0x110 à 0x16F
4. 96 octets en banque 3, adresses 0x190 à 0x1EF
5. 16 octets communs aux 4 banques, soit 0x70 à 0x7F = 0xF0 à 0xFF = 0x170 à 0x17F = 0x1F0 à 0x1FF

II.5.3.2 Les instructions

II.5.3.2.1. Les instructions « orientées octet »

Ce sont des instructions qui manipulent les données sous forme d'octets. Elles sont codées de la manière suivante :

- ❖ 6 bits pour l'instruction : logique, car comme il y a 35 instructions, il faut 6 bits pour pouvoir les coder toutes.

- ❖ 1 bit de destination (d) pour indiquer si le résultat obtenu doit être conservé dans le registre de travail de l'unité de calcul (W pour Work) ou sauvé dans l'opérande (F pour File).
- ❖ Reste 7 bits pour encoder l'opérande (File).

II.5.3.3.2. Les instructions « orientées bits »

Ce sont des instructions destinées à manipuler directement des bits d'un registre particulier. Elles sont codées de la manière suivante :

- ❖ 4 bits pour l'instruction.
- ❖ 3 bits pour indiquer le numéro du bit à manipuler (bit 0 à 7 possible).
- ❖ 7 bits pour indiquer l'opérande.

II.5.3.3.3. Les instructions générales

Ce sont les instructions qui manipulent des données qui sont codées dans l'instruction directement. Elles sont codées de la manière suivante :

- ❖ L'instruction est codée sur 6 bits.
- ❖ Elle est suivie d'une valeur IMMEDIATE codée sur 8 bits (donc de 0 à 255).

II.5.3.3.4. Les sauts et appels de sous-routines

Ce sont les instructions qui provoquent une rupture dans la séquence de déroulement du programme. Elles sont codées de la manière suivante:

- ❖ Les instructions sont codées sur 3 bits.
- ❖ La destination codée sur 11 bits.

II.5.3.4. Les sources d'interruptions

L'interruption est une source de séquence asynchrone, c'est-à-dire non synchronisée avec le débordement normal du programme. Nous voyons ici l'opposition avec les ruptures de séquences synchrones, provoquées par le programme lui-même (goto, call...).

Le 16F877A est très riche à ce niveau, puisqu'il dispose 14 sources d'interruptions possibles sont les suivantes :

- ❖ **TMR0** : Débordement du timer0. Une fois que le contenu du tmr0 passe de 0xFF à 0x00, une interruption peut être générée.
- ❖ **TMR1** : Débordement du timer1. Une fois que le contenu du tmr1 passe de 65535 à 0, une interruption peut être générée.
- ❖ **TMR2** : Débordement du timer2. Une fois que le contenu du tmr2 passe de la valeur qui contient dans le registre PR2 à 0, une interruption peut être générée.
- ❖ **EEPROM** : Cette interruption peut être générée lorsque l'écriture dans une case EEPROM interne est terminée.
- ❖ **RB0/INT** : Une interruption peut être générée lorsque la pin RB0 encore appelée.
- ❖ **INTerrupt pin**, étant configurée en entrée.
- ❖ **PORTB** : De la même manière, une interruption peut être générée lors du changement d'un niveau sur une des pins RB4 à RB7.

Et les autres interruptions disponibles sont :

- ✓ Interruptions du port série (réception et émission).
- ✓ Interruptions des modules CCP1 et CCP2.
- ✓ Interruptions SSP mode 12C.
- ✓ Lorsqu'une conversion analogique numérique est terminée, une interruption est générée.
- ✓ Interruptions sur le port parallèle

II.5.3.5. Les ports

Il y a cinq ports dans le PIC16F877A sont : PORTA, PORTB, PORTC, PORTD et PORTE, mais les plus utilisés dans notre travail sont :

II.5.3.5.1. Le PORTA

Le PORTA est un port de six bits donc six entrées/sorties numérotées de RA0 à RA5 qui peuvent être utilisées comme des entrées pour le : (Convertisseur Analogique Numérique, le TIMER0, ...). Les registres associés avec le port A sont : PORTA, TRISA et ADCON1. [6]

Le registre PORTA est un peu particulier, puisqu'il donne directement accès au monde extérieur. C'est en effet ce registre qui représente l'image des pins RA0 à RA5. Ce registre se situe à l'adresse 05H, dans la banque0. Chaque bit de ce registre représente une pin. Donc, seuls 6 bits sont utilisés. Pour écrire sur une pin en sortie, on place le bit correspondant à 1 ou à 0, selon le niveau souhaité. Nous trouvons donc ici 6 pins I/O numérotées de RA0 à RA5. Nous avons donc 6 bits utiles dans le registre PORTA et 6 bits dans le registre TRISA. Les bits 6 et 7 de ces registres ne sont pas implémentés. Comme toujours, ils seront lus comme des « 0 », au moment du reset, est configuré comme un ensemble d'entrées analogiques.

II.5.3.5.2. Le PORTB

C'est un port bidirectionnel de 8 bits (RB0 à RB7). Ses registres associés sont : PORTB, TRISB et OPTION_REG.

Ces registre fonctionne exactement de la même manière que PORTA et TRISA, mais concerne bien entendu les 8 pins RB. Tous les bits sont donc utilisés dans ce cas.

II.5.3.5.3. Le PORTD

C'est un port 8 bits bidirectionnel, la configuration de ce port se fait à l'aide du registre TRISD. Les registres associés sont : PORTD, TRISD et TRISE

Le registre TRISD localisé dans la banque1, qui permet de décider quels sont les entrées et quelles sont les sorties.

Si le registre TRISE est placé à 1, Les trois bits de ce port deviennent les entrées de control du PORTD qui fonctionne en mode " **parallel slave port** ".

II.5.3.5.4. Le PORTC

Il s'agit d'un PORT de 8 bits bidirectionnels. Il est partagé avec le module de transmission synchrone **I2C** et **IUSART**. La configuration de direction se fait à l'aide du registre TRISC, Les registres associés sont : PORTC et TRISC.

Notons, comme pour tous les autres ports, que la mise sous tension du PIC, et tout autre reset, force tous les bits utiles de TRISx à 1, ce qui place toutes les pins en entrée.

Ensuite, au niveau électronique, nous noterons que toutes les pins, lorsqu'elles sont configurées en entrée, sont des entrées de type « **trigger de Schmitt** ».

II.5.3.6 Le Module de conversion Analogique/Numérique CAN [7]

Le PIC 16F877A possède 8 entrées analogiques (RA0...RA5 et RE0...RE2 pour les PICs disposant du portE) multipléxées vers un C.A.N. à approximation successive (SAR = Successive approximation register). Ce dernier est précédé d'un échantillonneur / bloqueur permettant une stabilité de la tension d'entrée pendant toute la durée de la conversion. (**Figure II.15**)

Ce module est constitué d'un convertisseur Analogique Numérique 10 bits dont l'entrée analogique peut être connectée sur l'une des 8 (pour 16F877A) entrées analogiques externes. On dit qu'on a un CAN à 8 canaux. Les entrées analogiques doivent être configurées en entrée à l'aide des registres TRISA et/ou TRISE.

➤ La gestion de la conversion se fait grâce à 4 registres 8 bits :

1. ADRESH et ADRESL (Analog to Digital result High and Low), contiennent le résultat de la conversion sur 10 bits. Rem: un octet ne contiendra que 2 bits.

2. ADCON0 et ADCON1 (Analog to Digital Control 0, 1), permettent de configurer la conversion.

➤ La tension de référence peut être interne (GND ou 5v), ou externe (RA2 et RA3) selon la configuration. En aucun cas elle ne doit dépasser la tension d'alimentation.

➤ Le temps de conversion minimum est d'environ 20 μ s. La durée du signal d'horloge TAD ne doit pas être en dessous de 1,6 μ s.

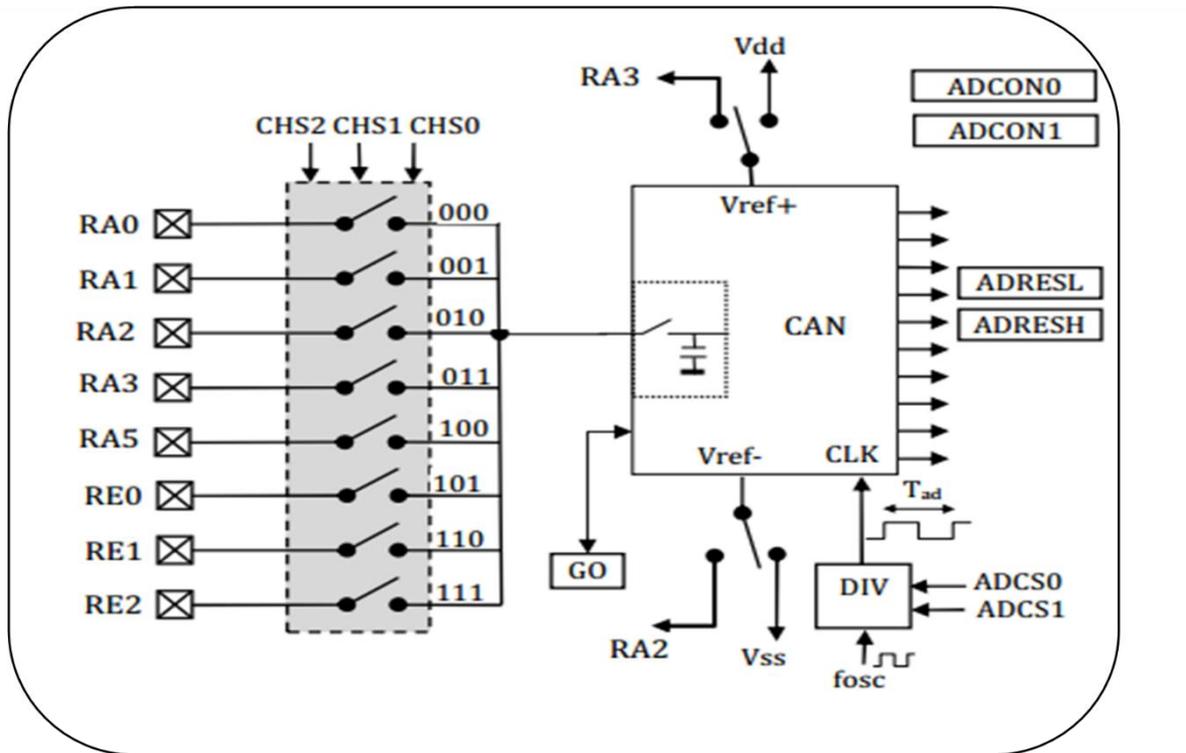


Figure II.14 Module de conversion

II.5.3.6.a. Configuration de la conversion

II.5.3.6.a.1 Registre ADCON0

Le tableau TAB.II.5 présente le registre ADCON0

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	Inutilisé	ADON
Sélection Fréquence Horloge		Sélection entrée de conversion			Lancement / Fin de conversion Nommé ADGO sur HI-TECH	X	Activation du C.A.N.

Tableau II. 5 Registre ADCON0

La fréquence d’horloge du C.A.N et entrée de conversion sont choisi comme présente dans le tableau II.6 et le tableau II.7

ADCS1	ADCS0	Fréquence F _{AD}	Fréquence max. du Quartz
0	0	½ F _{OSC}	1,25 MHz
0	1	1/8 F _{OSC}	5 MHz
1	0	1/32 F _{OSC}	20 MHz
1	1	Circuit RC interne ⁽¹⁾	X

Tableau II. 6 Fréquence d’horloge du C.A.N

CHS2	CHS1	CHS0	Canal Sélectionné
0	0	0	AN0 (RA0)
0	0	1	AN1 (RA1)
0	1	0	AN2 (RA2)
0	1	1	AN3 (RA3)
1	0	0	AN4 (RA5)
1	0	1	AN5 (RE0)
1	1	0	AN6 (RE1)
1	1	1	AN7 (RE2)

Tableau II. 7 Entrée analogique

II.5.3.6.a.2 Registre ADCON1

Le tableau II.8 présente le registre ADCON1

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADFM	X	X	X	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
Mode de présentation du résultat	Inutilisés (sont lus à 0)			Sélection de la tension de référence et du nombre d'entrée analogiques			

Tableau II. 8 Registre ADCON1

ADFM= Sélection du Format du résultat de la conversion

Le résultat de la conversion sur 10 bits peut se présenter de 2 façons :

- ADFM = 0 justification à gauche (dans ce cas ADRESH donne un résultat sur 8 bits, correspondant à la partie la plus significative = poids fort). Ce mode est surtout utilisé lorsque l’on se contente d’un résultat sur 8 bits.

ADRESH								ADRESL							
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	0	0	0	0	0	0

➤ ADFM = 1 justification à droite. Le résultat correspond directement à un entier de type “unsigned int” en langage C. Ce mode est donc tout indiqué lorsque l’on souhaite utiliser le résultat sur 10bits.

7							ADRESH							0		7							ADRESL							0	
0	0	0	0	0	0	0	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0															

Sélection de la tension de référence et du nombre d’entrées analogiques

La sélection de la tension de référence et du nombre d’entrées analogique selon les bits PCFG3 :PCFG0 **Tableau II.5**

PCFG3 : PCFG0	AN7 RE2	AN6 RE1	AN5 RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	V _{REF+}	V _{REF-}	Nombre Ain
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	8
0001	A	A	A	A	V _{REF+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	7
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	5
0011	D	D	D	A	V _{REF+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	4
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	V _{DD}	V _{SS}	3
0101	D	D	D	D	V _{REF+}	D	A	A	RA3	V _{SS}	2
0110	D	D	D	D	D	D	D	D	V _{DD}	V _{SS}	0
0111	D	D	D	D	D	D	D	D	V _{DD}	V _{SS}	0
1000	A	A	A	A	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	6
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	6
1010	D	D	A	A	V _{REF+}	A	A	A	RA3	V _{SS}	5
1011	D	D	A	A	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	4
1100	D	D	D	A	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	3
1101	D	D	D	D	V _{REF+}	V _{REF-}	A	A	RA3	RA2	2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	V _{DD}	V _{SS}	1
1111	D	D	D	D	V _{REF+}	V _{REF-}	D	A	RA3	RA2	1

TAB.II. 5 Sélection de la tension de référence et du nombre d’entrées analogiques

II.5.3.6.b. Séquences à respecter pour la conversion

Le PIC dispose d’un échantillonneur bloqueur intégré constitué d’un interrupteur S, d’une capacité de maintien C=120 pF, une tension analogique à convertir Va et d’un convertisseur Analogique numérique 10 bits. Pendant la conversion, la tension Ve à l’entrée du convertisseur A/N doit être maintenue constante. **Figure II.16**

Séquence d’initialisation

- Sélection de la tension de référence et du nombre d’entrées analogiques : “PCFG 3:0”.
- Sélection du mode de présentation du résultat (justification droite ou gauche) : “ADFM”.
- Sélection de fréquence d’horloge du convertisseur “ADCS 1:0”.

- Activation du C.A.N. : “ADON = 1”.

Séquence de conversion

Sélection de l’entrée analogique à convertir “CHS 2:0”.

- Lancement de la conversion : “GO/DONE = 1”.
- Attente de fin de conversion : “GO/DONE = 0 ”.
- Lecture du résultat dans ADRESH et ADRESL.

II.5.3.6.b.1 Temps de conversion TAD

Le temps de conversion est égal à 12 TAD, TAD est le temps de conversion d'un bit, il dépend de la fréquence du quartz et du pré-diviseur (**div**).

TAD = div x 1/fosc. (1)

Le choix de div doit être ajusté pour que TAD soit ≥ à 1,6 μs. **Tableau II.5.6**

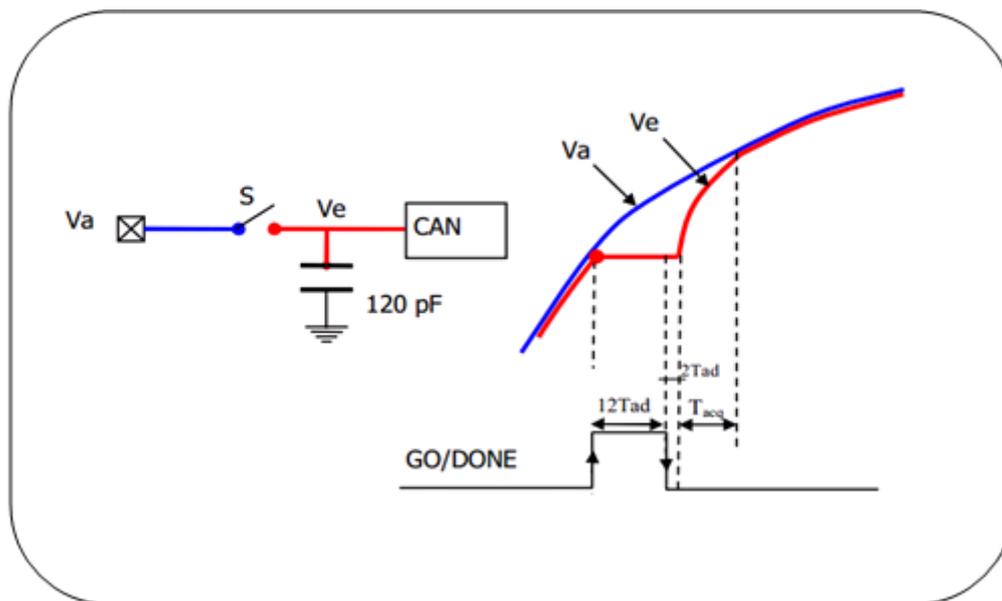


Figure II.15 Procédure de conversion

Avec un quartz de 4 MHz, il faut choisir div=8 ce qui donne TAD = 2 μs, soit un temps de conversion : TCONV = 24 μs.

	Div	20Mhz	5Mhz	4Mhz	2Mhz	1Mhz
00	2	0,1 μs	0,4 μs	0,5 μs	1 μs	2 μs
01	8	0,4 μs	1,6 μs	2 μs	4 μs	8 μs
10	32	1,6 μs	6,4 μs	8 μs	16 μs	32 μs
11	RC	Non utilisable				≈4 μs

Tableau II. 9 Temps de conversion d'un bit TAD

II.5.3.6.b.2 Temps d'acquisition TACQ

Le Temps d'acquisition

$$TACQ = Tc + CT + 2 \mu s \tag{2}$$

Tc : temps de charge du condensateur

$$Tc = (Ric + Rss + Rs) C \ln(2047) \tag{3}$$

Ric = Résistance d'interconnexions, elle est inférieure à 1k

Rss = Résistance du l'interrupteur S (Sampling switch), elle dépend de la tension d'alimentation Vdd. Elle est égale à 7kΩ pour Vdd=5V.

Rs : Résistance interne de la source du signal analogique. Microchip recommande de ne pas dépasser 10 kΩ

C : Capacité de blocage = 120 pF

CT: Coefficient de température

$$CT = (Tp - 25^\circ C) 0.05 \mu s / ^\circ C \tag{4}$$

Tp = Température Processeur, voisine de 45°C en temps normal.

II.5.3.6.b.3 Valeur numérique obtenue

la relation entre la tension analogique convertie et le nombre N recueilli dans le registre ADRES, Si on note :

$$Q = \text{pas de quantification} = (Vref+ - Vref-)/1024 \tag{5}$$

Va = tension analogique à convertir

N = valeur numérique obtenue,

$$N = \text{valeur entière de } (Va - Vref-) / Q$$

Avec Vref- =0V, on obtient

$$N = \text{int}(V_a / Q). \quad (6)$$

II.5.3.6.c. Interruption

La fin de conversion A/N peut générer une routine d'interruption. Pour cela il faut positionner à "1" le bit d'activation général des interruptions "GIE" (Bit 7 du registre INTCON), le bit d'activation des interruptions périphériques "PEIE" (Bit 6 du registre INTCON), ainsi que le bit d'activation de l'interruption CAN "ADIE" (Bit 6 du registre PIE1). Lorsqu'une requête d'interruption est lancée par le CAN (A la fin d'un cycle de conversion), le drapeau (Flag) "ADIF" (Bit 6 du registre PIR1) passe à "1". Ce bit doit être repositionné à "0" avant toute nouvelle conversion et lors de l'initialisation.

II.5.4. Les Timers

Un timer est un registre interne au microcontrôleur, celui-ci s'incrémente au gère d'une horloge, ce registre peut servir par exemple des temporisations, ou bien encore pour faire du comptage. Le PIC16F877A possède trois timers configurables par logiciel :

II.5.4.1 Le timer0

Est un compteur 8 bits qui peut compter de 0 à 255. Mais qu'allons-nous compter avec ce timer ? Nous avons deux possibilités :

- ❖ En premier lieu, nous pouvons compter les impulsions reçues sur la pin RA4/TOKI. Nous dirons dans ce cas que nous sommes en mode compteur.
- ❖ Nous pouvons aussi décider de compter les cycles d'horloge du PIC lui-même. Dans ce cas, comme l'horloge est fixe, nous compterons donc en réalité du temps. Donc, nous serons en mode « timer ».

La sélection d'un ou l'autre de ces deux modes de fonctionnement s'effectue par le bit 5 du registre OPTION : T0CS pour Tmr0 (Clock Source select bit).

II.5.4.2 Le timer1

Tout d'abord, ce timer est capable de compter sur 16 bits, à comparer aux 8 bits du timer0. Il sera donc capable de compter de 0 à 65535. Le timer1 compte donc sur 16 bits, ce qui va nécessiter 2 registres. Ces registres se nomment TMR1L et TMR1H. Le timer1 peut, tout comme le timer0, fonctionner en mode timer (c'est-à-dire en comptage des cycles d'instruction), ou en mode compteur (c'est-à-dire en comptage des impulsions sur une pin externe).

II.5.4.3 Le timer2

Le timer2 est un compteur sur 8 bits, leur registre est PR2 et T2CON. Quand le contenu du tmr2 passe de la valeur qui contient dans le registre PR2 à 0, on remet le TMR2 à 0, mais le contenu du registre T2CON, qui permet de paramétrer prédiviseur et postdiviseur, ainsi que d'autoriser ou non le fonctionnement du timer2.

II.5.5. Les modules CCP1 et CCP2

Le 16F877A disposent de 2 modules CCP (Capture, Compare, and PWM) au niveau ressources utilisées, nous pouvons simplement dire que les modules CCPx utilisés en mode compare et en mode capture font appel au **timer1**, alors que le mode PWM nécessite l'utilisation de **timer2**.

II.5.6. Les registres

Un registre est une petite partie de mémoire intégrée au PIC, dans le but de recevoir des informations spécifiques, notamment des adresses et des données stockées durant l'exécution d'un programme.

II.6. Conclusion

Ce microcontrôleur nous permet de gagner plusieurs avantages :

1. Coût réduit, le microcontrôleur a le même prix que la plupart des circuits qui les remplace.
2. La conception du circuit imprimé est rendue moins difficile et le montage moins sensible aux bruits.
3. la consommation d'énergie est réduite.

Donc le microcontrôleur utilisé dans notre travail a une architecture **RISC**, on a donné un aperçu sur cette architecture dans ce chapitre.

Chapitre III

Chapitre III

- **Programmation
et Réalisation**

III.1 Introduction

Dans ce chapitre on va présenter le montage électronique et on va l'étudier et le simuler et réaliser ainsi la partie pratique.

III.2 Fonctionnement du montage

Le cahier de charge nous impose la réalisation d'interrupteur crépusculaire à base d'un microcontrôleur

- Qui déclenche automatiquement l'éclairage public dans la journée
- Qui enclenche l'éclairage dans la nuit lorsque le capteur PIR détecte un mouvement

III.2.1 l'éclairage public

La sensibilité de la photorésistance (LDR) est éclairée à 28 lumen inférieur à la lumière courante. Donc sa résistance ohmique chute et la tension à ses bornes diminue en conséquence suffisamment pour passer en-dessous du seuil. Dans ces conditions, la sortie du port RD4 du PIC passe à 0V, la base de transistor Q1 se bloque, et les lampes est éteinte (même s'il y a des mouvements).

On observe que lors de la diminution de la lumière courante de la LDR (donc sa résistivité est très grande), Alors si le capteur PIR détecter un mouvement, le PIC va générer une tension positive 5V à la base de transistor qui va saturer ce dernier provoquant l'allumage de la lampe.

III.2.1.1 Fonctionnement général et synoptique .

L'idée est de réaliser un dispositif de commande automatique d'un système d'éclairage en fonction de la luminosité ambiante. Un capteur de mouvement qui a le rôle de capter tout mouvement dans un angle bien déterminé. Les valeurs des deux grandeurs précédentes peuvent être affichées sur un écran LCD.

Le système prévoit aussi, par sélection des touches appropriées du clavier, l'affichage du seuil de réglage correspondant à l'allumage de l'éclairage et l'état de celui-ci.

La gestion de l'ensemble est confiée à un microcontrôleur de type PIC 16F877.

Le schéma synoptique de la carte est donné à la **Figure III-1** :

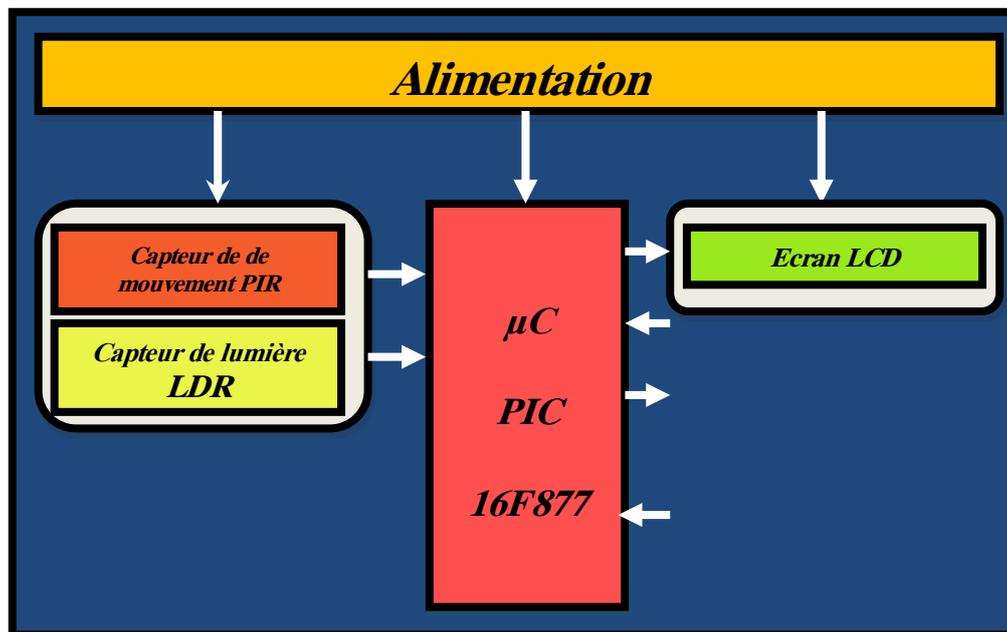


Figure III-1 : Schéma synoptique de la carte d'éclairage

III.3 List des composants :

Nous voulons réaliser un exemple d'application pour faire un éclairage publique. L'ensemble des composants nécessaire pour le faire est :

- Un microcontrôleur PIC 16F877A
- Un quartz de 4 MHz avec deux condensateurs 22pF
- Un capteur de lumière LDR
- Un afficheur LCD 2x16
- Un jack d'alimentation 12VDC
- Un régulateur de tension 7805 pour stabiliser la tension de l'étage de commande avec deux condensateurs de lissage 100pF et 330 pF
- Un transistor 2N2222 NPN bipolaire pour alimenter la lampe de 12V
- Une résistance de 10k pour le pin MCLR et un bouton poussoir pour redémarrer le PIC
- Un potentiomètre
- Un détecteur de mouvement PIR re200b
- Un bouton pour activer / désactiver le détecteur de mouvement

La combinaison de ces différents composants va nous permettre de réaliser le schéma de simulation suivant :

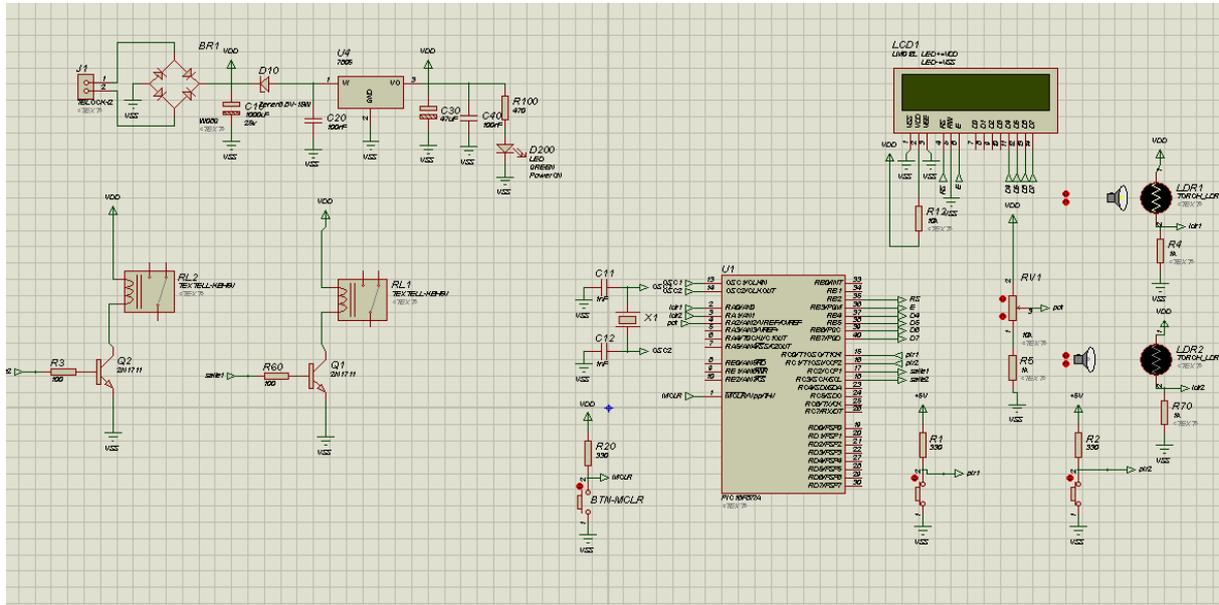


Figure III. 2.a Schéma globale de simulation

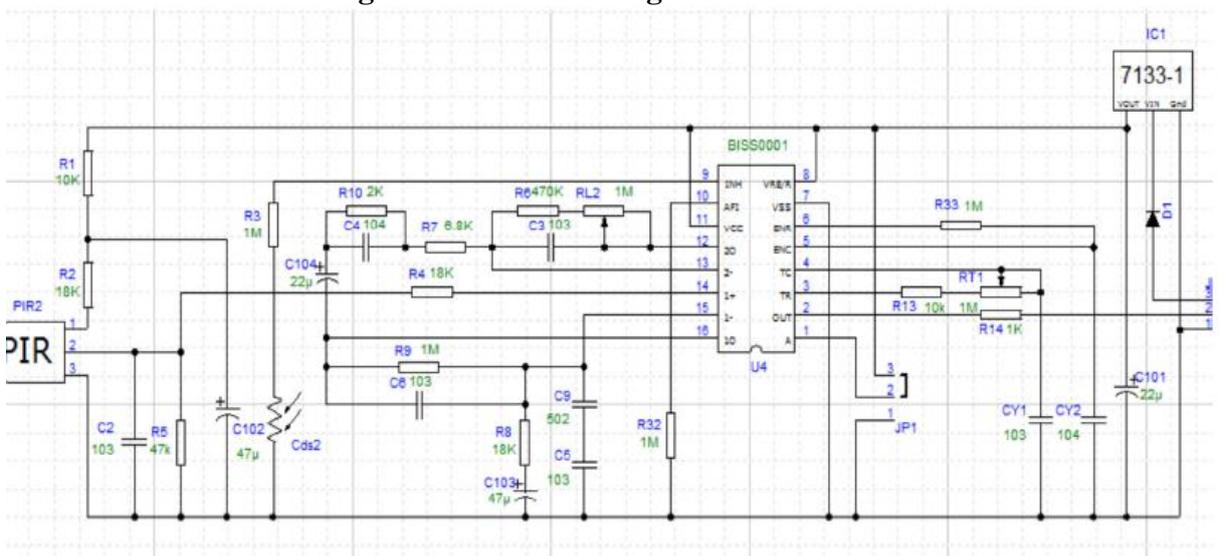


Figure III. 1.b Schéma de PIR

III.3.a Le brochage

Tout d'abord le capteur LDR raccordé à l'entrée analogique RA0 du microcontrôleur, pour permettre la conversion analogique- numérique.

Le quartz avec ses deux condensateurs sont reliés aux pattes 13,14 du PIC comme horloge. Possédant 16 pattes l'afficheur LCD utilisé les deux derniers servent à alimenter la LED d'éclairage. Les autres lignes de données et de commande sont connectées d'une façon qui nous permette d'éviter le croisement des lignes le moment de la réalisation, ceci nous évite l'utilisation des trous métalliques (VIA).

Le branchement de ces lignes est le suivant :

```
LCD_D7 --> RB7
LCD_D6 --> RB6
LCD_D5 --> RB5
LCD_D4 --> RB4
LCD_EN --> RB3
LCD_RS --> RB2
```

Un transistor raccordé au pin D4 pour allumer une lampe de 12v, Le détecteur de mouvement PIR est raccordé au pin B0.

III.3.b Programmation du PIC.

Après avoir réalisé le projet, il ne reste plus qu'à programmer le microcontrôleur avec le logiciel flowcode.

Cela consiste à créer un programme source avec flowcode et entrer la référence du PIC, la fréquence de l'horloge et les différents modes. Après l'édition du programme, sa compilation permet de voir s'il n'y a pas d'erreurs. Si tout est correct, le fichier format hexadécimal (.hex) est créé. En effet cette étape est indispensable pour que le programme soit reconnu et exécuté par le microcontrôleur. Ainsi, une fois le fichier hexadécimal créé, on le transfère vers la mémoire programme du PIC via un logiciel approprié, PICKIT 2.

La simulation du programme peut se faire facilement avec le logiciel ISIS de PROTEUS.

III.3.c Synthèse de l'organigramme de programme

Un organigramme est un outil qui permet de faciliter la compréhension d'un tel système, la (**Figure III.3**) montre l'organigramme de notre projet.

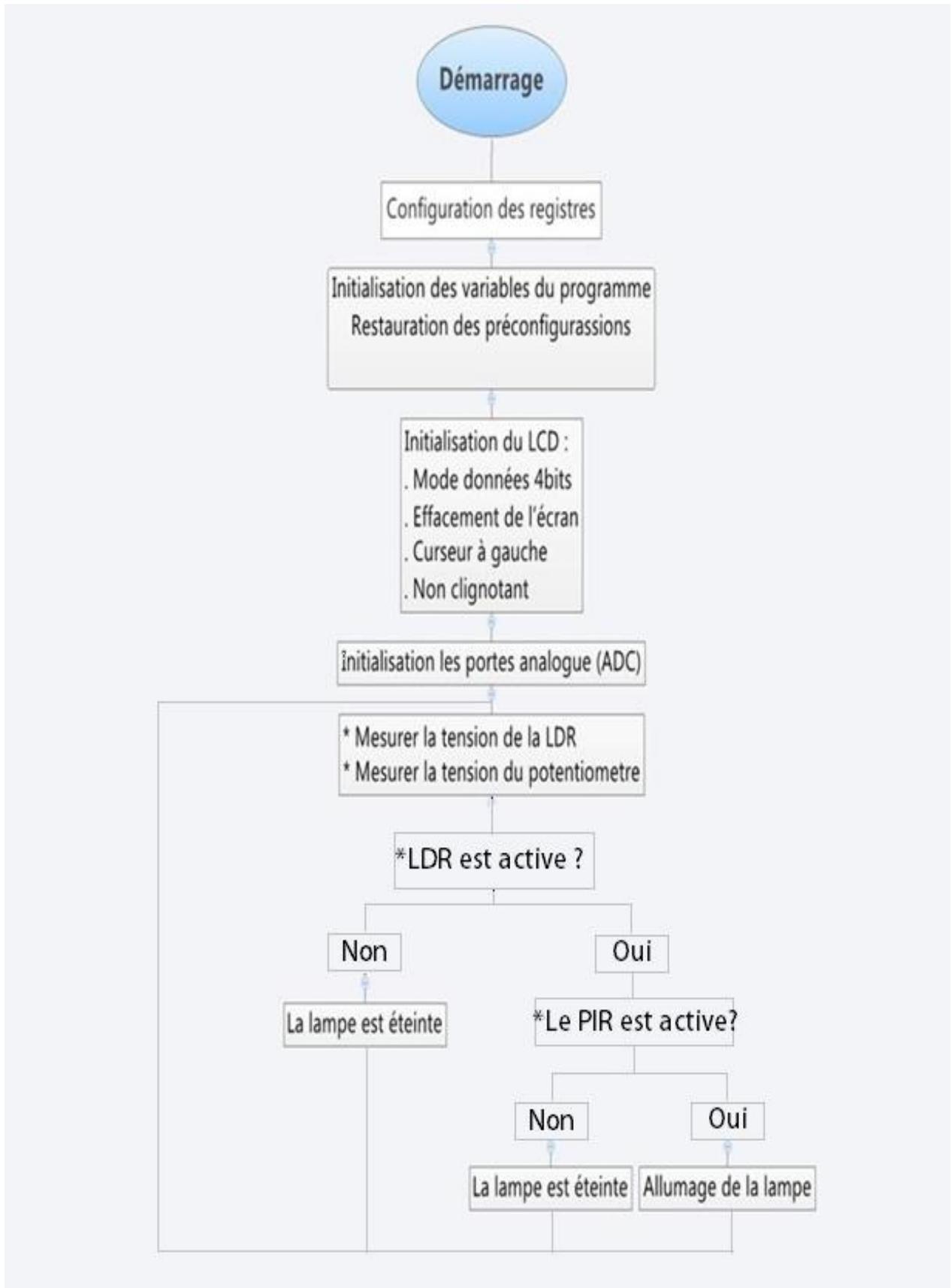


Figure III. 2 Organigramme

III.4 Résultats de tests.

III.4.a Test en simulation et réalisation

III.4.a.1 Eclairage public

Avant d'effectuer le test final nous avons reproduit le circuit dans le logiciel de simulation PROTEUS les **Figure III.4** et **Figure III.5**, exposées ci-dessous, illustrent les résultats obtenus

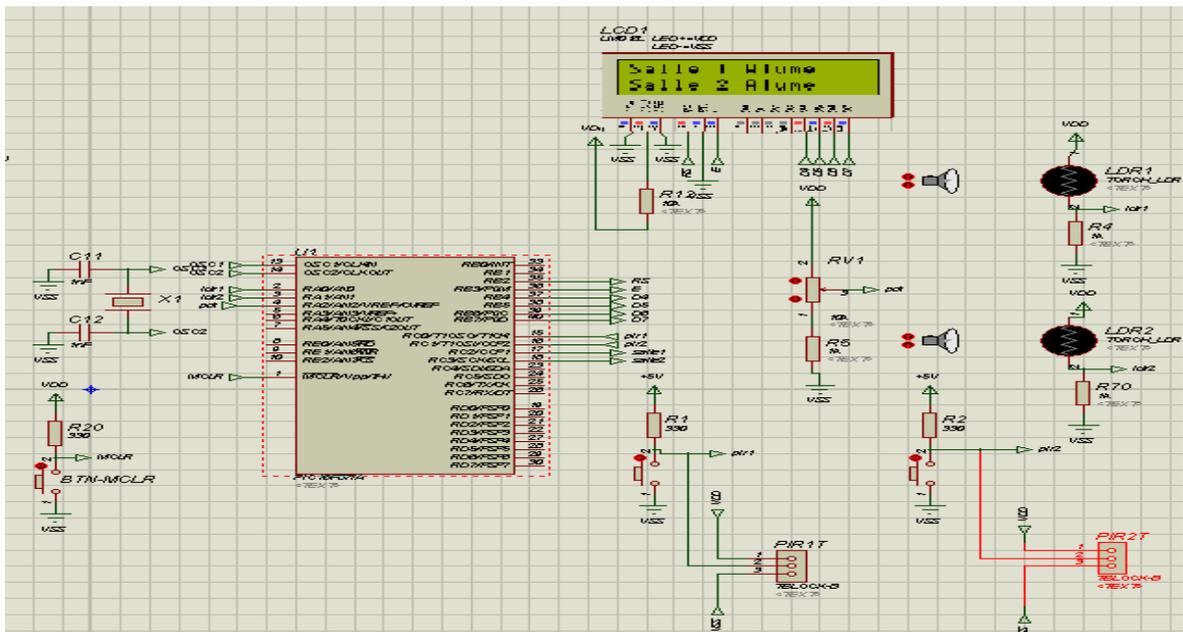


Figure III. 3 schéma de simulation d'éclairage public-éteindre



Figure III. 4.1 Le circuit d'éclairage public-éteindre

Dans cette figure, on voit bien que la sensibilité de LDR est éclairée à 28 lumen inférieur à la lumière courante. Donc sa résistance ohmique chute et la tension à ses bornes diminue en conséquence suffisamment pour passer en-dessous du seuil.

Le potentiomètre RV1 fourni une tension dont la valeur est ajustable et permet d'ajuster la sensibilité, c'est à dire de modifier le seuil de luminosité à partir duquel le montage entre en action.

La résistance de la LDR dépend du taux d'éclairement qui permet de changer la tension vers le PIC d'une part et d'autre part la valeur de la tension du potentiomètre est déterminée par la position du curseur de RV1. Ces deux tensions sont converties numériquement par le port A du PIC 16F877a. Si la tension de LDR est supérieur à la tension de RV1 : la sortie du port D4 du PIC passe à 0V, la base de transistor Q1 se bloque, la lampe est éteinte.

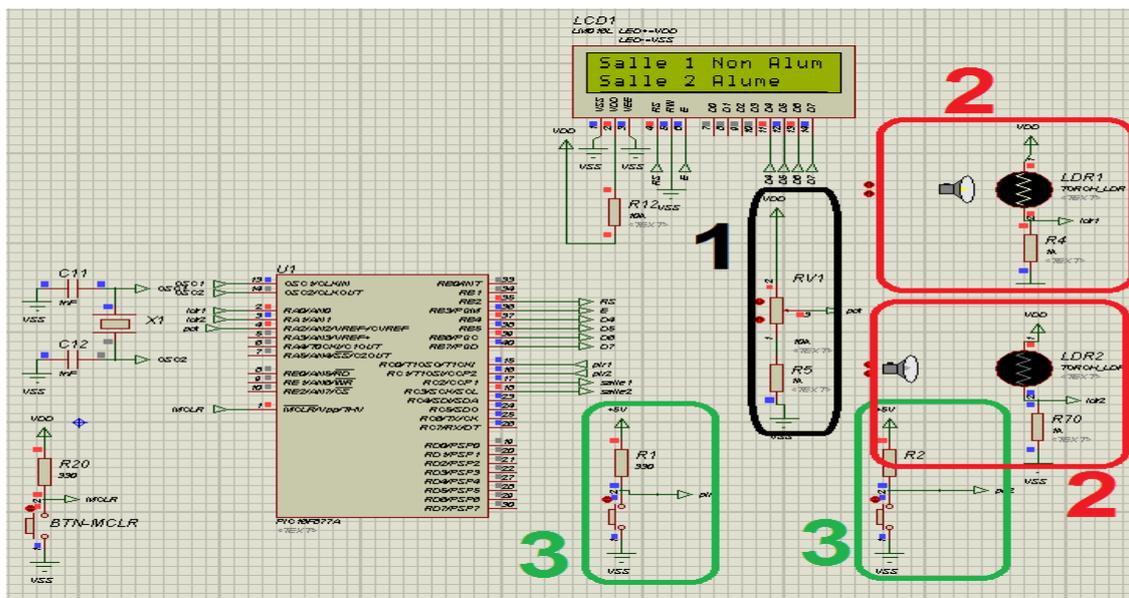


Figure III. 4 Schéma de simulation d'éclairage public allumé

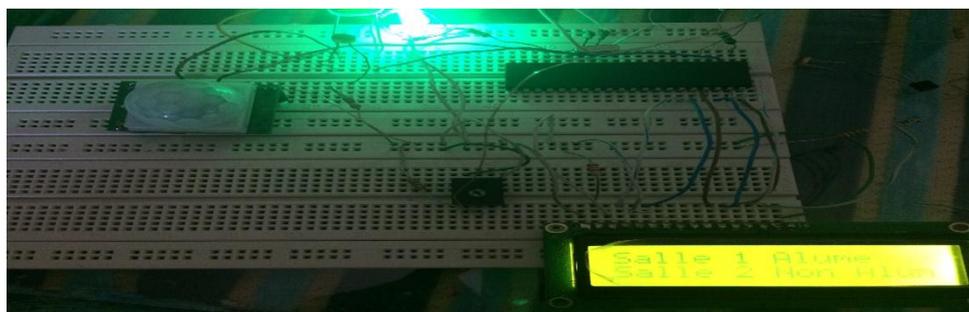


Figure III. 5.1 Le circuit d'éclairage public allumé

Dans le cas de l'obscurité, donc la résistivité de la LDR est très grande (Voir **Figure III.5 (2)**), si la tension de LDR est inférieure à la tension de potentiomètre (Voir **Figure III.5 (1)**) et si le capteur PIR est encore activé (Voir **Figure III.5 (3)**) alors le PIC va détecter si il y'a un mouvement à partir du détecteur de mouvement re200b (Voir **Figure III.5 (4)**) qui est branché sur le pin B0 ($V_{B0} = 5V$), le PIC émis une tension positive 5V à la base de transistor qui sera saturé alors ce dernier provoque l'allumage de la lampe (Voir **Figure III.5 (5)**).

III.4.b Schématisation sous ARES

Après simulation du programme sous ISIS, on a vérifié le bon fonctionnement de l'affichage et de la commande de l'éclairage

À ce moment, le passage vers la réalisation pratique est permis, Pour cela, une schématisation sous ARES et nécessaire afin de développer le typon (**Figure III.6**) et (**Figure III.7**).

À noter que pour des raisons d'esthétisme, d'optimisation et de compacité, il s'est avéré judicieux de développer le package de certains composants. Pour être plus précis, le jack d'alimentation, le connecteur LCD.

Après un long travail, le transfert du schéma de simulation en schéma de réalisation nous a donné le typon suivant :

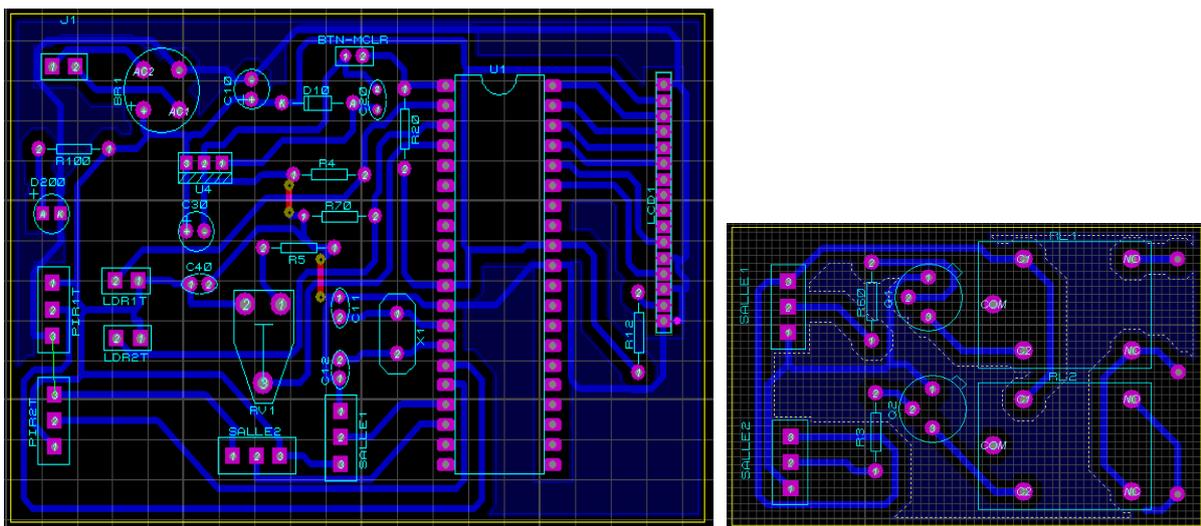


Figure III. 6 Schéma de réalisation sous ARES

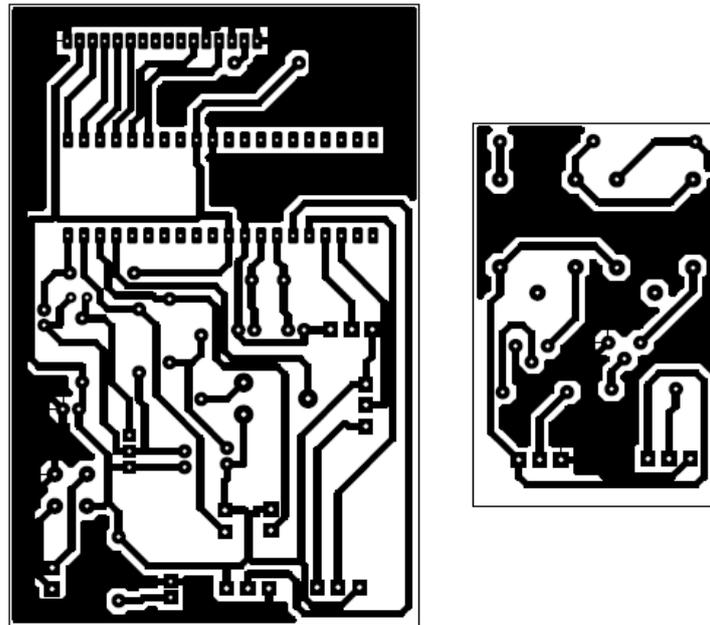


Figure III. 7 Typon de la carte

III.5 REALISATION PRATIQUE DE LA CARTE

Dans cette partie, démontrera la démarche à suivre vis-à-vis de la réalisation pratique de la carte, en quelque sorte le guide porteur des démarches et procédures à suivre du début à la fin pour aboutir à un résultat en bonne et due forme.

III.5 .a Matériel

- Une imprimante laser
- Un fer à repasser
- un papier photo
- Une plaque de cuivre
- Des récipients en plastique
- Un Boulinox (éponge grattoir en fils d'inox)
- Le typon du circuit que l'on veut réaliser
- Une feuille d'aluminium

Insérez une feuille de papier glacé dans l'imprimante et imprimez le typon en HAUTE RÉOLUTION avec le maximum de toner possible.



Figure III. 8 Une imprimante laser

Une fois imprimé sur la bonne face (et dans le bon sens), découpez le typon et réservez-le

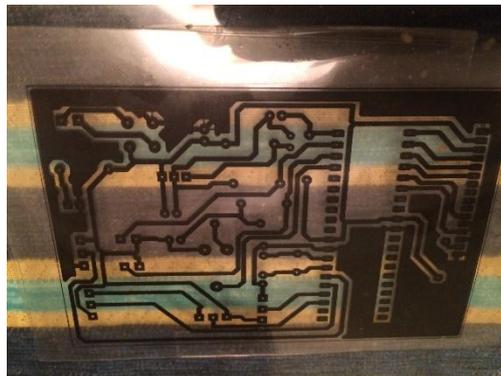


Figure III. 9 Schéma de circuit imprimé sur un papier photo

III.5 .b Préparation de la plaque de cuivre

Découpez vos plaques de la taille du typon. Ici j'utilise des plaques pré-sensibilisées, il faudra donc que j'enlève la couche pré-sensibilisée avec le développeur

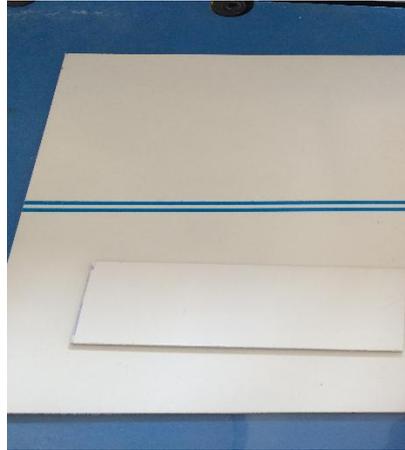


Figure III. 10 Plaque epoxy

À l'aide d'une boule gratton en inox , frottez énergiquement la surface pré-sensibilisée .



Figure III. 11 nettoyage de la surface présensibilisée [8]

III.5 .c Le transfert du typon

Positionnez le typon sur la plaque de cuivre. Cette dernière est couverte avec une feuille d'aluminium, et faites chauffer votre fer à repasser puissance MAX



Figure III. 12 La plaque et le schéma imprimé dans l'appareille ultraviolet

Ici tout dépend du propriétaire du fer à repasser, perso, ne possédant pas de fer à mon nom, j'ai recouvert d'une feuille de papier la plaque.

Appliquez F en effectuant une grande pression et en laissant chauffer plus que de raison

Retirez doucement le papier photo

III.5 .d La gravure

Maintenant il va falloir enlever le cuivre qui se trouve autour des pistes.
Pour cela il vous faut pour une plaque :

- l'acide chimiquement le « perchlorure de fer »,
- Un récipient

Remarque : On peut enlever le cuivre qui se trouve autour des pistes avec Une tasse de vinaigre + Une tasse d'eau oxygénée + 10 pincées de sel [8].

Plongez la plaque dans le « perchlorure de fer », son rôle est de décaper la couche de cuivre qui a été révélée par la base, laissant ainsi les pistes, ceux qu'on cherche à avoir.



Figure III. 13Un récipient [8]



Figure III. 14 la plaque dans le « photoresist stripper »

Là ce doit être bon ! Au bout de 20 – 30 minutes vous devriez avoir vos plaques prêtes. Si n'est pas le cas, refaites un mélange

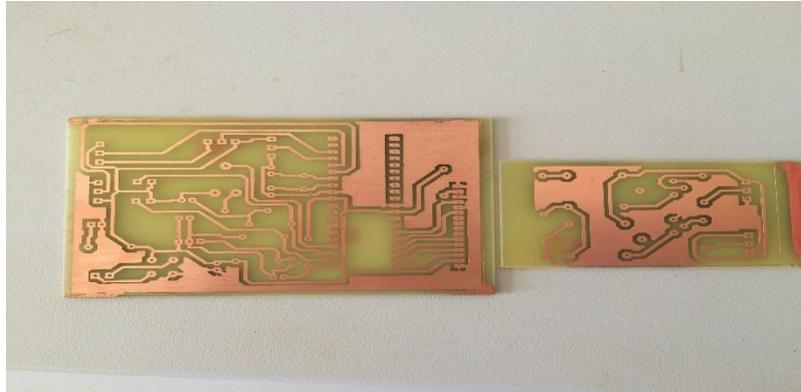


Figure III. 15 Le circuit imprimé

Nettoyez le circuit avec une éponge mouillée, et voilà, il n'y a plus qu'à percer et souder

III.5 .e La partie perçage et soudure

L'ordre des trous de perçage et de 0,8 mm pour la majorité des composants, 1 mm pour le LCD et pour le jack d'alimentation.

Pour ce qu'il y est de la soudure, les pattes de la partie inférieure doivent être soudées entièrement, quand à la partie supérieure, seulement celles parcourues par des pistes sont censées d'être soudées de telle sorte, à pouvoir fermer les différents circuits (**Figure III.9**).



Figure III. 16 Schéma de la carte finale

III.6 CONCLUSION

Ce chapitre illustre l'ensemble des résultats réalisés par la simulation, ainsi qu'une analyse globale des cellules développées.

Les travaux accomplis vérifient le principe de fonctionnement des blocs fonctionnels de chaque circuit, ainsi que le circuit entier.

La réalisation pratique des montages était pour nous une expérience très enrichissante du fait que nous avons vécu un cas réel de conception et fabrication. Les expériences que nous avons menées durant ce chapitre nous ont montré que les résultats obtenus montrent une similitude entre les résultats pratiques et les résultats de la simulation

Réalisation sous PROTEUS-ARES, afin de fabriquer le typon qui nous permettra de réaliser notre carte d'éclairage publique.

Conclusion générale

Notre travail a été consacré pour l'étude et la réalisation d'un interrupteur crépusculaire à base d'un microcontrôleur pour commander l'éclairage public

Le montage réalisé permet l'allumage d'une ou plusieurs lampes, dès que la luminosité ambiante tombe en dessous du seuil ajustable, et avec la condition d'avoir un mouvement au-dessous du capteur.

Une étude théorique des différents composants ainsi que des différents blocs de cet appareil nous a servi de complément dans notre cursus

La structure relativement simple de cet appareil offre de nombreux avantages à savoir de l'économisassions de l'énergie, la simplicité de raccordement et de réglage, ainsi que le coût de réalisation que est relativement faible.

Les essais effectués sur l'interrupteur réalisé, de point de vue précision et efficacité sont très acceptables.

Bibliographies

- [1] G. Cramer, W. Kleinkauf und M. Ibrahim, 'PV-System-Technik, Entwicklungsstand und Trend in der dezentralen Elektrifizierung', Institut für Solare Energieversorgungstechnik, 'ISET' e.V. Universität Kassel, Germany.
- [2] D. Neste and J. Ringelstein, 'Integration of DER into Distribution Grid Operation and Decentralized Energy Management', Smart Grids Europe, Barcelona, Spain, 2009.
- [3] D. Nestle and J. Ringelstein, 'Bidirectional Energy Management Interfaces in Distribution Grid Operation, Strategy and Simulation', International Conference on Integration of Renewable and Distributed Energy Resources, 10-12.12, Nizza, Frankreich, 2008.
- [4] G. Hering, 'Das Jahr des Tigers', Photon das Solarstrom-Magazin, Vol. 4, 2011.
- [5] Document du Ministère de l'Energie et des Mines, 'Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique', Alger, Algérie, 2011.
- [6] M. Saïdi et C. Hamouda, 'Réalisation et Tests d'une Chaîne de Mesures Appliquée à un Système Photovoltaïque avec Injection dans le Réseau', Projet de Fin d'Etude, Ingéniorat en Electronique, Université de Batna, 2007/2008.
- [7] Manuel du 'LMG 310' de la Société Zes Ziemmer.
- [8] Manuel du 'NEG 1600', U.F.E., Berlin, 1997.
- [9] H. Häberlin, 'Rendement des Onduleurs Photovoltaïques', www.pvtest.ch
- [10] H. Häberlin, C. Liebi and C. Beutler, 'Inverter for Grid Connected PV Systems: Test Results of Some New Inverters and Latest Reliability Data of the Most th Popular Inverters in Switzerland', 14 European Photovoltaic Solar Energy Conference Barcelona, Catalunya Spain, 30 June - 4 July 1997.
- [11] Document sur 'Smart Houses Interacting with Smart Grids to Achieve Next-generation energy efficiency and sustainability', Unit G5 for Environment, European Commission, 2009.

Résumé

Dans le cadre de développement de nouveaux travaux pratiques pour la formation et afin de mieux appliquer les notions requises durant la formation dans le domaine industriel.

Le présent projet de fin d'étude a pour objet de réalisation d'une carte de commande d'éclairage public. Au terme de ce travail et au regard des résultats obtenus ; le dispositif de commande de l'éclairage public est fonctionnelle. On peut en tirer une satisfaction, puisque l'objectif fixé a été atteint. Même si sa finalité peut paraître simple à réaliser, sa mise en œuvre nous a demandé beaucoup d'attention et de soins. De plus, son circuit utilise des composants que nous avons manipulés pour la première fois comme le microcontrôleur, l'afficheur LCD et les différents capteurs. Comme nous avons eu l'opportunité d'utiliser pour la première fois les logiciels de simulations PROTEUS, de conception de circuits imprimés ARES et la procédure de fabrication d'un circuit imprimé, chose que nous ignorions durant notre cursus. Le projet consiste à trouver une solution efficace permettant l'automatisation de la commande d'éclairage public pour éviter tous gaspillag

Abstract:

As part of the development of new work practices for training and to better apply the concepts required during training in industry. This final project study is aimed at conducting a public lighting control board. After this work and the results obtained; The public lighting control device is functional. One can draw satisfaction, since the objective was achieved. Although its purpose may seem simple to perform, its implementation required a lot of attention and care.

In addition, its circuit uses components that we have manipulated for the first time as the microcontroller, LCD display and the various sensors. As we had the opportunity to use for the first time PROTEUS software simulations, design of printed circuits and ARES the manufacturing process of a printed circuit, something we did not know during our curriculum.

The project is to find an effective solution for the automation of public lighting control to avoid all gaspillag