

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
المركز الجامعي بلحاج بوشعيب لعين تموشنت  
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent  
Institut de Technologie  
Département de Génie Electrique



Projet de fin d'études  
Pour l'obtention du diplôme de Master en :  
Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE  
Filière : ELECTROTECHNIQUE  
Spécialité : RESEAUX ELECTRIQUES  
Thème

**Étude et conception d'un circuit pour commander un  
moteur d'essuie-glace par un microcontrôleur 8051**

**Présenté Par :**

- 1) Melle BOUKLIKHA Asmaa
- 2) Melle SAIDANE Fatima Zohra

**Devant le jury composé de :**

Mr. AYACHE Zouaouïm A A C.U.B.B (Ain Temouchent)Président  
Dr. BENCHERIF Kaddour M CB C.U.B.B (Ain Temouchent) EncadrantPr.  
YOUNES MohammedProfesseur C.U.B.B (Ain Temouchent) Examineur

*Année universitaire 2017/2018*



## ***Remerciements***

*Tout d'abord je m'incline humblement et avec le plus grand respect devant DIEU le tout puissant qui nous a donné la volonté et la force d'aller au but désiré.*

*Nous remercions notre encadreur, Dr BENCHRIF Kaddour pour nous avoir fait honneur de nous encadrer et de nous avoir apporté des conseils éclairés qui nous ont été utiles durant toute la réalisation de notre travail.*

*Nous tenons également à remercier le président de jury Mr AYACHE Zouaoui et l'examineur Pr YOUNES Mohammed qui nous ont fait l'honneur de juger ce modeste travail.*

*Exprimons nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin par leurs expériences et leurs savoirs pour enrichir nos connaissances lors de nos études supérieures.*

**« MERCI »**





## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mon seul frère que j'aime « Abdelmalek » que dieu le protège, sans oublié mon grand-père, et ma petite cousine « Ines».*

*A toute ma famille, et mes amis,*

*A mon binôme « Fatima Zohra » et toute la famille « SAIDANE ».*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

**BOUKLIKHA Asmaa**





## *Dédicaces*

*Avec un grand cœur je dédie ce modeste travail :*

*A mon très cher père qui m'a poussée à travailler et à réussir, j'avoue que si je suis devenue quelque chose actuellement c'est grâce à ses efforts et ses conseils, que dieu le protège pour moi.*

*A ma belle-mère, à mes Frères « Houssemeddin » et « Amine »*

*A mes très chères sœurs « Djihane » et « Meriem »*

*A Ma grande mère que j'aime beaucoup*

*A mes professeurs de théâtre qui vont toujours me voir réussir Mr « MOULEFERAAissa », Mr « ZEMOURI Samir » et Mr « HAMOU Mohamed »*

*A toute ma famille, et mes amis,*

*A ma chère binôme « BOUKLIKHA Asmaa ».*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.*

**SAIDANE Fatima Zohra**



# *Sommaire*

## *Sommaire*

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : les moteurs courant continu et essuie-glace</b>	
I.1.Introduction :.....	02
I.2.Les moteurs courant continu.....	02
I.2.1.Définition.....	02
I.2.2.Constitution du moteur courant continu.....	02
I.2.3.Les différents types du moteur à courant continu.....	03
- à excitation série.....	03
- à excitation shunt.....	04
- à excitation composé.....	04
- Moteur à aimant permanent.....	05
I.2.4.Principe de fonctionnement.....	05
I.2.5.Les avantages et les inconvénients.....	06
-Avantages.....	06
-Inconvénients.....	07
I.2.6.Caractéristiques du moteur courant continu.....	07
I.3.Commande des moteurs à courant continu.....	08
I.3.1.Variation de vitesse par potentiomètre.....	09
I.3.2.Commande à tension constante.....	09
I.3.3.Commande à courant constant.....	10
I.3.4.Période du PWM-temps d'enclenchement et de déclenchement.....	10

I.3.5.Avantage.....	11
I.4.Essuie-glace.....	11
I.4.1.Définition.....	11
I.4.2.Principe de fonctionnement.....	11
I.4.3.Le rôle du moteur d'essuie-glace.....	12
I.4.4.Le rôle du balai d'essuie-glace.....	13
I.4.5.Défaillance du moteur d'essuie-glace.....	13
I.4.6.Symptômes de défaillance du moteur d'essuie-glace.....	13
I.4.7.Causes de défaillance du moteur d'essuie-glace.....	14
I.5.Conclusion.....	14
 <b><i>Chapitre II : Etude du microcontrôleur 8051</i></b>	
II.1.Introduction.....	15
II.2.Généralités.....	15
II.2.1.Définition du microcontrôleur.....	15
II.2.2.rôle d'un système à microcontrôleur.....	16
II.2.3.choix d'un microcontrôleur.....	16
II.2.4.les différentes famille du microcontrôleur .....	17
▪ La famille PIC16XXX.....	17
▪ La famille 68HC11.....	17
▪ La famille 68HC05.....	17
▪ La famille 6805.....	17
▪ La famille MCS48.....	18
▪ La famille MCS51.....	18
II.2.5.Architecture générale d'un microcontrôleur.....	18

▪ Structure générale d'un système programmable.....	18
▪ Organisation interne d'un microcontrôleur.....	19
II.3.Les microcontrôleurs de la famille 8051.....	21
II.3.1.Caractéristiques principales du 8051.....	22
II.3.2.Le noyau 8051.....	23
II.3.3.Architecture fonctionnelle du noyau 8051.....	24
II.3.4.L'unité centrale de traitement (U.C.T).....	24
a. Traitement des données .....	24
b. Gestion des adresses.....	25
c. Traitement des instructions.....	26
II.3.5.Organisation de la RAM interne.....	27
a. Porte d'entrée/sortie (E/S).....	27
b. Les compteurs/temporisateurs (timer0 et 1).....	27
c. Communication série.....	28
d. Les interruptions.....	28
- Gestion des interruptions.....	28
e. Circuit d'horloge.....	29
- Définition d'un cycle machine.....	29
II.4.Présentation du matériel.....	29
II.4.1.Notion de la fonction secondaire.....	30
II.4.2.Description des broches.....	30
II.5.Conclusion.....	32
 <b>Chapitre III : Conception du circuit électronique</b>	
III.1.Introduction.....	33
III.2.L'étude du circuit.....	33
III.2.1.Liste du matériel du circuit.....	33



III.2.2.Le microcontrôleur 8051.....	33
III.2.3.Réseau de transistor Darlington (ULN2003A).....	34
III.2.4.Condensateur générique électrolytique.....	35
III.2.5.Capacité céramique 33P.....	36
III.2.6.Crystal de quartz.....	36
III.2.7.Moteur CC.....	37
III.2.8.Resistance 1.0K.....	37
III.3.La description générale du circuit.....	38
III.3.1.Proteus.....	38
- les avantages.....	38
III.3.2.ISIS.....	38
III.3.3.ARES.....	39
III.3.4.Principe de fonctionnement du circuit de commande du moteur.....	39
III.3.5.Résultats et discussions.....	42
III.4.Mikro PRO 8051.....	43
III.4.1.Le programme en C.....	43
III.4.2.La simulation.....	44
III.5.Conclusion.....	44
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>46</b>
<b>Webographie.....</b>	<b>47</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>52</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>53</b>

## *Liste de figures*

<b>Figure I.1</b> : Moteur à courant continu.....	2
<b>Figure I.2</b> :Schématisation d'un moteur à courant continu.....	3
<b>Figure I.3</b> :Excitation série.....	4
<b>Figure I.4</b> :Excitation shunt.....	4
<b>Figure I.5</b> : Excitation composé.....	5
<b>Figure I.6</b> :Flux d'excitation de direction nord-sud.....	6
<b>Figure I.7</b> :Principe d'un moteur à courant continu.....	7
<b>Figure I.8</b> :Variation de vitesse par potentiomètre.....	8
<b>Figure I.9</b> : Commande à tension constante.....	9
<b>Figure I.10</b> : Modulation en largeur d'impulsion.....	9
<b>Figure I.11</b> : Temps d'enclenchement et de déclenchement.....	10
<b>Figure I.12</b> : Essuie-glace d'une voiture.....	11
<b>Figure I.13</b> : Fonctionnement d'un moteur d'essuie-glace.....	12
<b>Figure I.14</b> : Moteur d'essuie-glace.....	13
<b>FigureII.1</b> : Un microcontrôleur 8051.....	16
<b>FigureII.2</b> : Structure d'un système programmable.....	19
<b>FigureII.3</b> : Organisation interne d'un microcontrôleur.....	20
<b>FigureII.4</b> : Schéma bloc du noyau 8051.....	24
<b>FigureII.5</b> : Brochage de 8051 .....	29

<b>Figure III.1</b> : Un microcontrôleur 8051.....	33
<b>Figure III.2</b> : Réseau de transistor Darlington (ULN2003A).....	34
<b>Figure III.3</b> : Condensateur électrolytique.....	35
<b>Figure III.4</b> : Capacité céramique.....	36
<b>Figure III.5</b> : Crystal de quartz .....	36
<b>Figure III.6</b> : Moteur CC.....	37
<b>Figure III.7</b> : Resistances électriques.....	37
<b>Figure III.8</b> : Le circuit réalisé sous Proteus ISIS.....	39
<b>Figure III.9</b> : Circuit électronique sous ISIS.....	40
<b>Figure III.10</b> : Visualisation 3D du circuit sous ARES.....	41
<b>Figure III.11</b> : Circuit imprimé sous ARES.....	41
<b>Figure III.12</b> : MLI pour la commande de la grande vitesse du moteur CC.....	42
<b>Figure III.13</b> : MLI pour la commande de la petite du moteur CC.....	42

### *Liste des tableaux*

<b>Tableau II.1</b> : Gamme de microcontrôleurs MCS-51 INTEL (1991).....	22
<b>Tableau II.2</b> : Présentation fonctionnelle du noyau 8051.....	23

# *Introduction générale*

### Introduction générale :

Le système d'essuyage dans un véhicule est un élément important de sécurité et de confort. Dans ce dispositif, l'élément central qui actionne le mécanisme des balais d'essuie-glace est le moteur électrique. Le premier dispositif d'essuie-glace manuel était au début du XXème siècle (1900) ; en 1951 était l'apparition du moteur électrique pour actionner le système d'essuie-glace. Par contre l'adaptation d'un système de fonctionnement par intermittence était 1963 ; De nos jours l'électronique a permis d'adopter l'essuyage automatique et d'autres innovations comme l'inversion de rotation du moteur.

Les microcontrôleurs sont devenus aujourd'hui des composants électroniques très utilisés dans les contrôleurs des moteurs automobiles, les télécommandes, les appareils de bureau, l'électroménager, les jouets, la téléphonie mobile, etc.

Notre projet a pour objectif d'étude et conception d'un circuit électronique pour commander un moteur à courant continu d'un essuie-glace d'une automobile par un microcontrôleur 8051. Ce qui nous a obligés à diviser notre mémoire en trois chapitres. Le premier chapitre on va présenter des généralités sur Les moteurs à courant continu et essuie-glace ; Le deuxième chapitre va se focaliser sur le microcontrôleur 8051 en étudiant ces caractéristiques.

Dans le troisième chapitre on abordera l'étude des différentes parties de ce circuit électronique puis sa conception sous environnement Proteus ISIS. Après on passera au circuit imprimé et la visualisation 3D sous ARES. Cette partie sera achevée par une discussion de nos résultats.

Enfin ; nous achèverons notre étude par une conclusion générale et les prochaines perspectives à faire au futur.

# *Chapitre I*

## *Les moteurs à courant continu et Essuie-glace*

## I.1.Introduction :

Les moteurs à courant continu sont déterminés par une grande variété de caractéristiques de fonctionnement qui les rend pratiquement aptes à tous les emplois. Ils sont utilisés en priorité lorsque l'énergie provient de piles ou d'accumulateurs (automobiles, jouets, baladeurs,...)

Un essuie-glace est un dispositif mécanique essuyant la pluie et les projections sur un pare-brise. Presque tous les véhicules à moteur, parmi lesquels les automobiles, les trains, certains avions et bateaux, sont équipés d'essuie-glace. [1]

## I.2.Les moteurs à courant continu :

### I.2.1.Définition :

Le moteur à courant continu comme la figure ci-dessous indique est le premier dispositif pratique utilisé pour réaliser la conversion d'une énergie électrique fournie par le réseau ; en une énergie mécanique de rotation qui est l'énergie utile. [2]



Figure I.1 : Moteur à courant continu [1]

### I.2.2.Constitution du moteur à courant continu :

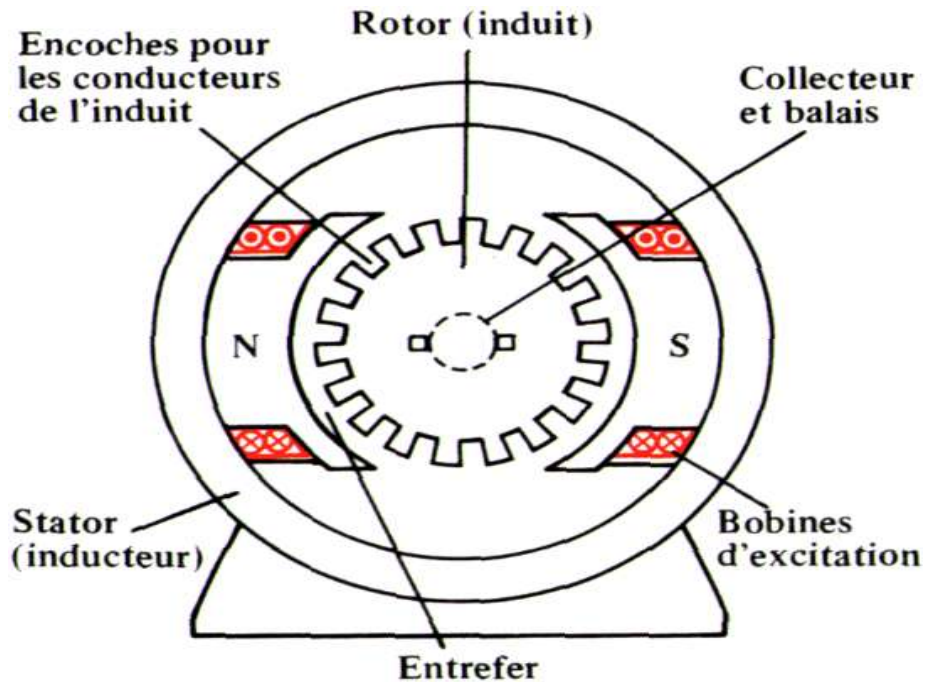
Le moteur à courant continu est composé des éléments suivants :

- Un inducteur (appelé aussi stator) est composé soit d'aimant permanent, soit d'enroulements bobinés autour d'un élément immobile du stator. Il crée le champ magnétique dit statorique.
- Un induit (appelé aussi rotor) est composé de tôles isolées entre elle et munie d'encoches dans lesquelles sont réparties les conducteurs. Parcours par un courant, ceux-ci créent le champ magnétique dit rotorique.

-Un collecteur est un ensemble de lames de cuivre où sont reliées les extrémités du bobinage de l'induit.

-les balais sont situés au stator et frottent sur le collecteur de rotation. [3]

La constitution de base d'un moteur à courant continu est indiquée à la **Figure I.2** .



**Figure I.2** : schématisation d'un moteur à courant continu [2]

### I.2.3. Les différents types du moteur à courant continu :

Un moteur peut être décomposé comme ci-dessous :

- **À excitation série** : Le bobinage du stator est connecté en série au bobinage du rotor. Le contrôle de la vitesse est effectué en variant la tension d'alimentation. Cependant, ce type de moteur offre un contrôle médiocre de la vitesse et lorsque le couple vers le moteur augmente, sa vitesse chute. Ces moteurs sont utilisés dans les applications exigeant un couple de démarrage élevé comme les automobiles, les palans, ascenseurs et grues (voir **Figure I.3**).



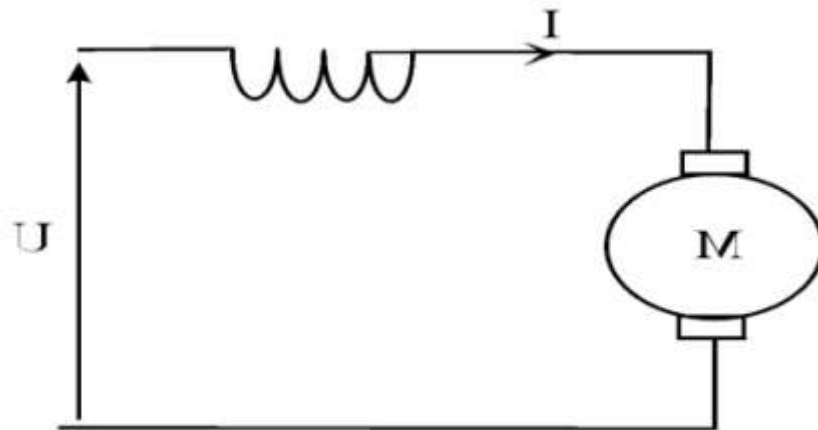


Figure I.3 : excitation série [3]

- **À excitation shunt** : Ce type de moteur possède une tension d'alimentation et le bobinage du stator est connecté en parallèle au bobinage du rotor et peut fournir un couple plus élevé, sans réduction de vitesse lors d'une augmentation du courant de moteur. Son couple de démarrage est moyen avec une vitesse constante, il convient donc aux applications telles que les tours, aspirateurs, convoyeurs et meuleuses (voire Figure I.4).

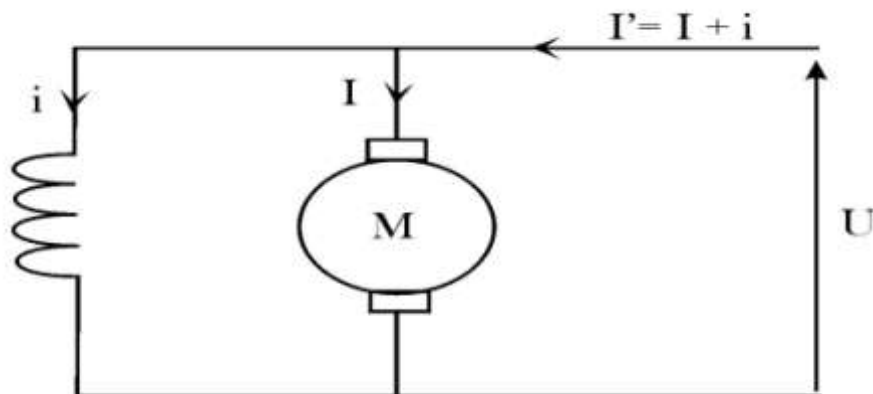


Figure I.4 : excitation shunt [4]

- **À excitation composée**
- Ce type de moteur combine la structure à excitation série et celle du bobinage "shunt". Ainsi la polarité du bobinage shunt s'ajoute aux champs en série. Ce type de moteur possède un couple de démarrage élevé et offre une large variation de vitesse. Il est utilisé pour piloter des compresseurs, pompes centrifuges à tête variable, machines de cisaillement, ascenseurs et carrousels à bagages ... etc.(Voire Figure I.5).

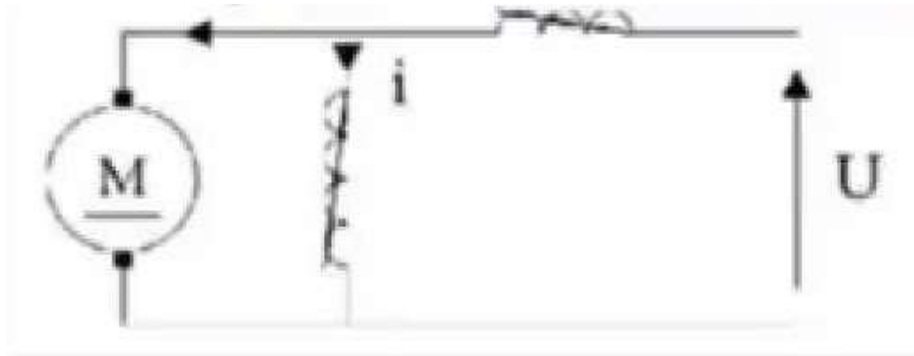


Figure I.5 : excitation composée [5]

**Moteur à aimant permanent** : Plutôt qu'un électroaimant, comme son nom l'indique, un aimant permanent est utilisé dans des applications où une commande précise et un couple faible sont nécessaires, telles que dans la robotique et les serve-systèmes. [4]

#### I.2.4.Principe de fonctionnement :

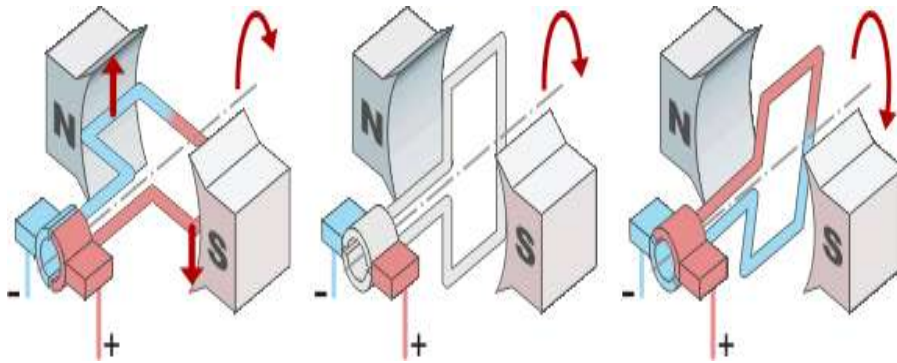
Le moteur à courant continu se compose :

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

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

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

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



**Figure I.6** : flux d'excitation de direction nord-sud [6]

Si le système balais-collecteurs n'était pas présent (simple spire alimentée en courant continu), la spire s'arrêterait de tourner en position verticale sur un axe appelé communément "ligne neutre". Le système balais-collecteurs a pour rôle de faire commuter le sens du courant dans les deux conducteurs au passage de la ligne neutre. Le courant étant inversé, les forces motrices sur les conducteurs le sont aussi permettant ainsi de poursuivre la rotation de la spire.[5]

### **I.2.5. Les avantages et les inconvénients :**

#### **- Avantages :**

L'avantage principal des moteurs à courant continu réside dans leur adaptation simple aux moyens permettant de régler ou de faire varier leur vitesse, leur couple et leur sens de rotation. Ils ne nécessitent pas d'électronique pour les piloter, et peuvent être branchés directement sur une alimentation, des batteries, un variateur de vitesse, ou une carte de positionnement associée à un signal de recopie.

- possibilité d'entraîner de très fortes inerties
- forte constante de temps mécanique
- forte capacité à entraîner des surcharges élevées imprévisibles ralentissant le moteur

**-Inconvénients :**

La commutation du moteur à balais nécessite la mise en œuvre d'un ensemble de pièces mécaniques pour faire la liaison par frottement entre les charbons et le collecteur. Il en découle que :

- plus la vitesse de rotation est élevée, plus la pression des balais doit augmenter pour rester en contact avec le collecteur donc plus le frottement est important ;
- aux vitesses élevées les balais doivent donc être remplacés très régulièrement ;
- le collecteur imposant des ruptures de contact provoque des arcs, qui usent rapidement le commutateur et génèrent des parasites dans le circuit d'alimentation, ainsi que par rayonnement électromagnétique (réduit dans le cas des moteurs maxon par le système CLL (long life capacitor).
- La température est limitée au niveau du collecteur par l'alliage utilisé pour braser les conducteurs du rotor aux lames du collecteur. Un alliage à base d'argent doit être utilisé lorsque la température de fonctionnement dépasse la température de fusion de l'alliage classique à base d'étain. [6]

**I.2.6.Caractéristiques du moteur à courant continu :**

La qualité du moteur (régularité de l'entraînement, couple, vitesse..) est donc directement liée à son constitution :

-Nombre de pôles,

-Nombre de faisceaux (est donc de lame de collecteur),

-Nombre de spires dans un faisceau,

-Choix des matériaux constituant l'ensemble.

-La vitesse de rotation du moteur est directement liée à la tension d'alimentation.

-Le sens de la rotation dépend de la polarité de la rotation du bobinage de l'induit (du rotor) ou du stator lorsque que celui-ci est constitué d'électroaimants.[7]

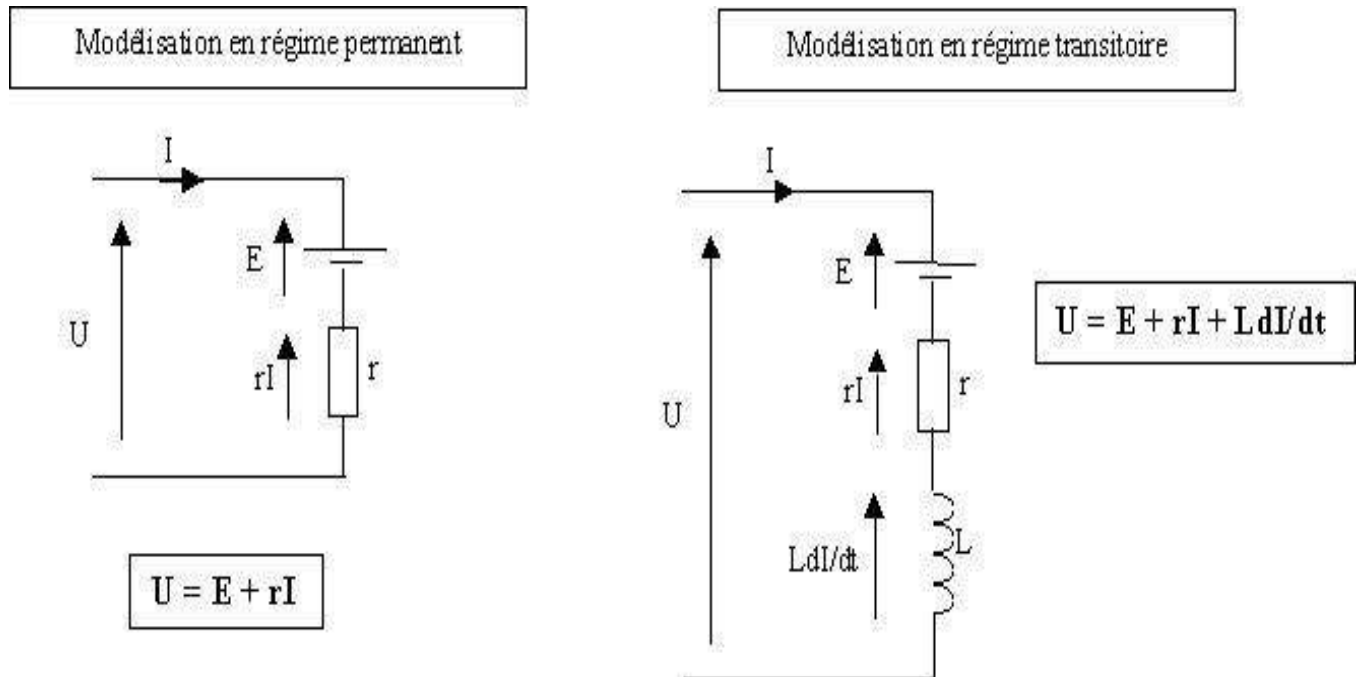
### I.3. Commande des moteurs à courant continu :

Un moteur alimenté par une tension  $U$  peut être modélisé par une résistance  $r$  en série avec une inductance  $L$  et une f.é.m.  $E$  [8].

$r$  : résistance de l'induit (Généralement quelques ohms)

$L$  : self de l'induit (quelques mH)

$E$  := Force électromotrice (f.é.m en Volts)



**Figure I.7** : Principe d'un moteur à courant continu à excitation constante [7]

En régime permanent le courant qui circule dans le moteur est constant donc la chute de tension aux bornes de l'inductance interne du moteur est nulle.  $LdI/dt = 0$  D'où l'équation :

$$U = E + rI \rightarrow E = U - rI$$

- La vitesse de rotation  $\omega$  en rd/s ne dépend que de la tension :

$$D'où \omega = \frac{E}{K} = \frac{U - rI}{K}$$

Avec  $K$  une constante qui ne dépend que des caractéristiques du moteur (weber/rad)

La charge n'intervient que par l'élément :  $r.I$

- Le couple électromagnétique  $C_p$  ne dépend que du courant :  $C_p = K.I$
- De ces deux équations on peut déduire :  $E.I = C_p . \omega \rightarrow \omega = E.I/C_p$
- Pour modifier la vitesse de rotation d'un moteur, nous avons deux possibilités :
- Soit agir sur la tension d'alimentation  $U \Rightarrow$  Commande en tension
- Soit agir sur la valeur du courant  $I \Rightarrow$  Commande du couple

### I.3.1. Variation de vitesse par potentiomètre :

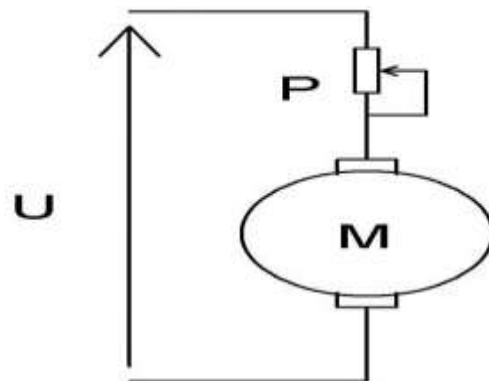


Figure I-8 : Variation de vitesse par potentiomètre [8]

Cette commande permet de diminuer le courant  $I$  du moteur. Elle agit donc essentiellement sur le couple  $C_p$ . La FEM  $E = U - (R+P).I$  diminue également ce qui se traduit par une variation de vitesse.

### I.3.2. Commande à tension constante :

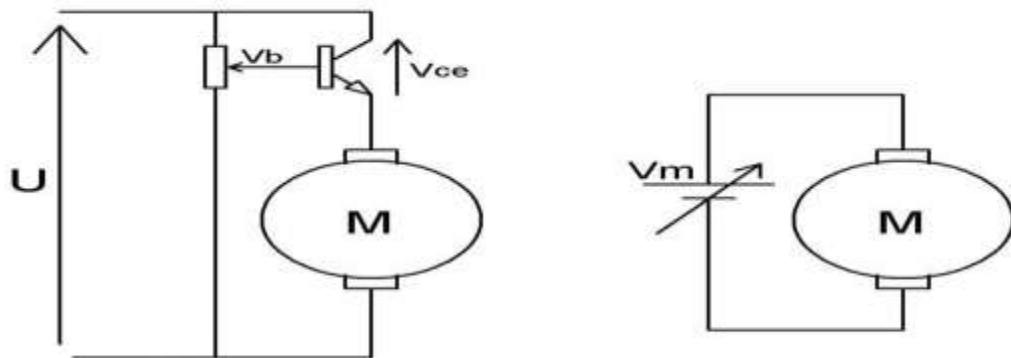


Figure I-9 : Commande à tension constante [9]

Dans ce cas, la tension moteur  $V_m = V_b - 0.6V$  ;(Si l'on néglige le courant de base  $I_b$ )

Cette technique peut être envisagée pour de petits moteurs. Mais si la tension  $V_m$  descend en dessous d'un certain seuil, (3V pour un moteur 12V) le moteur ne tourne plus. Il devient difficile de faire tourner le moteur à des vitesses lentes.

### I.3.3. Commande à courant constant :

La modulation de largeur d'impulsions (MLI); en anglais : Pulse With Modulation, soit (PWM), est une technique couramment utilisée pour synthétiser des signaux continus à l'aide de circuits à fonctionnement tout ou rien, ou plus généralement à états discrets.

Le principe général est qu'en appliquant une succession d'états discrets pendant des durées bien choisies, on peut obtenir en moyenne sur une certaine durée n'importe quelle valeur intermédiaire. Le but du PWM est de permettre d'avoir une tension continue variable à partir d'une source de tension continue fixe. [8]

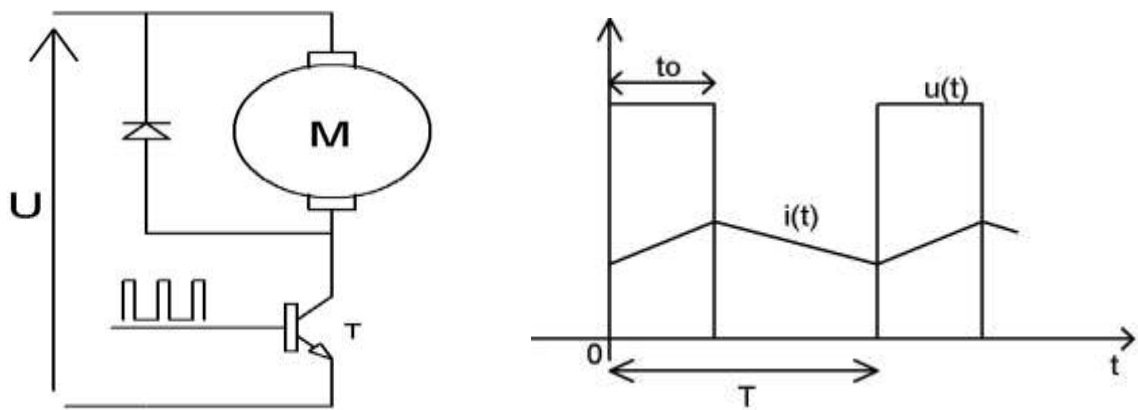


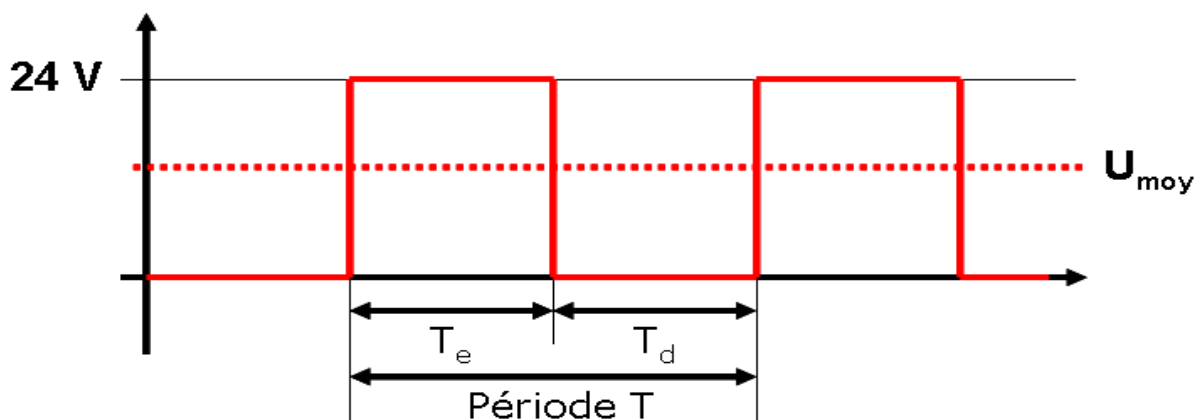
Figure I-10 : Modulation en Largeur d'Impulsions [10]

Le rapport cyclique est le ratio entre la durée du phénomène sur une période et la durée de cette même période. Ce rapport varie de 0 à 1, en pourcentage de 0 % à 100 %.

On parle souvent de rapport cyclique lorsqu'on a un signal rectangulaire (forme du signal en créneau).

$$\alpha = t_0 / T$$

### I.3.4. Période du PWM - Temps d'enclenchement et de déclenchement :



**Figure I-11** : Temps d'enclenchement et de déclenchement [11]

### **I.3.5. Avantages :**

Il y a deux avantages à piloter la vitesse d'un moteur en MLI :

- a) Le moteur peut être piloté par une sortie numérique d'un microcontrôleur
- b) Amélioration considérable du rendement énergétique :

### **I.4. Essuie-glace :**

#### **I.4.1. Définition :**

L'essuie-glace est une raclette reliée à un bras mobile permettant de nettoyer le pare-brise avant, ainsi que la vitre arrière sans sortir de véhicule.

Un dispositif d'essuie-glace est donc avant tout un dispositif de sécurité permettant de maintenir la visibilité du conducteur dans les conditions normales d'utilisation de véhicule.[9]



**Figure I.12** :Essuie-glace d'une voiture

#### **I.4.2. Principe de fonctionnement :**

Voyons succinctement la constitution et le fonctionnement d'un moteur d'essuie-glace.

On distingue deux parties :

- Le moteur électrique : il est composé d'un induit (partie tournante), d'inducteurs à aimant permanent fixés sur la carcasse, et de trois balais sur le collecteur d'induit.



- Le mécanisme de transmission de la rotation moteur : il est constitué d'une vis sans fin en bout d'induit, qui transmet le mouvement à un pignon de grande taille pour démultiplier la vitesse de rotation (ce pignon possède sur sa face plusieurs pistes concentriques pour les liaisons électriques reliées à des contacts fixés sur le carter).

Le moteur d'essuie-glace marche soit à :

- **Petite vitesse :**
- le courant d'alimentation passe par deux balais diamétralement opposés (un balai positif et un balai de masse). La force du champ magnétique des inducteurs agit sur le bobinage de l'induit, elle sera donc maximale. La vitesse de rotation du moteur s'en trouvera ralentie.
- **Grande vitesse :**
- le courant d'alimentation passe par le balai de masse et par le troisième balai qui est décalé de l'axe diamétral de  $45^\circ$ . La force du champ magnétique des inducteurs sera moindre : la vitesse de rotation du moteur sera plus importante. Voir la Figure I.13 [10]

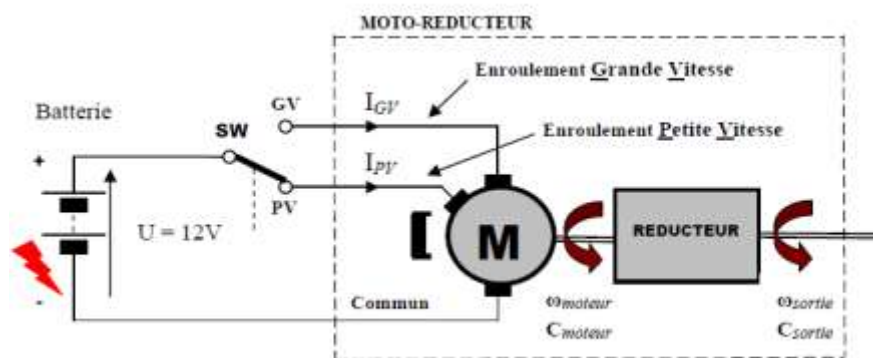


Figure I.13 : Fonctionnement d'un moteur d'essuie-glace [12]

#### I.4.3. Le rôle du moteur d'essuie-glace :

Le moteur d'essuie-glace est un moteur électrique qui permet de faire fonctionner les balais d'essuie-glace. Sur la plupart des voitures, il s'actionne depuis un levier de commande sur la colonne de direction, à gauche ou à droite du volant. Une fois actionné, le mouvement rotatif du moteur est transformé en mouvement alternatif (de gauche à droite) au niveau des balais. Il s'agit d'une pièce essentielle de véhicule qui

contribue à offrir une visibilité optimale. Grâce à lui, les balais sont capables de chasser efficacement la pluie, la neige, la glace et les poussières de la pare-brise.[11]



**Figure I.14 :** Moteur d'essuie-glace [13]

#### **I.4.4.Le rôle du balai d'essuie-glace :**

Les balais d'essuie-glace sont des pièces essentielles. Toujours situés en première ligne, ils sont sans cesse exposés au froid, à la pluie, à la neige, au vent, aux poussières et aux insectes désireux de voyager avec vous. Bien qu'ils ne nous soient pas utiles tous les jours, ils garantissent une bonne visibilité à l'avant et à l'arrière, quelles que soient les conditions extérieures. Or la visibilité sur la route est synonyme de sécurité, c'est la raison pour laquelle vous devez penser à les changer régulièrement. D'autant plus que le caoutchouc qui entre en contact votre pare-brise s'use facilement.[12]

#### **I.4.5.Défaillance du moteur d'essuie-glace :**

- Le moteur ne s'allume pas.
- Les balais ne fonctionnent que sur une vitesse.
- Les balais ne fonctionnent pas en mode intermittent. [13]

#### **I.4.6.Symptômes de défaillance du moteur d'essuie-glace :**

- Présence de bruits étranges lorsque le système de nettoyage du pare-brise est en fonctionnement.
- Accumulation d'eau sur la vitre.
- Fonctionnement instable de l'un ou des deux balais d'essuie-glace.
- Présence de taches de boue après le passage des balais d'essuie-glace.[14]

**I.4.7. Causes de défaillance du moteur d'essuie-glace :**

- Déformation des bras.
- Rupture du câblage.
- Défaillance de l'engrenage du moteur.
- Oxydation ou fermeture partielle des contacts du commutateur du moteur.
- Rupture de câbles dans le bobinage du moteur électrique.
- Mauvaise installation des leviers.[16]

**I.5. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a présenté en première partie les moteurs à courant continu et les différentes commandes notamment la modulation de largeur d'impulsions (MLI) pour établir les petites et grandes vitesses ; Comme on a aussi donné une idée sur le principe de fonctionnement et le rôle important des essuie-glaces dans les automobiles.

## *Chapitre II*

### *Etude du microcontrôleur 8051*

**II.1.Introduction :**

Bien que le 8051 soit un circuit assez ancien, il reste aujourd'hui un des microcontrôleurs les plus populaire. Fin 1979, INTEL commercialise la famille de microcontrôleurs MCS 51 quicorrespond au départ à trois types de microcontrôleurs ; le 8051 (à mémoire ROM), le8751 (à mémoire EPROM) et le 8031 (ROMLESS).Le succès de la famille 8051 a amené la fabrication de ce microcontrôleur et de ses dérivés par de nombreux constructeurs de CI PHILIPS, DALLAS, SIEMENS pour ne citer que les plus importants. On trouve aussi des cœurs de 8051 (en VHDL) vendu en propriété industrielle. Tous ses produits sont compatibles, avec des vitesses d'horloges différentes, des nouvelles fonctionnalités (contrôleur I2C, CAN, watchdog ...) etde nouvelle forme de programmation. Le 8051 et ses produits dérivés restent le microcontrôleur 8 bits le plus vendu dans le monde.Il est alors important de s'intéresser à l'architecture du 8051 car elle est commune à tousles microcontrôleurs de la famille.[17]

**II.2.Généralités :****II.2.1.Définition d'un microcontrôleur :**

Possédant toutes les fonctions élémentaires d'un système à microprocesseur réunies dans un seul boîtier, le microcontrôleur est un circuit intégré qui comporte : unité centrale, mémoires, périphériques d'entrée/sortie, compteurs programmables, convertisseurs analogiques/numériques et liaison série.La grande originalité du microcontrôleur est d'être un circuit entièrement programmable capable de calculer, de traiter des grandeurs analogiques et logiques présentes sur ses entrées et d'envoyer les résultats du traitement sur les sorties. La très grande flexibilité de ce composant le rend apte à gérer les applications les plus diverses.

Pour l'utiliser correctement, il est bon d'en connaître les ressources mais aussi de connaître les moyens à mettre en œuvre pour développer une application.

Les microcontrôleurs sont fréquemment utilisés dans les systèmes embarqués, comme les contrôleurs des moteurs automobiles, les télécommandes, les appareils de bureau, l'électroménager, les jouets, la téléphonie mobile, etc. [18]



**Figure II.1** : Un microcontrôleur 8051 [14]

### **II.2.2. Rôle d'un système à microcontrôleur :**

Un système à microcontrôleur permet :

- D'acquérir des entrées logiques et analogiques représentant l'état du système technique,
- D'interpréter, la signification de ces entrées,
- De calculer, mémoriser, récupérer des variables logicielles intermédiaires,
- De gérer le temps,
- De communiquer par des liaisons séries avec d'autres systèmes techniques et/ou un ordinateur.
- D'agir sur des sorties logiques et analogiques en fonction des entrées et des calculs réalisés de manière à modifier le fonctionnement du système technique (commande moteur, affichage d'informations,...).[19]

### **II.2.3. Choix d'un microcontrôleur :**

Dans la mesure où l'on envisage de choisir un microcontrôleur selon l'application à traiter, il est nécessaire de considérer certains paramètres comme la capacité des mémoires morte et vive, le nombre d'entrées et de sorties, la liaison série, les convertisseurs, ...Etc.[20]

#### II.2.4. Les différentes familles du microcontrôleur :

En industrie les constructeurs ont développé non seulement des microcontrôleurs mais aussi des familles de ces circuits cités ci-dessous :[21]

- **La famille PIC16XXX :**

La société américaine MICROSHIP a joué dès le départ ; dans la cour des grandes entreprises ayant l'ancienneté : INTEL, MOTOROLA, Texas instruments ; avec ses microcontrôleurs de la famille PIC16XXX.

Ces derniers sont réputés pour être des bijoux de technologies car ils sont issus de technique actuelle d'intégrations et de miniaturisation ; ce sont des microcontrôleurs RISC (Reduced Instruction Set Computer) cadencés pour la plupart à 10MHZ, leur jeu réduit d'instructions et ne nécessitant qu'un seul coup d'horloge (sauf le saut SKIP qui utilise deux), le programmeur est ainsi extrêmement réduit en coût et en encombrement.

- **La famille 68HC11 :**

Cette famille est plus puissante des familles de microcontrôleur 8 bits de MOTOROLA, en effet, elle est constituée par une unité centrale qui est une fausse unité centrale 16 bits, exactement comme le 6809 microprocesseur 8 bits. De ce fait, on peut la considérer comme une famille de microprocesseur 16 bits.

- **La famille 68HC05 :**

Elle est récente est constituée de circuit réalisé en technologie HCMOS. De ce fait, ces microcontrôleurs sont tout à la fois rapides, peu gourmands en énergie, totalement statique et peuvent s'alimenter sous toute tension comprise entre 3 et 6 Volts, bien que la valeur habituelle de 5 Volts soit toujours préconisée comme tension nominale de fonctionnement.

- **La famille 6805 :**

Elle est plus ancienne et plus répandue Cette famille est composée de circuits réalisés en technologie HMOS, à ne pas confondre avec la technologie actuelle HCMOS et qui sont donc

caractérisés par une consommation relativement importante et une alimentation sous une tension unique de 5 Volts aux normes TTL.

- **La famille MCS48 :**

Cette famille qui est la plus ancienne et très connue .Elle est fabriquée par INTEL et regroupe les circuits de références suivants : 8035, 8039, 8040, 8048, 8049,8748 et 8749. Ces derniers sont réalisés en technologie HMOS et s'alimentent sous une tension unique de 5 Volts, toutes leurs lignes d'entrée/ sortie sont compatibles au TTL.

- **La famille MCS51 :**

Cette famille la plus récente et sur laquelle en fera notre étude ; regroupe les circuits suivants : 8031, 8032, 8051, 8052, 80152, 80451, 80452, 8351, 83152, 83451, 83452,8751, 8752, 87452. [22]

### **II.2.5.Architecture générale d'un microcontrôleur :**

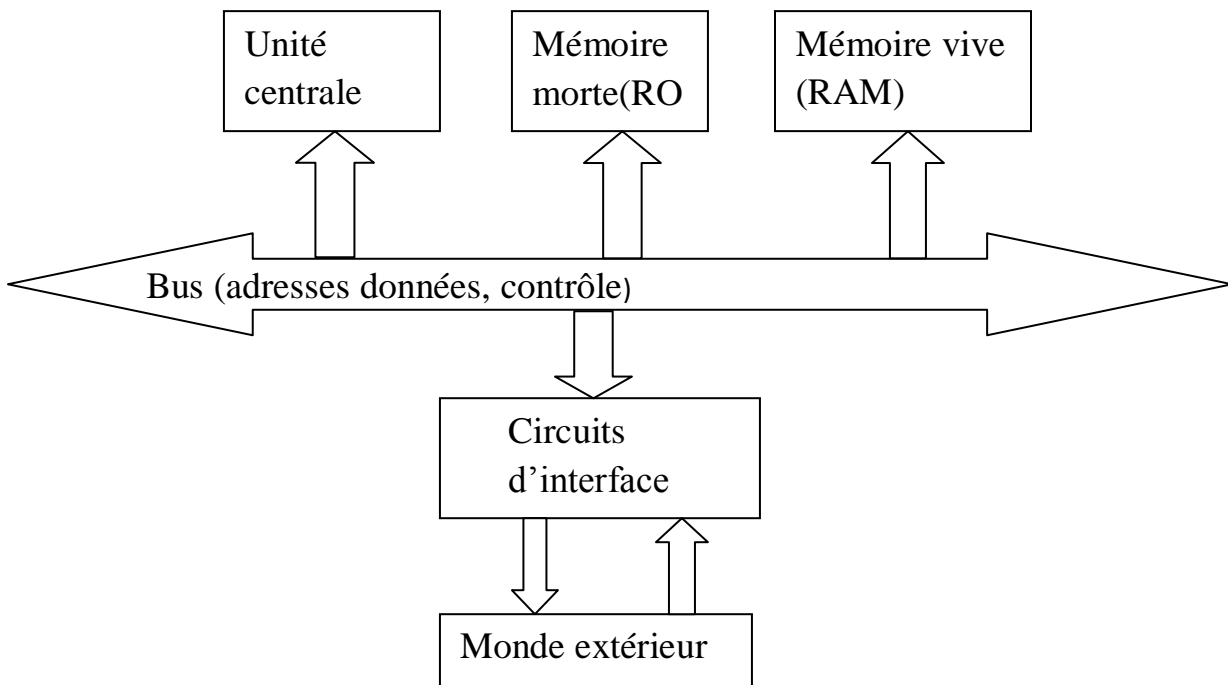
- **Structure générale d'un système programmable :**

On a vu utile de faire quelques rappels relatifs à la structure de tout système programmable pouvant faire appel à un microcontrôleur.[23]

**La figure II.2** présente le schéma type de tout appareil programmable nous y voyons un certain nombre d'éléments indispensables qui sont :

- L'unité centrale.
- La mémoire morte ou ROM
- la mémoire vive ou RAM.
- Les circuits d'interface.
- Un bus d'interconnexion.

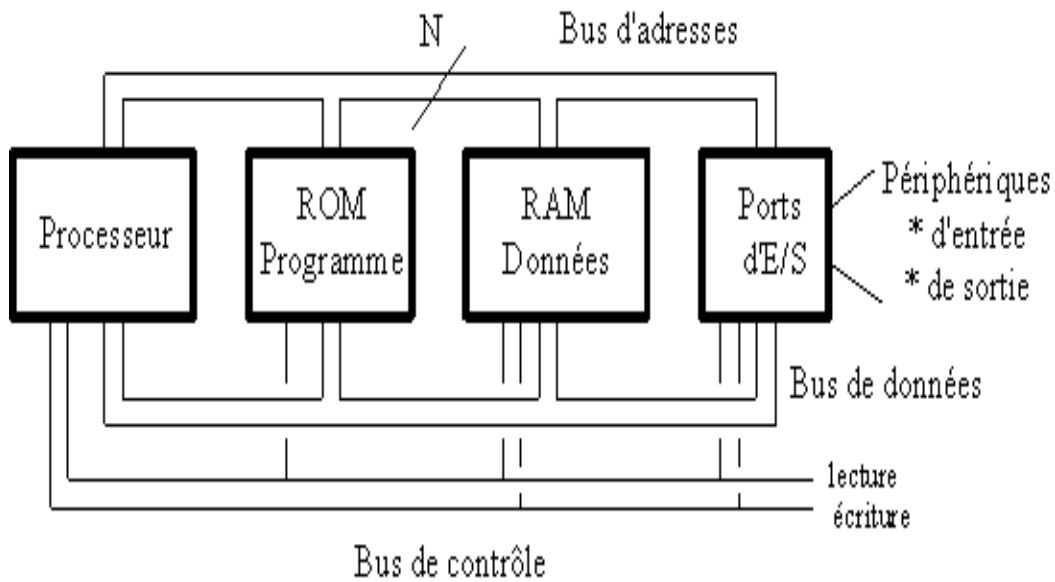




**FigureII.2:** structure d'un système programmable. [15]

▪ **Organisation interne d'un microcontrôleur :**

A la lumière de ce que nous venons d'écrire il est clair qu'un microcontrôleur possède dans un seul boîtier tous les éléments présents dans **la figure II.3**.



**FigureII.3** :Organisation interne d'un microcontrôleur. [16]

Dans cette nouvelle architecture, l'unité centrale est bien souvent simplifiée par rapport à celle des microprocesseurs classiques, et elle est dotée d'un très grand nombre de registres internes.

Pour la mémoire morte (ROM) les fabricants ont appris à placer sur la puce de la mémoire programmable électriquement et effaçable aux ultraviolets (UV PROM) ou, plus récemment encore, de la mémoire programmable et effaçable électriquement (EEPROM).

On trouve donc à l'heure actuelle plusieurs types différents de microcontrôleurs :

- Ceux avec ROM programmable par masque.
- Ceux sans aucune ROM.
- Ceux avec UV PROM ou EEPROM.
- Ceux avec l'OTPROM.
- Ceux avec un mélange de ces combinaisons.

Pour ce qui est de la mémoire vive ou RAM, la situation est plus simple.

Quasiment tous les microcontrôleurs disposent d'une RAM interne de taille en principe assez faible, ces RAM sont souvent complétées par l'EEPROM dite de données. Cette mémoire, effaçable et programmable électriquement, ne doit pas être confondue avec l'EEPROM de programme évoquée ci-avant. Elle est en effet, généralement de petite taille (128 ou 256 octets).

En finon rencontre les éléments de base suivants :

- Des lignes d'entrée/ sortie parallèles.
- Au moins une interface d'entrée/ sortie série asynchrone.
- Un où plusieurs timers internes qui fonctionnent généralement en compteurs, décompteurs, générateurs d'impulsions programmable, etc.
- Un où des convertisseurs analogiques/ digitaux précédés ou non de multiplexeurs pour offrir plusieurs voies.
- Parfois, mais c'est plus rare un convertisseur digital/ analogique.[24]

### **II.3. Les microcontrôleurs de la famille 8051 :**

Au début des années 80, la société INTEL proposa comme une suite logique au microcontrôleur 8048, un nouveau modèle de la référence 8051. Cette première version se déclinait selon trois versions, le 8051 proprement dit doté d'une ROM interne programmée à la fabrication, le 8031 dépourvu de mémoire morte et le 8751 équipé d'une EPROM. Cette première série se compléta rapidement de la version 8052. Ce dernier microcontrôleur très proche du 8051, est enrichi d'un périphérique (un troisième timer) et de 128 octets de RAM interne.

Cette perspective incita un bon nombre de constructeurs (SIMENS, MHS, OKI, SEGNETICS, PHILIPS, etc.) à passer des accords de production en seconde source de ces microcontrôleurs. L'acquisition d'une licence de production du noyau de base constituant le 8051 autorise alors ces sociétés à concevoir à leur tour de nouvelles versions originales.

L'unité de la famille est assurée par le fait que toutes les nouvelles versions sont construites autour d'un même noyau logiciel et matériel. La diversité existe au niveau du choix des fonctions périphériques intégrées autour de ce noyau.

L'investissement engagé dans l'étude et emploi d'un des microcontrôleurs est donc réutilisable sur les autres membres de cette même famille.

La présentation sous forme d'un tableau donne une bonne vue d'ensemble des principales caractéristiques des différentes versions, mais il est évident qu'une telle présentation ne peut permettre de préciser toutes les nuances existant entre les modèles proposés. Les références données peuvent se compléter de suffixes différenciant par exemple ;

- La fréquence maximale de l'oscillateur.

-Les limites de température pour lesquelles le fonctionnement est garanti.

-Les types de boîtiers proposés pour chaque version.[25]

Le tableau (II.1) représente la riche famille de microcontrôleur 8051 de constructeur INTEL.

Version			Mémoire		Timer 16 bits	Port 8 bits	Inter /Niveau	Port série	Fréq En MHz
Sans ROM	ROM	EPROM	ROM	RAM					
8031	8051		4K	128	2	4	6/2	UART	3.5 à 12
8031AH	8051AH	8751H	4K	128	2	4	6/2	UART	3.5 à 12
8032AH	8052AH	8752BH	8K	256	3	4	8/2	UART	3.5 à 12
80C31BH	80C51BH	87C51	4K	128	2	4	6/2	UART	
80C51FA	83C51FA	87C51FA	8K	256	3	4	7/2	UART	
-	83C51FB	87C51FB	16K	256	3	4	7/2	UART	
80C51GA	83C51GA	87C51GA	4K	128	2	4	7/2	2	
80C152JA	83C152J A		8K	256	2	5	11/2	2	3.5 à 12/16
80C152JB			0	256	2	7	11/2	2	
80C152JC	83C152JC		8K	256	2	5	11/2	2	
80C152JD			0	256	2	7	11/2	2	
80C451	83C451		4K	128	2	7	5/2	UART	
80C452	83C452	87C452P	8K	256	2	5	8/2	UART	3.5 à 14

**Tableau II.1 :** Gamme des microcontrôleurs MCS-51 INTEL (1991). [1]

### II.3.1.Caractéristiques principales du 8051 :

Le microcontrôleur possède les caractéristiques suivantes:

- un CPU à 8 bits conçu pour la commande d'applications diverses,
- 32 entrées/sorties bidirectionnelles qui peuvent être adressées individuellement réparties en 4 ports : P0, P1, P2, P3.
- 128 octets de RAM interne à utilisation générale
- 21 registres spécialisés

- un port série en full duplex
- 5 sources d'interruptions avec 2 niveaux de priorité
- 2 Compteurs/Timers sur 16 bits T0 et T1 fonctionnant suivant 4 modes
- un oscillateur interne nécessitant un quartz externe : la fréquence d'oscillation maximale admise est de 12 MHz
- Adressage de 64 Ko de mémoire de données
- Adressage de 64 Ko de mémoire de programme
- un jeu d'instructions assez développé.[26]

### II.3.2.Le noyau 8051 :

Le microcontrôleur 8051 est bâti autour d'une unité centrale de traitement (UCT, CPU)de format 8 bits, complétée d'un processeur booléen adapté à un traitement direct au niveau du bit, facilitant les opérations de prise en compte de l'état d'une entrée et la modification d'une sortie.

L'environnement de base de cette unité de traitement est constitué de :

-32 lignes d'entrées /sorties, individuellement adressables réparties en 4 ports, désignés par les abréviations P0, P1, P2, P3.

-128 octets de RAM interne.

-2 timers de 16 bits, désignés T0, T1.

-Une interface de communication série USART.

-Une unité de contrôle permet de gérer 5 sources d'interruption selon deux niveaux de priorité.

-un circuit d'horloge embarqué ne nécessitant qu'un quartz extérieur afin de fixer la fréquence des traitements.

-Une unité de contrôle permet de récupérer un code instruction, de le décoder et de lancer une séquence propre à son exécution .La plupart de ces séquences d'exécution ne dure qu'un cycle machine, c'est à dire douze périodes d'horlogeinterne[27].

TIMER 0	USART	PORT 0
TIMER 1	UCT	PORT 1
ROM 4K*8	RAM 128*8	PORT 2
		PORT 3

**Tableau. II.2 :** Présentation fonctionnelle du noyau 8051. [2]

**II.3.3. Architecture fonctionnelle du noyau 8051 :**

On représente une description rapide sur les éléments constitutifs et leurs principales caractéristiques.[28]

La figure II.5 donne le schéma bloc de ce noyau.

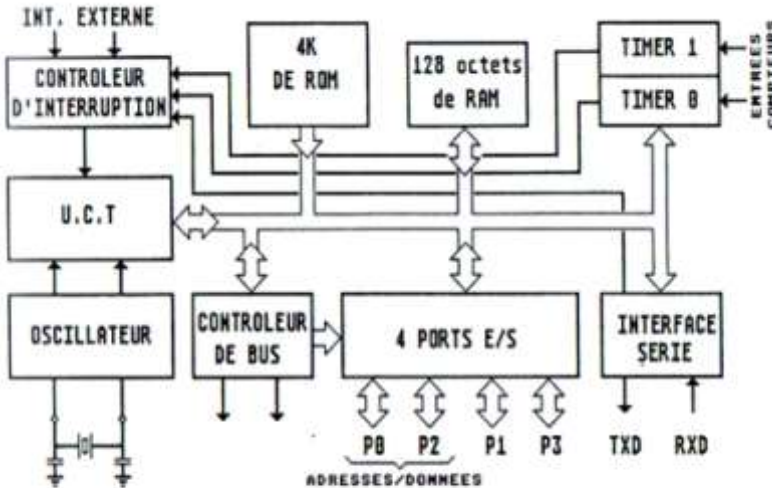


Figure II.4 : Schéma bloc du noyau 8051.[17]

**II.3.4.L'unité centrale de traitement (U.C.T) :**

L'unité centrale est le cœur du MC. Elle est chargée d'exécuter les instructions du programme. On peut distinguer 3 parties : traitement des données, gestion des adresses, traitement des instructions.[29]

**a. Traitement des données :**

Cette partie comporte 3 registres et une unité arithmétique et logique (UAL). Les instructions du 8051 permettent d'agir sur 1 ou 2 données de 8 bits à la fois, pas plus. Le fonctionnement est le suivant : les registres de 8 bits TMP1 et TMP2 présentent à l'UAL la ou les données à traiter. Après traitement, le résultat est placé dans l'accumulateur (Acc). Il peut être utilisé pour un nouveau calcul, envoyé dans une mémoire (RAM ou registre de travail) ou vers un port de sortie.

L'UAL comporte les circuits suivants :

- un additionneur pour 2 nombres de 8 bits ; le 9<sup>ème</sup> bit de l'addition est placé dans l'indicateur d'état C (Carry) ;
- un soustracteur pour 2 nombres de 8 bits ; l'emprunt éventuel généré si le résultat est négatif est aussi placé dans un indicateur d'état ;
- un circuit de multiplication pour 2 nombres de 8 bits ; ici, le résultat peut nécessiter jusqu'à 16 bits ; les 8 bits les plus significatifs sont placés dans un registre B prévu à cet effet ;
- un circuit de division pour 2 nombres de 8 bits ; il s'agit ici d'une division entière : le quotient est placé dans l'Acc, le reste dans le registre B ;
- 8 circuits logiques de type inverseur, ET, OU, XOU ;
- de nombreux tampons 3 états pour permettre les communications entre les registres, l'UAL et le bus de données aux moments adéquats.

Une série de bascules, appelées indicateurs d'état, sont automatiquement positionnées lors des opérations arithmétiques. L'état de ces indicateurs peut être testé par les instructions de branchement conditionnel.

Le 8051 comportent 32 registres de travail, organisés en 4 groupes de 8 registres. Ces registres constituent des mémoires temporaires, où l'on place provisoirement des informations dont on sait qu'elles seront nécessaires peu de temps après. L'intérêt des registres de travail, c'est que le temps d'accès est plus court que pour une lecture ou écriture en RAM, et les instructions nécessaires pour y accéder plus courtes.[30]

### **b.Gestion des adresses :**

L'espace mémoire d'un 8051 est partagé en 3 zones bien distinctes :

- la zone programme ; pour assurer sa permanence en l'absence d'alimentation, le programme est mis en mémoire ROM ; on peut également placer dans la ROM, en même temps que le programme, des données permanents qui pourraient être utiles : facteurs de

conversion pour des calculs, informations diverses tels que noms de jours de la semaine, des mois...

- la zone donnée, en RAM ;
- la pile : il s'agit d'une zone de RAM qui est utilisée principalement pour préserver les adresses de retour des sous-programmes ; on peut également l'utiliser comme zone de stockage temporaire (un peu comme les registres de travail) ou pour l'échange de données entre programme principal et sous-programmes.

Le 8051 comportent donc très naturellement trois registres consacrés à la gestion des adresses.

- Le pointeur de programme, aussi appelé compteur de programme (PC, *Program Counter*), est un registre de 16 bits qui contient à tout moment l'adresse de la prochaine instruction à exécuter. Il est mis à 0 au moment de la mise sous tension du système ; le programme doit donc impérativement commencer à l'adresse 0000h (h signifiant code hexadécimal, c'est le code le plus couramment employé pour définir les zones d'adresse dans les MP et MC). La plupart du temps, ce pointeur est simplement incrémenté chaque fois que l'on va chercher dans la ROM un octet du programme (une instruction comporte de 1 à 3 octets).
- Pour lire ou écrire une donnée dans la RAM, l'adresse souhaitée doit se trouver dans le pointeur de données (DPTR, *Data Pointer*).
- Enfin, le programmeur définit la zone de RAM qu'il va attribuer à la pile en introduisant, au démarrage du programme, l'adresse de départ de la pile dans le pointeur de pile (SP, *Stack Pointer*). Le pointeur indique à chaque instant la plus haute adresse occupée dans la pile. Il est incrémenté au moment où l'on veut charger un nouvel octet dans la pile, et décrémente si l'on retire un octet. Par défaut, le pointeur est initialisé à 07h au démarrage.[31]

### **c. Traitement des instructions :**

Les instructions comportent de 1 à 3 octets. Le premier octet, appelé code opératoire, précise de quelle instruction il s'agit. Certaines instructions nécessitent une donnée (8 bits) ou une adresse restreinte (8 bits), voir une adresse absolue (16 bits).



Le code opératoire est placé dans le registre d'instructions, prévu à cet effet. Il est présenté à un décodeur qui détermine le type d'instruction et, le cas échéant, ira lire 1 ou 2 octets supplémentaires qui seront placés dans des registres *ad hoc* (donnée ou adresse).

Le bloc traitement des instructions est piloté par une horloge ; le 8051 contient tous les éléments de l'horloge, à l'exception des composants qui déterminent la fréquence d'oscillation : généralement un quartz, mais un circuit RC peut aussi être utilisé si une connaissance précise de la fréquence n'est pas nécessaire. Le bloc génère des signaux de contrôle (lecture, écriture) tant pour les autres blocs du MC que pour les circuits extérieurs éventuels (mémoires externes...).[32]

### **II.3.5.Organisation de la RAM interne :**

La tendance, dans les systèmes utilisant un MC, est de choisir un composant disposant d'une ROM et d'une RAM de capacité suffisante pour stocker l'entièreté du programme et l'ensemble des données. Toutefois, si nécessaire, on peut adjoindre au MC des mémoires externes. Le MC se comporte alors comme un microprocesseur. Des lignes qui sont normalement utilisées comme ports d'entrées/sorties sont converties en bus d'adresses et de données. Dans ce type d'applications, on choisira généralement des MC sans ROM interne, tels le 8031.[33]

#### **a.Portie d'entrée /sortie (E/S) :**

32 lignes d'entrée/sortie individuellement adressables sont réparties en 4 ports, désignés par les abréviations P0, P1, P2 et P3. Chaque ligne est définie par le constructeur comme quasi bidirectionnelle, c'est-à-dire pratiquement utilisable comme une entrée ou une sortie .En plus de cette fonction principale, certaines des broches du circuit intégré correspondant à ces lignes d'entrée /sortie peuvent remplir une fonction dite auxiliaire.[34]

#### **b.Les compteurs / temporisateurs (timer 0 et 1) :**

Le 8051 possède deux timers de 16 bits .En mode temporisateur, l'incréméntation des registres a lieu une fois par cycle machine .La fréquence maximale de comptage est égale au 1/12 de la fréquence d'horloge du processeur .Les timers 0 et 1 connaissent quatre modes de fonctionnement différents permettant de modifier le format du registre de comptage ou d'autoriser un rechargement automatique à partir d'une valeur de consigne.

Le timer 1 peut faire office de générateur de fréquences pour les transmissions par le port série.

Le timer 2 connaît trois modes de fonctionnement particuliers :

- comptage sur 16 bits avec rechargement automatique.
- comptage sur 16 bits avec sauvegarde automatique.
- Générateur de fréquences de transmission.[35]

### **c.Communication série :**

Le port série bidirectionnel est capable d'émettre et de recevoir simultanément .La réception d'une donnée peut commencer alors que la donnée précédente n'a pas encore été prélevée dans le registre de réception .Ce port série possède quatre modes de fonctionnement qui diffèrent par le format de la donnée et le débit de transmission sont programmables à partir du timer 1.[36]

### **d.Les interruptions :**

Il y a cinq sources d'interruption possibles .Ce sont deux entrées que l'on programme à sa convenance pour qu'elles réagissent soit à des niveaux logiques, soit à des flancs de transition, les compteurs /temporisateurs 0/1 et enfin le port série en réception ou en émission. Par programmation il est possible de fixer deux niveaux de priorité d'interruption, Chacune des sources d'interruption possède un vecteur dont se sert le processeur afin d'exécuter le sous-programme convenable après sauvegarde du PC. Ces vecteurs correspondent à des adresses fixes situées en partie basse de la mémoire programme.[37]

### **-Gestion des interruptions :**

D'une manière générale, chaque interruption est gérée par 3 bits situés dans des registres SFR :

- Un drapeau, qui est un bit positionné quand l'événement déclencheur intervient,
- Un bit de validation : Quand l'événement déclencheur intervient si le bit de validation est positionné, l'interruption peut avoir lieu sinon elle est ignorée,
- Un bit de priorité : Avec un bit, chaque interruption a 2 niveaux de priorité, (0=basse), (1=haute). Quand l'événement déclencheur intervient, même si l'interruption en question est validée, si une interruption de même ou de niveau supérieur est en train d'être exécutée, alors notre interruption devra attendre.

**e.Circuit d’horloge :**

Un circuit oscillant est intégré dans le noyau .Les seuls éléments extérieurs à prévoir sont principalement un quartz et deux condensateurs. Le choix du quartz permet à l'utilisateur de définir la vitesse d'exécution des instructions.[38]

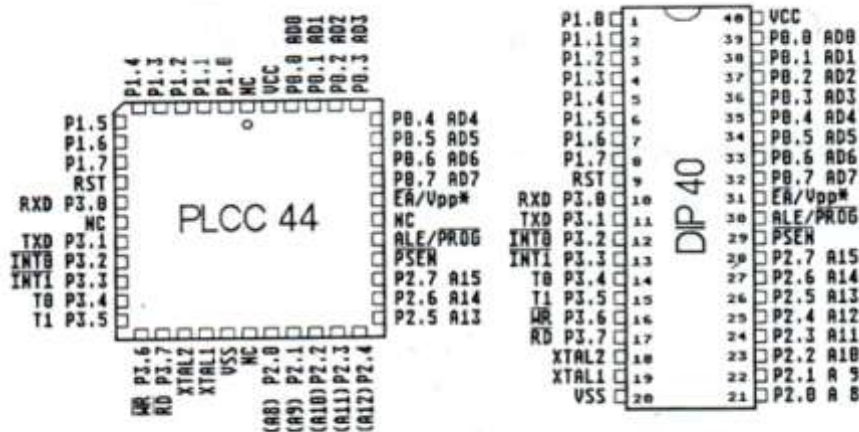
**-Définition d’un cycle machine :**

L’oscillateur commande un circuit interne d’horloge .Ce circuit d’horloge définit une séquence d’états repérés de S1 à S6. Chaque état S se décompose en deux phases P1 et P2. Un état correspondant à une durée de deux périodes du signal issu de l’oscillateur, on remarque donc qu’une phase correspond à une période de la fréquence de l’oscillateur. Un cycle machine est constitué de 6états (de S1 à S6) soit 12 périodes de l’oscillateur. Pour un quartz de 12 MHz, la durée d’un cycle machine est donc d’une microseconde.[39]

**II.4.Présentation du matériel:**

Le microcontrôleur 8051 et sa version CMOS est disponible chez tous les constructeurs en boîtier DIP40 broches ou en boîtier PLCC44 broches .Des constructeurs proposent ces microcontrôleurs sous d’autres boîtiers.[40]

Comme l’indique **la figureII.5**



**Figure II.5 :** Brochage de 8051.[18]

**II.4.1. Notion de la fonction secondaire :**

Les quatre ports P0, P1, P2 et P3 constituent un ensemble de 32 lignes bidirectionnelles pouvant être utilisées aussi bien en entrées qu'en sorties indépendantes les unes des autres et ce, sans procédure d'initialisation particulière. Les ports P0, P1, P2 et P3 ont une fonction auxiliaire : les broches P0 et P2 peuvent devenir bus de données et d'adresses, les broches P3 peuvent devenir des signaux de contrôle des bus externes ou assurer des fonctions diverses telles que transmission et réception en mode série ou source d'interruption externe.[41]

**II.4.2. Description des broches :****VCC et VSS :**

Sont des broches d'alimentation. La broche VCC doit recevoir une tension de +5V à 10% près, par rapport à la broche VSS.

**RST :**

Entrée d'initialisation qui provoque une initialisation du microcontrôleur.

 **$\overline{\text{EA}}$  (External Acces):**

Cette entrée, active au niveau logique 0, permet de configurer le microcontrôleur en système avec bus externes. Si après initialisation la borne EA est reconnue comme étant reliée à la masse ou à un état logique 0, les ports P0 et P2 remplissent alors les fonctions de bus d'adresses et de données, les instructions du programme sont recherchées alors à partir de l'adresse 0000 dans le plan mémoire externe. Si EA est reliée au potentiel VCC ou à l'état logique 1, le code programme est recherché dans la mémoire interne. Les versions du microcontrôleur dépourvues de mémoire programme interne doivent donc obligatoirement être utilisées avec EA reliée au potentiel VSS. Pour les versions du microcontrôleur dont la mémoire programme interne est une EPROM, cette entrée recevra la tension VPP de programmation.

**PSEN (Program Store ENable) :**

Le fait que la famille 8051 puisse adresser 64Ko de mémoire de données implique un bus d'adresse de 17 bits. La broche PSEN joue en quelque sorte, le rôle du dix-septième bit. PSEN passe à l'état logique 0 dès que le microcontrôleur entreprend la récupération d'une instruction dans la mémoire programme externe. Cette sortie n'est donc active que si EA=0 et doit être utilisée comme signal de sélection des circuits mémoires ROM ou EPROM.

**ALE (Adress Latch Enable) :**

La broche ALE est une sortie prévue pour commander le démultiplexage du port P0 lorsque celui-ci est validé dans sa fonction secondaire : partie basse du bus d'adresses et bus de données. Lorsqu'ALE est dans l'état 1, le port P0 présente la partie A0/A7 de l'adresse. Lors de la transition 1 vers 0 d'ALE, l'adresse toujours présente doit être mémorisée grâce à un circuit externe. Durant la période où ALE=0 le port P0 devient alors bus de données.

**XTAL1 et XTAL2 :**

XTAL1 est l'entrée de l'amplificateur inverseur destiné à l'oscillateur d'horloge, alors que XTAL2 représente sa sortie. Les éléments externes à rajouter pour compléter le circuit d'horloge sont un quartz à placer entre XTAL1 et XTAL2 et 2 condensateurs reliant ces 2 broches au potentiel VSS. Il reste cependant la possibilité de cadencer le microcontrôleur par un circuit d'horloge externe.

**P0.0 à P0.7 :**

Les 8 lignes du port P0 sont du type <<à drain ouvert >>. Cette particularité est justifiée par la fonction auxiliaire attribuée à ce port : bus d'adresses et de données lorsque EA=0.

**P1.0 à P1.7 :**

P1 est un port bidirectionnel de 8 bits, il est utilisé en E/S.

**P2.0 à P2.7 :**

P2 est un port bidirectionnel de 8 bits. La fonction secondaire de ce port est de fournir la partie haute de l'adresse (A8 à A15) lors d'un accès à la mémoire externe.

**P3.0 à P3.7 :**

Le port P3 possède des caractéristiques de sortie et d'entrée similaire aux ports P1 et P2. Les fonctions secondaires attribuées aux lignes de ce port sont :

- P3.0 RXD entrée de l'interface série.
- P3.1 TXD sortie de l'interface série.
- P3.2  $\overline{\text{INT0}}$  entrée pour interruption externe.
- P3.3  $\overline{\text{INT1}}$  entrée pour interruption externe.
- P3.4 T0 entrée de comptage pour timer 0.
- P3.5 T1 entrée de comptage pour timer 1.
- P3.6  $\overline{\text{WR}}$  sortie écriture de la mémoire externe.
- P3.7  $\overline{\text{RD}}$  sortie lecture de la mémoire externe.[42]

**II.5.Conclusion :**

En conclusion, nous pouvons dire que le microcontrôleur 8051 peut bien jouer le rôle d'unité de commande pour les courants à courant continu et tous les systèmes similaires.

Pour programmer le microcontrôleur, nous devons connaître le fonctionnement de toutes les broches et pin et l'utilisation d'un programme de simulation avant l'application réelle.

*Chapitre III*  
*Conception du circuit*  
*électronique*

### III.1.Introduction :

Comme l'objectif principal de ce travail consiste à faire la conception d'un circuit pour commander un moteur d'essuie-glace et microcontrôleur 8051.

Dans ce chapitre nous allons faire l'étude et la conception des différentes parties du circuit en commençant par citer tous le matériel utilisé dans notre circuit et donner la description de chaque matériel, puis réaliser notre circuit final à l'aide du logiciel proteus.

### III.2.L'étude du circuit :

#### III.2.1.Liste du matériel du circuit :

Notre circuit électronique contient les éléments suivants :

- ✿ Un microcontrôleur 8051
- ✿ Réseau de transistors Darlington haute tension a haute intensité ULN2003A
- ✿ Interrupteur rotatif interactif à 3 positions.
- ✿ Condensateur générique électrolytique
- ✿ 2 capacités céramiques 33P
- ✿ Crystal de quartz
- ✿ Moteur DC
- ✿ Resistance 1.0K

#### III.2.2.Le Microcontrôleur 8051 :



Figure III.1 : un microcontrôleur 8051[19]



On appelle microcontrôleur un circuit intégré qui est constitué d'un microprocesseur associé à un ou plusieurs périphériques.

Le 8051 est un microcontrôleur de 8 bits c'est-à-dire un microprocesseur associé dans un même boîtier avec tous les éléments nécessaires au pilotage d'un système, CPU, RAM, ROM, borniers d'entrée sortie, timers, circuits pour liaison série.(voir l'annexe) [43]

### III.2.3.Réseau de transistor Darlington (ULN2003A) :



**Figure III.2 :** Réseau de transistor Darlington (ULN2003A) [20]

Les appareils ULN2003A sont des réseaux de transistors Darlington à haute tension et haute intensité. Chacun se compose de sept paires NPN Darlington qui comportent des sorties à haute tension avec des diodes à pince à cathode commune pour la commutation des charges inductives.

Le courant nominal du collecteur d'une seule paire Darlington est de 500 mA.

Les paires Darlington peuvent être mises en parallèle pour une capacité de courant plus élevée. Les applications incluent les pilotes de relais, les pilotes de marteau, les pilotes de lampes, les pilotes d'affichage (DEL et décharge de gaz), les pilotes de lignes et les tampons logiques. Pour les versions 100 V. (voir l'annexe) [44]

### III.2.4. Condensateur générique électrolytique :

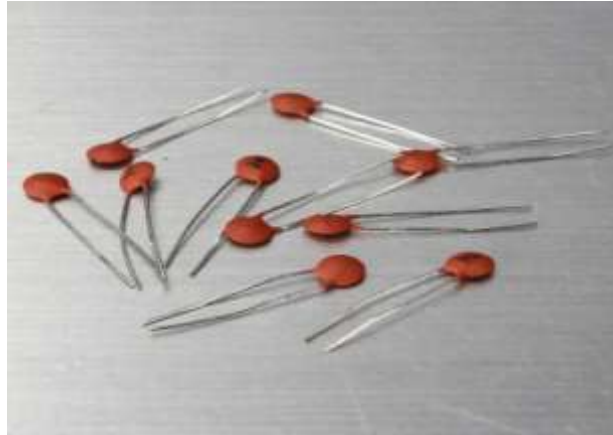


**Figure III.3** : condensateur électrolytique [21]

Le condensateur électrolytique, encore appelé "électrochimique" ou plus communément "chimique" est très commun dans les applications en courant continu ou en basses fréquences (en dessous de 1 MHz). Si l'on fait circuler un courant entre les deux électrodes (anode et cathode) en aluminium plongeant dans l'électrolyte provoque la formation d'une couche d'oxyde d'aluminium (alumine) à la surface de l'anode. L'alumine étant un isolant, on obtient un condensateur dont le diélectrique est la couche d'alumine, une armature étant constituée par l'anode et l'autre par l'électrolyte, la cathode servant de connexion avec l'électrolyte. L'épaisseur de la couche d'alumine est d'autant plus grande que la tension appliquée est élevée. Au bout d'un certain temps la couche d'alumine ainsi formée atteint une résistance suffisamment importante et le courant diminue fortement pour ne plus être qu'un courant de fuite.

Si l'on inverse la polarité de la tension appliquée, la couche d'alumine est attaquée et le courant de fuite augmente, accélérant le processus de dégradation du diélectrique pouvant aller jusqu'au court-circuit. Pour éviter ce phénomène destructif il faut toujours que le condensateur soit correctement branché. [45]

### III.2.5. Capacité céramique 33P :



**Figure III.4 :** Capacité céramique [22]

Les capacités céramiques sont des composants très répandus dans les appareils et dans tous les domaines.

L'utilisation des capacités céramiques est si large qu'il est plus simple de citer les cas où d'autres types sont préférés :

-Dans les oscillateurs où une grande stabilité de capacité est requise, on préfère les condensateurs au mica, au polystyrène ou au polycarbonate.

-Dans les circuits de filtrage et de découplage.

-Dans les circuits à basse fréquence car leur capacité est généralement trop faible. [46]

### III.2.6. Crystal de quartz :



**Figure III.5 :** Crystal de quartz [23]

Un quartz est un composant minéral à base de  $SiO_2$ . Il peut être extrait dans la nature mais est le plus souvent produit par l'industrie. Sa particularité est d'osciller lorsqu'il est parcouru par un courant électrique à une fréquence qui dépend de sa taille et de l'angle de découpage. Ce composant est utilisé dans tous les montages électroniques digitaux à base de microprocesseur pour la fréquence du montage.[47]

### III.2.7.Moteur CC :



**Figure III.6 :** Moteur DC. [24]

Les moteurs CC servent la fonction de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique, ils sont alimentés, construits et contrôlés différemment.

Les moteurs de champ à enroulement DC sont construits avec des balais et un collecteur, qui ajoutent à la maintenance, limitent la vitesse et réduisent généralement l'espérance de vie des moteurs à courant continu brossé. [48]

### III.2.8 Resistance 1.0K :



**Figure III.7 :** Résistances électriques. [25]

La résistance électrique traduit la propriété d'un composant à s'opposer au passage d'un courant électrique, elle est souvent désignée par R et son unité de mesure est l'ohm.

La loi d'ohms établit une relation entre la valeur d'une résistance l'attention qu'elle reçoit et l'intensité du courant qui la traverse lorsqu'un courant traverse une résistance il se crée aux bornes de la résistance une chute de tension proportionnelle à leur relation  $U=R*I$

Dans les circuits électriques, les résistances sont utilisées pour limiter le flux du courant pour ajuster les niveaux de signal, polarisation des éléments actifs, et mettre fin à des lignes de transmission entre autres utilisations.[49]

### **III.3.La description générale du circuit :**

#### **III.3.1.Proteus :**

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

#### **- Les avantages de Proteus :**

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) l'utilisent.

Proteus possède d'autres avantages :

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
- Le support technique est performant
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet. [50]

#### **III.3.2.ISIS :**

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits. [51]

III.3.3.ARES :

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complètement parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficiente lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement. [52]

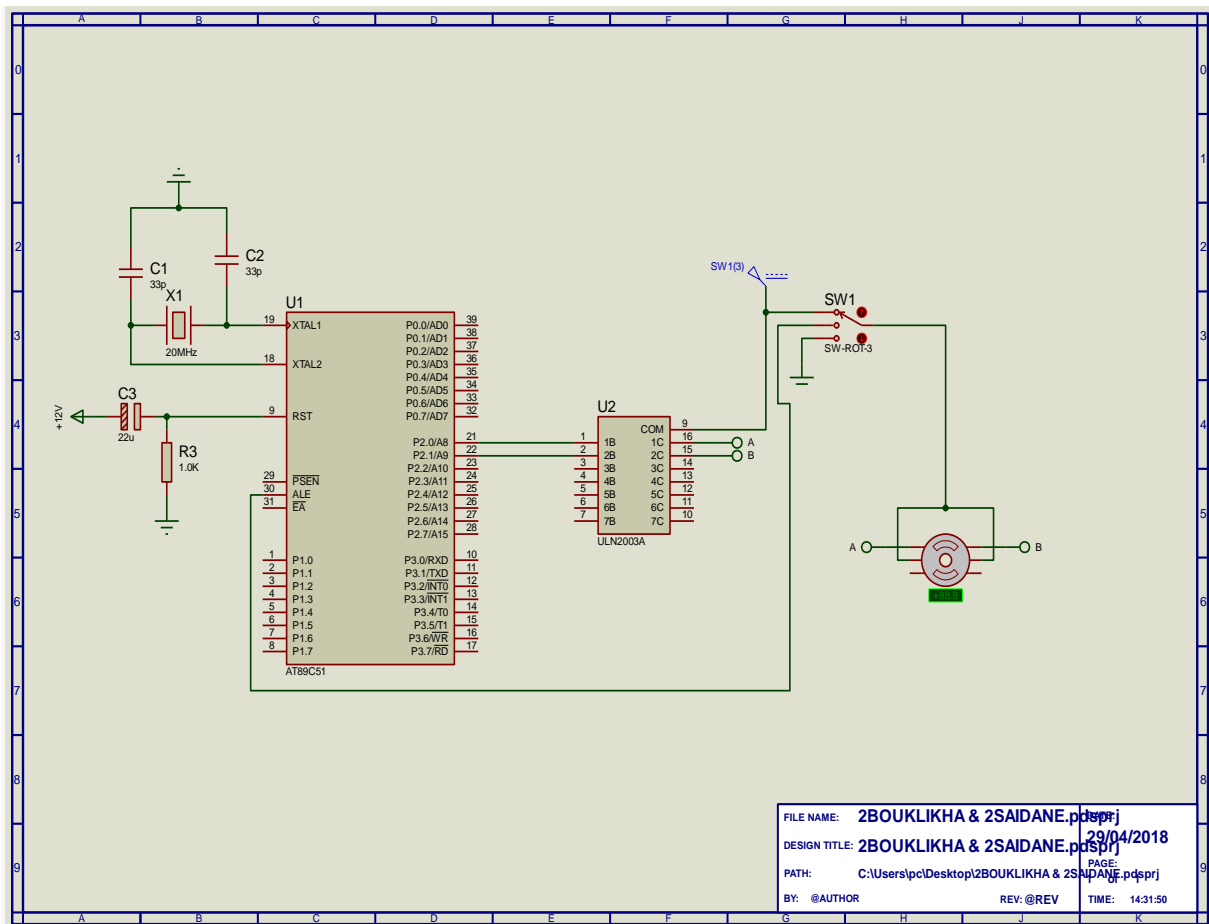


Figure III.8 : Le circuit réalisé sous Proteus ISIS

III.3.4.Principe de fonctionnement du circuit de commande du moteur :

Le logiciel ProteusISIS nous indique le microcontrôleur U1(AT89C51) qui correspond à la famille des MCS8051 ce dernier est composé de 40 broches dans notre cas on va utiliser les broches 18 et 19 XTAL1 et XTAL2 pour connecter l'oscillateur d'horloge qui est constitué de deux condensateurs céramiques C1 et C2 Et un quartz X1 de 20MHZ ; le pin 9 RST qui

assure l'entrée qui provoque une initialisation du microcontrôleur est relié à une résistance R1 de  $1K\Omega$  et qui est attaqué par une tension continue de 12V  $1K\Omega$ , le condensateur électrolytique C3 de  $22\mu F$  pour bien filtrer la dite tension. Notre microcontrôleur contient plusieurs ports : P0.0 à P0.7, P1.0 à P1.7, P2.0 à P2.7 et P3.0 à P3.7 ; dans note conception on va utiliser les P2.0 et P2.1 (Pin 21 et 22) qui sont bidirectionnels de 8 bits pour préparer les deux signaux MLI qui engendrent les deux vitesses petite et grande du moteur à courant continu (Figure III.12et13) en même assurent le bon fonctionnement de notre essuie-glace. Le circuit intégré U2ULN2003A c'est un réseau de transistors Darlington utilisé pour amplifier les signaux MLI et nous assure une bonne commande du moteur ; Le Switch SW1 pour l'arrêt d'essuie-glace et le passage de la petite vitesse vers la grande. On a utilisé un moteur à CC de six fils pour satisfaire aux besoins de notre conception qui sera basée aussi au programme qui a été préparé en langage C et convertit vers un programme en HEXA par le logiciel MikroC PRO for 8051.

En respectant bien notre cahier de charge, on aboutit le circuit électronique sous ISIS (Figure III.9) ; La visualisation 3D et le circuit imprimé (Figure III.10. &11).

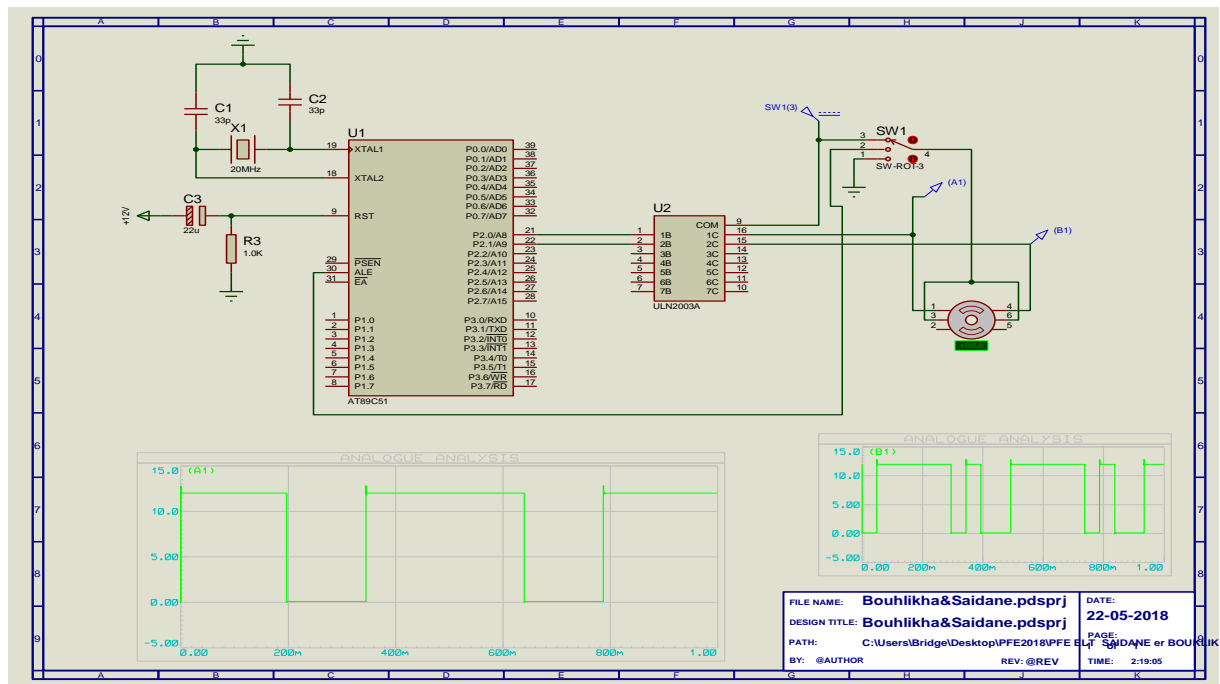


Figure III.9 : Circuit électronique sous ISIS

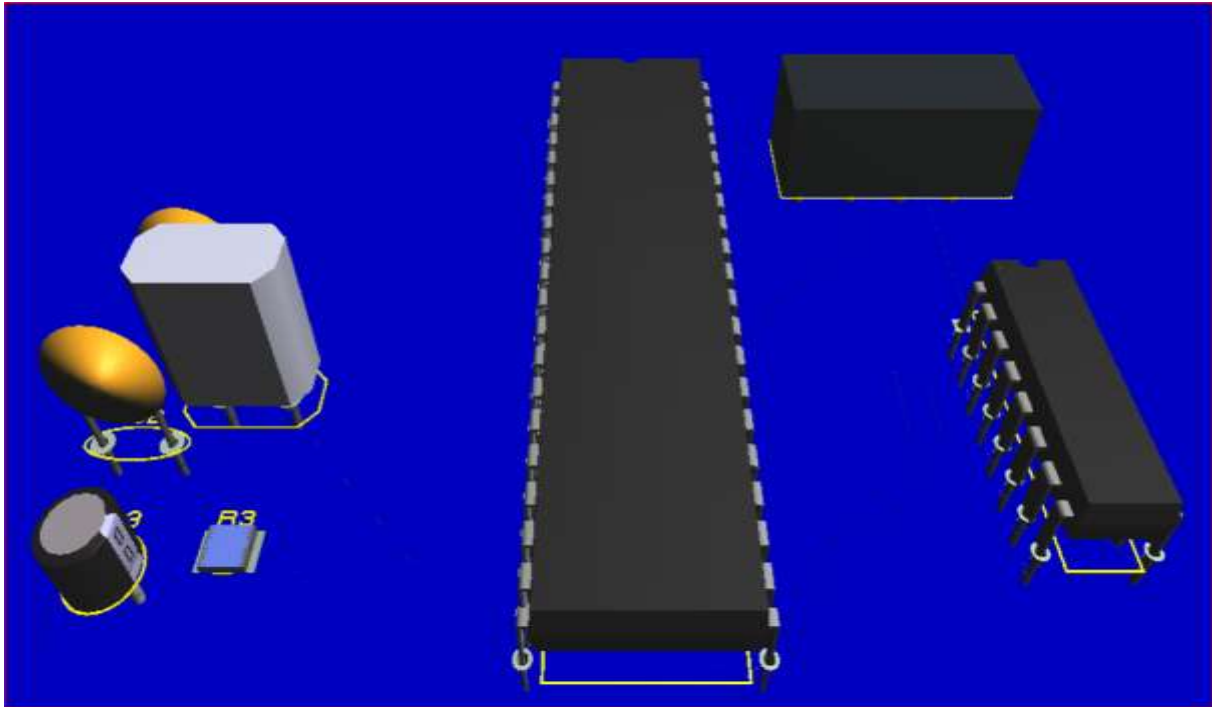


Figure III.10 : Visualisation 3D du circuit sous ARES

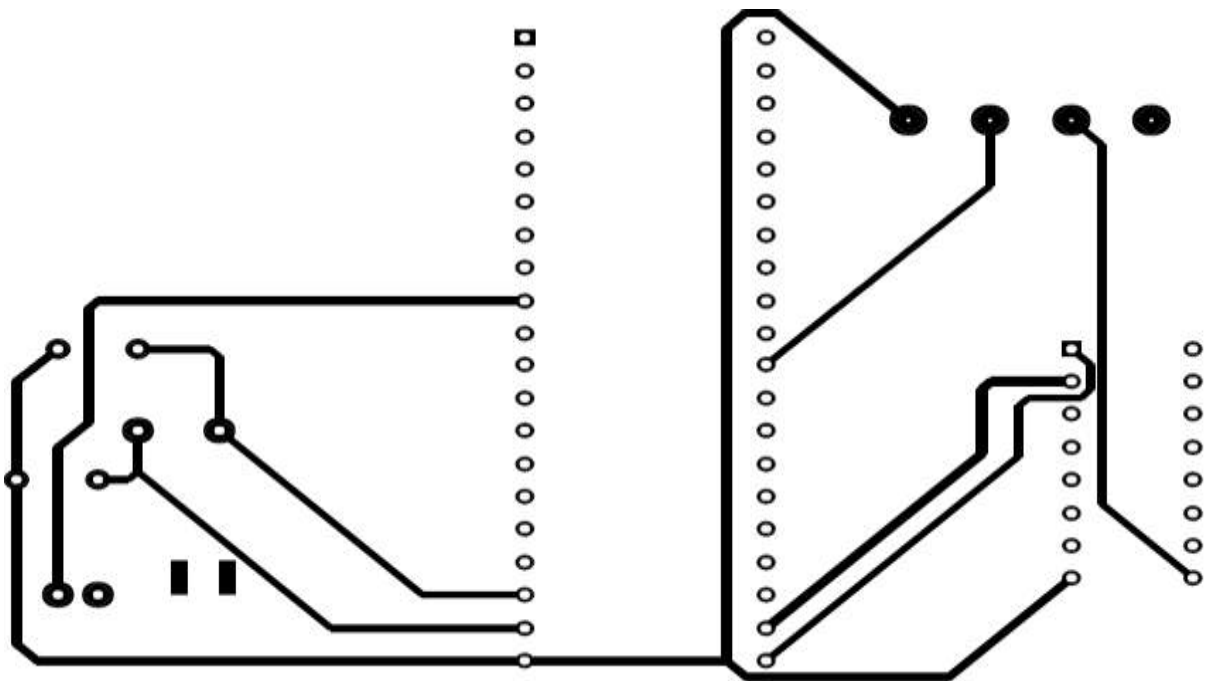
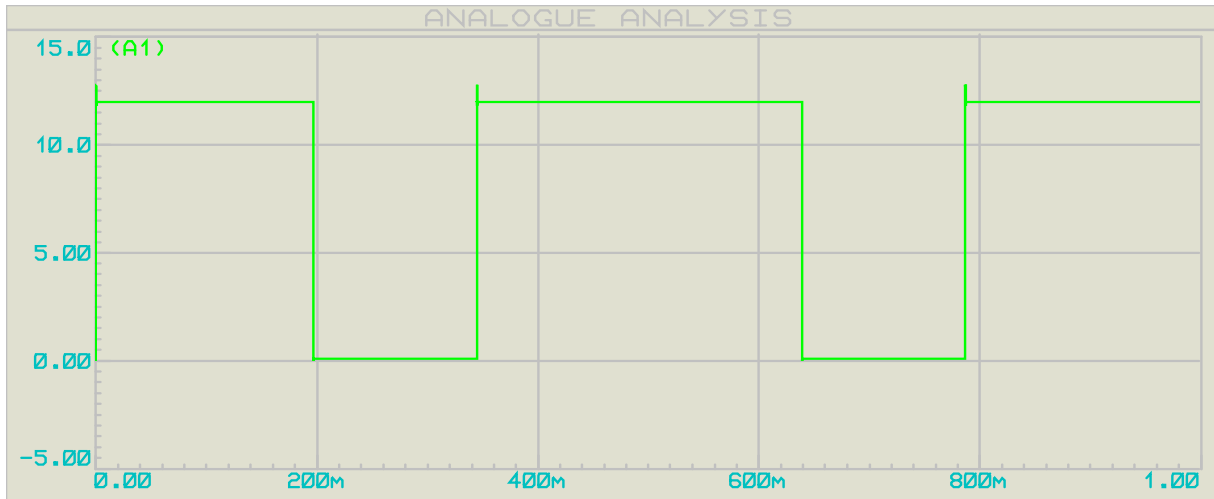


Figure III.11 : Circuit imprimé sous ARES

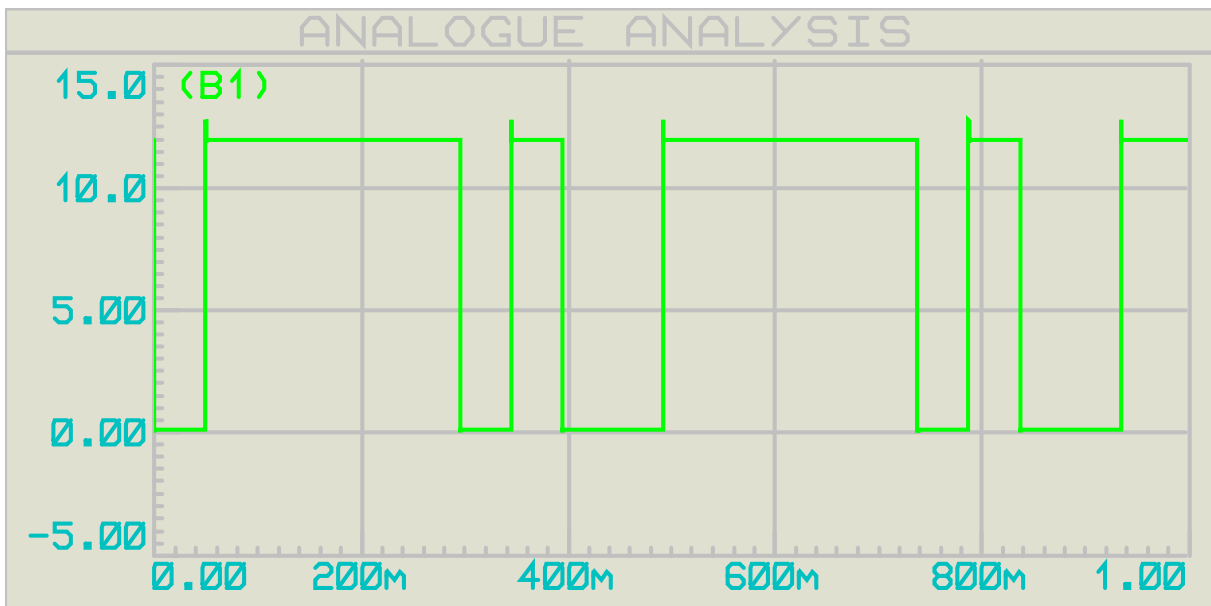


**III.3.5. Résultats et discussions :**

D'après les (Figure III.12&13) on voit bien qu'on a pu réaliser les MLI avec des rapports cycliques correspondent bien pour la commande du moteur CC avec une grande ou petite vitesse ;



**Figure III.12 :** MLI pour la commande de la grande vitesse du moteur CC



**Figure III.13 :** MLI pour la commande de la petite vitesse du moteur CC

### III.4.MikroC PRO 8051 :

Le 8051 est une architecture complexe d'ensembles d'instructions introduite en 1980 par Intel. Et tandis que le fabricant d'origine ne les produit plus, ATMEL continue de le faire. Éprouvé sur des décennies d'utilisation à long terme, le 8051 est présent dans de nombreux modèles existants et constitue un bon outil d'apprentissage pour commencer avec les MCU. En fait, de nombreuses écoles et universités à travers le monde fondent le curriculum sur 8051.

mikroC PRO for 8051 est un compilateur ANSI C complet pour les appareils 8051 d'ATMEL et de Silicon Labs. C'est la meilleure solution pour développer du code pour les appareils 8051. Le compilateur est livré avec un fichier d'aide complet et de nombreux exemples prêts à l'emploi. La licence du compilateur inclut des mises à niveau gratuites et un support technique de durée de vie du produit, ce qui facilite le développement.

#### III.4.1.Le Programme en C :

```
// Definition for output port and input pins
#define out_port (P2)
#define key_for (P0_bit.P0_0)
#define key_rev (P0_bit.P0_1)
// Define new types
typedef unsigned char uchar;
typedef unsigned int uint;
void delaysms(uint);
// Array of Stepping Sequences
uchar const sequence[8] = {0x02,0x06,0x04,0x0c,0x08,0x09,0x01,0x03};
void main(void)
{ uchar i;
  out_port = 0x02;
  while(1)
  { // Has the slow speed key been pressed ?
    { i = i<8 ? i+1 : 0;
      out_port = sequence[i];
      delaysms(20);
    }
    // Has the great speed key been pressed?
```

```
{ i = i>0 ? i-1 : 7;
out_port = sequence[i];
delayms(20);
}
}
}
void delayms(uint j)
{ uchar i;
for(; j>0; j--)
{ i = 50;
while (i--);
}
}
```

#### III.4.2. La simulation:

Nous avons eu recours à la simulation des différentes parties du système. Pour cela on utilise le logiciel ISIS qui est un très bon logiciel de simulation en électronique.

Isis est un éditeur de schémas qui intègre un simulateur analogique, logique ou mixte. Toutes Les opérations se passent dans cet environnement, aussi bien la configuration des différentes sources que le placement des sondes et le tracé des courbes.

La simulation permet d'ajuster et de modifier le circuit comme si on manipulait un montage réel. Ceci permet d'accélérer le prototypage et de réduire son coût.

Il faut toujours prendre en considération que les résultats obtenus de la simulation sont un Peu différents de celles du monde réel, et ce dépend de la précision des modèles des Composants et de la complication des montages.

#### III.5.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté la partie qui concerne la conception du circuit électronique ; à laide du logiciel Proteus ISIS puis on a passé au circuit imprimé et la visualisation de la forme 3D par Proteus ARES comme on a essayé de faire fonctionner notre

circuit par la programmation du microcontrôleur 8051, et la deuxième partie où on a présenté le programmeur MikroC PRO et on a utilisé un programme en langage C déjà préparé et on a ajouté quelques modifications pour son adaptation avec notre objectif ; le MikroC nous a aidé de faire convertir le programme en langage C vers un programme en HEXA afin que nous puissions l'installer dans notre fameux microcontrôleur.

# *Conclusion Générale*

## *Références et bibliographie*

# Bibliographie

[2] :Génie électrotechnique, Warne, 544 p., 2007

[4] :Génie électrotechnique, Warne, 544 p., 2007

[18] : Mémoire Commande des équipements électriques par microcontrôleurs, chapitre 1 l'architecture générale des microcontrôleurs réalisé par Adjiba Brahim.

[20] : Mémoire Réalisation d'une minuterie polyvalente chapitre 2 généralités sur les microcontrôleurs réalisé par Hadj Said Karim.

# Webographie

[1][https://sb.epfl.ch/files/content/sites/fsb/files/sph/TPD/FR/G4\\_Moteurs\\_electriques\\_continu.pdf](https://sb.epfl.ch/files/content/sites/fsb/files/sph/TPD/FR/G4_Moteurs_electriques_continu.pdf)

[3] :<https://fr.scribd.com/document/225136376/Manual-IAE>

[5] :<https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/le-moteur-a-courant-continu-principe>

[6] :<http://www.mdp.fr/documentation/lexique/courant-continu/definition.html>

[7] :<http://www.maxicours.com/se/fiche/4/1/132841.html#>

[8] : [www.ac-nancy-metz.fr/.../Commande%20MLI/Commande%20MLI%20\\_PWM\\_.pdf](http://www.ac-nancy-metz.fr/.../Commande%20MLI/Commande%20MLI%20_PWM_.pdf)

[9] :[http://www.lycee-ferry-versailles.fr/si\\_new/6\\_2\\_cinematique/tp\\_essuie\\_glance/TD\\_essuie\\_glance\\_scenicV2.pdf](http://www.lycee-ferry-versailles.fr/si_new/6_2_cinematique/tp_essuie_glance/TD_essuie_glance_scenicV2.pdf)

[10] :<https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/412025/moteur-essuie-glance>

[11] :<https://www.euromaster.fr/lexique/balai-dessuie-glance>

[12] : <https://pieces-auto.oscaro.com/balai-d-essuie-glace-298-g>

[13] : <http://www.autoscout24.fr/themes/entretien-voiture/vitres/probleme-essuie-glace/>

[14] : <https://www.piecesauto24.com/moteur-dessuie-glace>

[15] : <https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/412025/moteur-essuie-glace>

[16] : <https://www.les-electroniciens.com/sites/default/files/cours/intel8051.pdf>

[17] : <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=6737>

[19] : <https://www.arrow.com/fr-fr/research-and-events/articles/how-to-pick-the-best-8-or-32bit-microcontroller-for-your-next-design>

[21] : [http://meidoyen.openelement.fr/Files/Other/Structure%20generale\\_prof.pdf](http://meidoyen.openelement.fr/Files/Other/Structure%20generale_prof.pdf)

[22] : <file:///C:/Users/pc/Desktop/PFE%20ELT%20%20NE%20er%20HA/intel8051.pdf>

[23] : <https://www.eyrolles.com/Informatique/Livre/je-programme-en-pascal-les-microcontrolleurs-de-la-famille-8051-9782866610982>

[24]: <file:///C:/Users/pc/Desktop/PFE%20ELT%20%20NE%20er%20OHA/intel8051.pdf>

[25] : <https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-200204/9345>

[26] : <http://www.etudier.com/dissertations/Microcontr%C3%B4leur-Cygnal-C8051F020/365772.html>

[27] : <http://www.etudier.com/dissertations/Microcontr%C3%B4leur-Cygnal-C8051F020/365772.html>

[28] : <http://www.etudier.com/dissertations/Microcontr%C3%B4leur-Cygnal-C8051F020/365772.html>

[29] : <http://www.experian.fr/marketing-services/ressources/glossaire/gestion-des-adresses.html>

[30] : <https://rmdiscala.developpez.com/cours/LesChapitres.html/Cours1/Chap1.5.htm>

[31] : [https://wiki.labomedia.org/index.php/Stocker\\_des\\_donn%C3%A9es\\_dans\\_la\\_m%C3%A9moire\\_programme](https://wiki.labomedia.org/index.php/Stocker_des_donn%C3%A9es_dans_la_m%C3%A9moire_programme)

[32] : <https://www.usinenouvelle.com/expo/portes-d-entree-o1224.html>

[33] : <http://home.roboticlab.eu/fr/avr/timers>

[34] : [https://projets-ima.plil.fr/mediawiki/index.php/Communication\\_s%C3%A9rie,\\_2012/2013,\\_TD2](https://projets-ima.plil.fr/mediawiki/index.php/Communication_s%C3%A9rie,_2012/2013,_TD2)

[35] : <http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/cs/node71.html>

[36] : <https://dictionnaire.reverso.net/francais-definition/circuit+d%27horloge>

[37] : <http://forums.futura-sciences.com/electronique/490518-difference-entre-cycle-machine-cycle-dhorloge.htm>

[38] : [https://archive.org/stream/Electronique\\_et\\_Loisirs\\_002\\_\\_1999-06/Electronique\\_et\\_Loisirs\\_002\\_\\_1999-06\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/Electronique_et_Loisirs_002__1999-06/Electronique_et_Loisirs_002__1999-06_djvu.txt)

[39] : <https://www.letudiant.fr/boite-a-docs/document/comprendre-et-utiliser-la-notion-de-fonction.html>

[40] : [http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki\\_reference\\_arduino/pmwiki.php?n=Main.MaterielUno](http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.MaterielUno)

[41] : <http://www.uvt.rnu.tn/ressources-uvt/cours/microprocesseurs-microcontrolleurs/microcontrolleurs/pdf/chapitre4.pdf>

[42] : [https://www.st-andrews.ac.uk/~www\\_pa/Scots\\_Guide/datasheets/trans/4583.html](https://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/datasheets/trans/4583.html)

[43] : <http://f5zv.pagesperso-orange.fr/RADIO/RM/RM24/RM24G/RM24G13.html>



- [44] : <https://ptelectronics.ru/wp-content/uploads/Ceramic142.pdf>
- [45] : <http://www.materiel-informatique.be/quartz.php>
- [46] : <http://fr.rmbttmotor.com/news/what-is-the-difference-between-an-ac-motor-and-6012008.html>
- [47] : <https://www.jameco.com/shop/keyword=1.0-K-Ohm-Resistor>
- [48] : <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>
- [49] : <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>
- [50] : <http://blewando.dlinkddns.com/elv/Promo2016/th4/pag1.html>
- [51] : <http://forums.futura-sciences.com/logiciel-software-open-source/556870-logiciel-proteus-ares.html>
- [52] : <https://www.mikroe.com/mikroc-8051>

**Liste des figures :**

- [1] : <https://www.auto-crepy-pneus.fr/essui-glace/page/27/>
- [2] : [https://www.memoireonline.com/04/11/4391/m\\_Asservissement-de-vitesse-dune-charge-mecanique-entrainee-par-un-moteur-a-courant-continu-a-exc2.html](https://www.memoireonline.com/04/11/4391/m_Asservissement-de-vitesse-dune-charge-mecanique-entrainee-par-un-moteur-a-courant-continu-a-exc2.html)
- [3] : <https://www.google.dz/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Felharzli.com%2Fimages%2FMCCserie>
- [4] : <http://www.elharzli.com/MCCshunt.php>
- [5] : <http://electronique1.blogspot.com/2011/02/caracteristiques-des-moteurs-courant.html>
- [6] : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11530>
- [7] : <http://forum.dyaneclub.fr/viewtopic.php?id=1261>
- [8] : [http://vehiculeelectriqueudf.com/article\\_vehicule\\_electrique.php?billet=6](http://vehiculeelectriqueudf.com/article_vehicule_electrique.php?billet=6)
- [9] : <http://sa.ge.sts.free.fr/Wiki/pmwiki.php?n=SA.RegTrans1MCC>
- [10] : <http://www.f-legrand.fr/scidoc/docmml/sciphys/tpelectro/modimpulsion/modimpulsion.html>
- [11] : <https://mespotesgeek.fr/fr/variation-de-puissance-electrique-via-raspberry/>
- [12] : <http://www.boutique-garagesports.fr/613-moteur-essuie-glace-opel-corsa-et-tigra.html>
- [13] : <http://www.boutique-garagesports.fr/613-moteur-essuie-glace-opel-corsa-et-tigra.html>
- [14] : <https://www.electronicshub.org/8051-microcontroller-projects-engineering-students/>
- [15] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Intel\\_8051](https://fr.wikipedia.org/wiki/Intel_8051)
- [16] : [http://www.erst.ch/english/ip\\_cores\\_not\\_supported/aes/aes.html](http://www.erst.ch/english/ip_cores_not_supported/aes/aes.html)
- [17] : [http://www.erst.ch/english/ip\\_cores\\_not\\_supported/aes/aes.html](http://www.erst.ch/english/ip_cores_not_supported/aes/aes.html)
- [18] : <http://www.futurlec.com/80Series/80C51.shtml>
- [19] : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-microcontroller-8051.html>
- [20] : <http://www.elektronique.fr/cours/resistance/resistance.php>
- [21] : <https://www.cdiscount.com/maison/r-condensateur+electrolytique.html>
- [22] : <https://www.cdiscount.com/bricolage/electricite/30-values-300pcs-2pf-0-1uf-condensateur-ceramique/f-1661416-tem6400897512145.html>

[23] : <http://www.composant-electronique-pas-cher.com/composants-electroniques-actifs/19-quartz-crystal-16-mhz-hc-49s.html>

[24] : <https://es.rs-online.com/web/p/moteurs-dc/3213186/>

[25] : <http://www.elektronique.fr/cours/resistance/resistance.php>

**Liste des tableaux :**

[1] : <http://deplim.com/architecture-8051/8051-microcontroller-architecture-pdf-zip.html>

[2] : <https://www.scoop.international.com/territoire-2-0/p/4087244098/2017/10/21/securing-smart-cities-using-blockchain-technology-ieee-conference-publication-griffithuniversity>

# *Annexes*

# Atmel 8051 Microcontroller Family - Product Selection Guide

Device	89C1051	89C1051U	89C2051	89C4051	89C51	89C52	89C55	89S8252	89S53	
<b>ON-CHIP MEMORY</b>										
Flash (Bytes)	1K	1K	2K	4K	4K	8K	20K	8K	12K	
EEPROM (Bytes)	0	0	0	0	0	0	0	2K	0	
SRAM (Bytes)	64	64	128	128	128	256	256	256	256	
In-System Programmable (ISP)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	
<b>HARDWARE FEATURES</b>										
I/O Pins	15	15	3	5	32	32	20	20	32	
Enhanced LED I/O Drivers	YES	YES	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO	
SPI Port	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	
Full Duplex Serial UART	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	
Watchdog Timer	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	
Timers/Counters	1	2	2	2	2	3	3	3	3	
Analogue Comparator	1	1	1	1	1	NO	NO	NO	NO	
IDLE and Power Down modes	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	
Dual Data Pointer	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	
Interrupt sources	3	6	6	6	6	8	8	9	9	
<b>MISCELLANEOUS</b>										
On-chip RC Oscillator	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Max External Clock Frequency	24MHz	24MHz	24MHz	24MHz	24MHz	24MHz	24MHz	24MHz	24MHz	
VCC Voltage Range (V)	2.7-6.0	2.7-6.0	2.7-6.0	2.7-6.0	4.0-6.0	4.0-6.0	4.0-6.0	4.0-6.0	4.0-6.0	
Brown-out protection	NO	NO	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO	
<b>EQUINOX SUPPORT TOOLS</b>										
Micro-ISP Series III Programmer	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	ISP only	ISP only/NO	Farnell Order Code: 111-776 Equinox Order Code: EQ-8051-ST1 (UK)
Micro-ISP Series IV Programmer	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	ISP only	ISP only	302-2365 AVR-DV1 (UK)
Micro-ISP Series IV LV Programmer	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	ISP only	ISP only	302-2298 UISP-S4
Micro-Pro Device Programmer	PAR	PAR	PAR	PAR	PAR	PAR	PAR	PAR	PAR	111-715 USP-LV4
8051 Starter System	PAR	PAR	PAR	PAR	NO	NO	NO	ISPPAR	ISPPAR	111-806 MPW-PLUS (UK)
Equinox Guide to C & the 8051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	302-2328 BK-CS1-1
EQ-895-ST1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	ISP only	ISP only	302-2237 EQ-895-ST1
PK51-2K	YES	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO	121-058 PK51-2K
PK51-BK-UPG	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	NO	302-2262 PK51-BK-UPG
AIMWriter Universal Programmer	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES	YES	NO	302-2226 SG-ALLWRITER

Max speed depends on Vcc voltage. Frequencies and Currents listed are for Vcc= 5.0V & T=25c

\*\*Low voltage operation = 2.7-6.0V Operation

### Key

- SRAM** - Static RAM
- ISP** - In-System Programmable
- I/O** - Input/Output
- ADC** - Analogue to Digital Converter
- SPI** - Serial Peripheral Interface
- PWM** - Pulse Width Modulation
- PAR** - Parallel programming mode
- FLASH** - Reprogrammable Code Memory
- EEPROM** - Parallel programming mode

For further information please contact Equinox Technologies UK Ltd on Tel: +44 (0) 1204 529000 Fax: +44 (0) 1204 535555 E-mail: sales@equinox-tech.com

Disclaimer: Whilst information is supplied in good faith, we are not liable for any errors or omissions. Please consult the relevant Atmel datasheet. E&OE



# Atmel 8051 Microcontroller Family - Product Selection Guide

Continued...

Device	89C1051	89C1051U	89C2051	89C4051	89C51	89C52	89C55	89S8252	89S53	Farnell Order Code	Equinox Order Code
<b>EQUINOX SUPPORT TOOLS</b>											
SS-895-DIL40	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	Fitted	NO	795-252	EQ-8051-ST1 (UK)
SS-895-PLCC44	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	Fitted	NO	795-264	AVR-DV1 (UK)
SS-895-20P	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	Fitted	NO	120-996	UISP-S4
AD-PLCC44-A	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	701-040	AD-PLCC44-A
AD-SOIC20-A	YES	YES	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO	701-051	AD-SOIC20-A
<b>PACKAGE TYPES (Farnell Codes)</b>											
20P3 (24PQ)	701-063	123-093	701-087	120-911	-	-	-	-	-		
20S (24SC)	701-075	120-900	-	120-923	-	-	-	-	-		
40P6 (24PQ)	-	-	-	-	700-988	701-014	302-2341	795-392	120-935		
44I (24IC)	-	-	-	-	795-355	795-367	302-2353	795-409	120-947		
44A (24IC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

---

## Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

## Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



---

**8-bit  
Microcontroller  
with 4K Bytes  
In-System  
Programmable  
Flash**

---

**AT89S51**

---

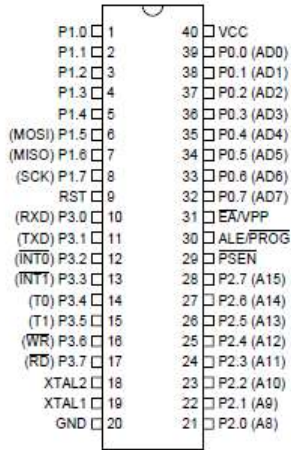
Rev. 2487A-10/01



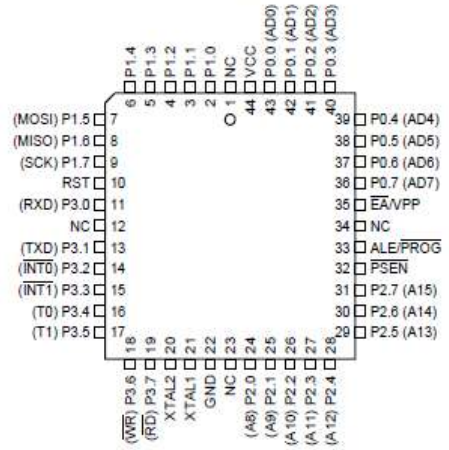


## Pin Configurations

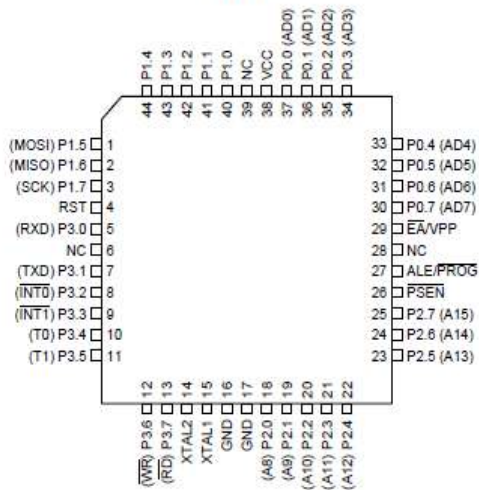
**PDIP**



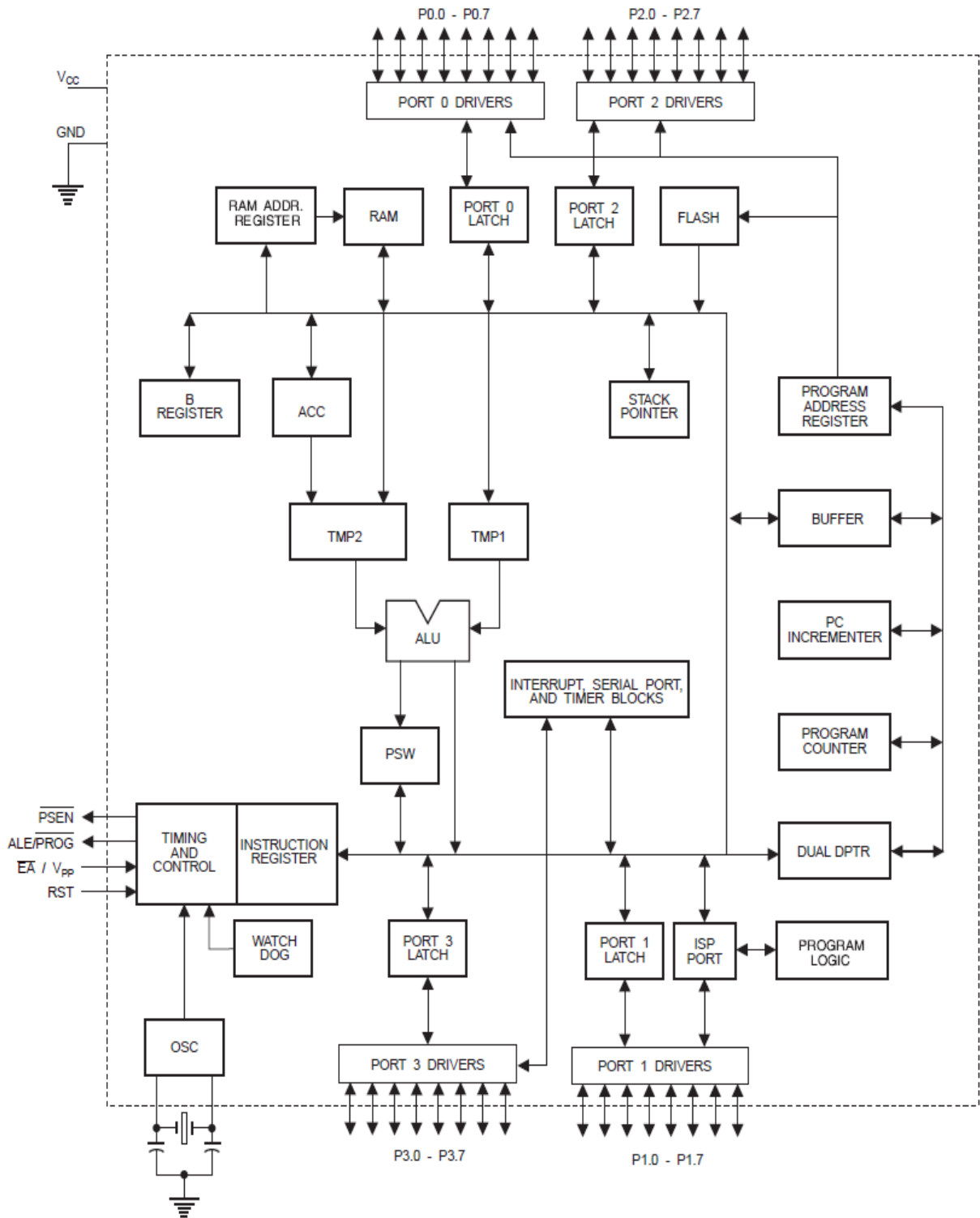
**PLCC**



**TQFP**



# Block Diagram





## Pin Description

**VCC** Supply voltage.

**GND** Ground.

**Port 0** Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

**Port 1** Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

**Port 2** Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

**Port 3** Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.



Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

## RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

## ALE/PROG

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

## PSEN

Program Store Enable ( $\overline{\text{PSEN}}$ ) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory,  $\overline{\text{PSEN}}$  is activated twice each machine cycle, except that two  $\overline{\text{PSEN}}$  activations are skipped during each access to external data memory.

## EA/VPP

External Access Enable.  $\overline{\text{EA}}$  must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed,  $\overline{\text{EA}}$  will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$  should be strapped to  $V_{CC}$  for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage ( $V_{PP}$ ) during Flash programming.

## XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

## XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier

## Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

**Table 1.** AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H									0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX0XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 0000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

**Interrupt Registers:** The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.

**Table 2.** AUXR: Auxiliary Register

AUXR		Address = 8EH					Reset Value = XXX00XX0B	
Not Bit Addressable								
	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
–	Reserved for future expansion							
DISALE	Disable/Enable ALE							
	DISALE							
	Operating Mode							
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency						
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction						
DISRTO	Disable/Enable Reset out							
	DISRTO							
	0	Reset pin is driven High after WDT times out						
	1	Reset pin is input only						
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WDIDLE							
	0	WDT continues to count in IDLE mode						
	1	WDT halts counting in IDLE mode						

**Dual Data Pointer Registers:** To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.





**Power Off Flag:** The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to “1” during power up. It can be set and rest under software control and is not affected by reset.

**Table 3.** AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXXXX0B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
	–	–	–	–	–	–	–	0
								1
–	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
	DPS							
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

## Memory Organization

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

### Program Memory

If the  $\overline{EA}$  pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89S51, if  $\overline{EA}$  is connected to  $V_{CC}$ , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

### Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

## Watchdog Timer (One-time Enabled with Reset-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

## Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is  $98 \times TOSC$ , where  $TOSC = 1/FOSC$ . To make the best use of the WDT, it

should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

## WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt, which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S51 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

To ensure that the WDT does not overflow within a few states of exiting Power-down, it is best to reset the WDT just before entering Power-down mode.

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S51 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

With WDIDLE bit enabled, the WDT will stop to count in IDLE mode and resumes the count upon exit from IDLE.

## UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

## Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

## Interrupts

The AT89S51 has a total of five interrupt vectors: two external interrupts ( $\overline{INT0}$  and  $\overline{INT1}$ ), two timer interrupts (Timers 0 and 1), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 1.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 4 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89S51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle

**Table 4. Interrupt Enable (IE) Register**

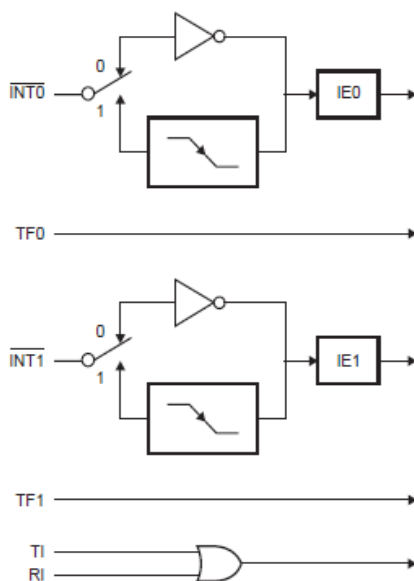
(MSB)				(LSB)			
EA	–	–	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Enable Bit = 1 enables the interrupt.							
Enable Bit = 0 disables the interrupt.							

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
–	IE.6	Reserved
–	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

**Figure 1. Interrupt Sources**

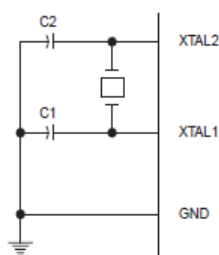




## Oscillator Characteristics

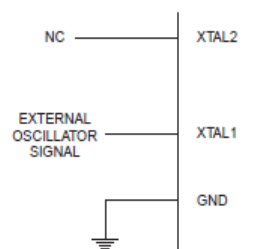
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 3. External Clock Drive Configuration



## Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

## Power-down Mode

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt into INT0 or INT1. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V<sub>CC</sub> is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.



Power-off sequence (if needed):

Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).

Set RST to "L".

Turn V<sub>CC</sub> power off.

**Data Polling:** The Data Polling feature is also available in the serial mode. In this mode, during a write cycle an attempted read of the last byte written will result in the complement of the MSB of the serial output byte on MISO.

### Serial Programming Instruction Set






The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8 on page 18.

### Programming Interface – Parallel Mode

Every code byte in the Flash array can be programmed by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

**Table 7.** Flash Programming Modes

Mode	V <sub>CC</sub>	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V <sub>PP</sub>	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L	 <sup>(2)</sup>	12V	L	H	H	H	H	D <sub>IN</sub>	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D <sub>OUT</sub>	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	 <sup>(1)</sup>	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
  2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
  3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
  4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
  5. X = don't care.



**Table 4.** Interrupt Enable (IE) Register

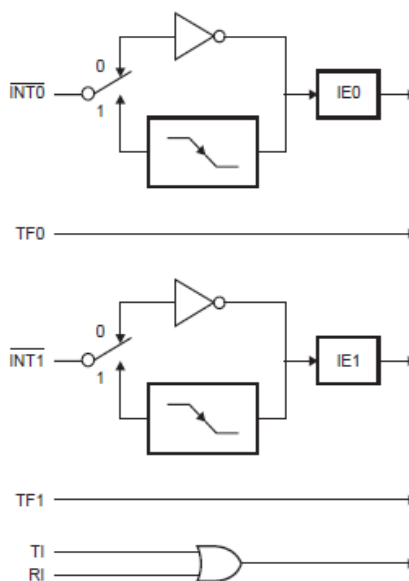
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Enable Bit = 1 enables the interrupt.							
Enable Bit = 0 disables the interrupt.							

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
-	IE.6	Reserved
-	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

**Figure 1.** Interrupt Sources



**Description**

The ULN2002A, ULN2003A and ULN2004A are high voltage, high current Darlington arrays each containing seven open collector common emitter pairs. Each pair is rated at 500mA. Suppression diodes are included for inductive load driving, the inputs and outputs are pinned in opposition to simplify board layout.

Device options are designed to be compatible with common logic families:

- ULN2002A (14-25V PMOS)
- ULN2003A (5V TTL, CMOS)
- ULN2004A (6-15V CMOS, PMOS)

These devices are capable of driving a wide range of loads including solenoids, relays, DC motors, LED displays, filament lamps, thermal print-heads and high-power buffers.

The ULN2002A, ULN2003A and ULN2004A are available in both a small outline 16-pin package (SO-16) and PDIP-16 package.

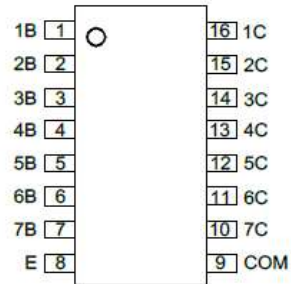
**Features**

- 500mA Rated Collector Current (Single Output)
- High Voltage Outputs: 50V
- Output Clamp Diodes
- Inputs Compatible with Popular Logic Types
- Relay Driver Applications
- "Green" Molding Compound (No Br, Sb)
- **Totally Lead-Free & Fully RoHS Compliant (Notes 1 & 2)**
- Halogen and Antimony Free. "Green" Device (Note 3)

- Notes:
1. No purposely added lead. Fully EU Directive 2002/95/EC (RoHS) & 2011/65/EU (RoHS 2) compliant.
  2. See [http://www.diodes.com/quality/lead\\_free.html](http://www.diodes.com/quality/lead_free.html) for more information about Diodes Incorporated's definitions of Halogen- and Antimony-free, "Green" and Lead-free.
  3. Halogen- and Antimony-free "Green" products are defined as those which contain <900ppm bromine, <900ppm chlorine (<1500ppm total Br + Cl) and <1000ppm antimony compounds.

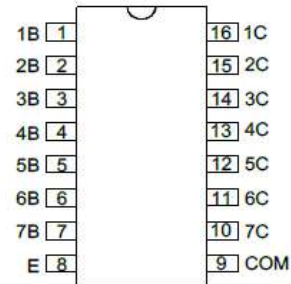
**Pin Assignments**

(Top View)



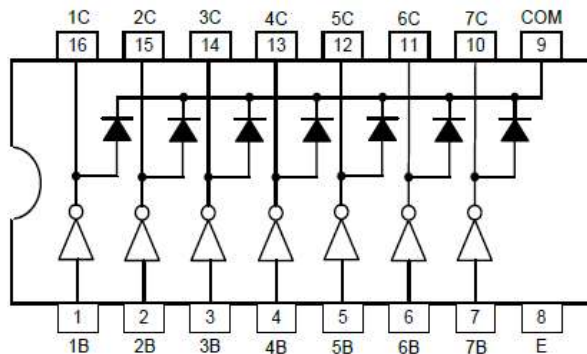
SO-16

(Top View)

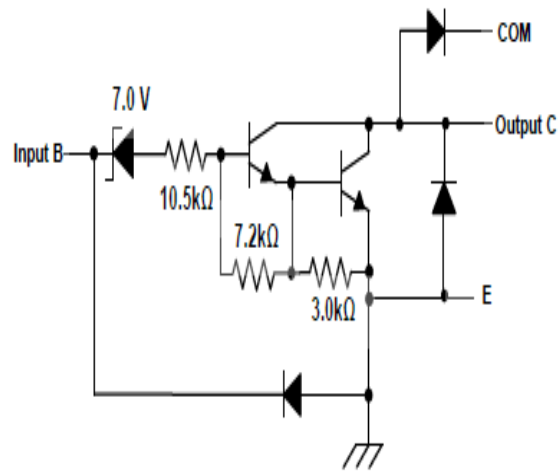


PDIP-16

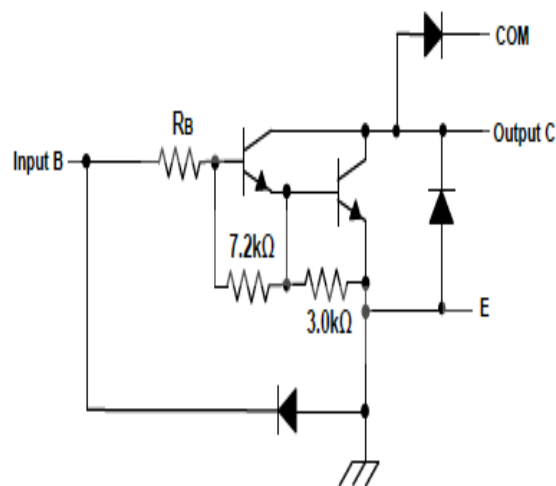
**Connection Diagram**



# Functional Block Diagram



ULN2002A



ULN2003A:  $R_B = 2.7k$   
 ULN2004A:  $R_B = 10.5k$

ULN2003A, ULN2004A

**Absolute Maximum Ratings** (Note 4) (@ $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified.)

Symbol	Parameter		Rating	Unit
$V_{CC}$	Collector to Emitter Voltage		50	V
$V_R$	Clamp Diode Reverse Voltage (Note 5)		50	V
$V_I$	Input Voltage (Note 5)		30	V
$I_{CP}$	Peak Collector Current		500	mA
$I_{OK}$	Output Clamp Current		500	mA
$I_{TE}$	Total Emitter Current		-2.5	A
$\theta_{JA}$	Thermal Resistance Junction-to-Ambient (Note 6)	SO-16	63.0	$^\circ\text{C/W}$
		PDIP-16	50.0	
$\theta_{JC}$	Thermal Resistance Junction-to-Case (Note 7)	SO-16	12.0	$^\circ\text{C/W}$
		PDIP-16	15.0	
$T_J$	Junction Temperature		+150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature		-65 to +150	$^\circ\text{C}$

- Notes:
- Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only. Functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
  - All voltage values are with respect to the emitter/substrate terminal E, unless otherwise noted.
  - Maximum power dissipation is a function of  $T_J(\text{max})$ ,  $\theta_{JA}$  and  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is  $P_D = (T_J(\text{max}) - T_A)/\theta_{JA}$ . Operating at the absolute maximum  $T_J$  of +150 $^\circ\text{C}$  can affect reliability.
  - Maximum power dissipation is a function of  $T_J(\text{max})$ ,  $\theta_{JC}$  and  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is  $P_D = (T_J(\text{max}) - T_C)/\theta_{JC}$ . Operating at the absolute maximum  $T_J$  of +150 $^\circ\text{C}$  can affect reliability.

**Recommended Operating Conditions**

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
$V_{CC}$	Collector to Emitter Voltage	—	50	V
$T_A$	Operating Ambient Temperature	-40	+105	$^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics** (@ $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified.)

ULN2002A								
Symbol	Parameter	Test Figure	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
$V_{I(\text{ON})}$	On State Input Voltage	6	$V_{CE} = 2\text{V}$ , $I_C = 300\text{mA}$	—	—	13	V	
$V_{CE(\text{SAT})}$	Collector Emitter Saturation Voltage	5	$I_I = 250\mu\text{A}$ , $I_C = 100\text{mA}$	—	0.9	1.1	V	
			$I_I = 350\mu\text{A}$ , $I_C = 200\text{mA}$	—	1	1.3		
			$I_I = 500\mu\text{A}$ , $I_C = 350\text{mA}$	—	1.2	1.6		
$V_F$	Clamp Forward Voltage	8	$I_F = 350\text{mA}$	—	1.7	2	V	
$I_{CEX}$	Collector Cut-off Current	1	$V_{CE} = 50\text{V}$ , $I_I = 0$	—	—	50	$\mu\text{A}$	
		2	$V_{CE} = 50\text{V}$ , $T_A = +105^\circ\text{C}$ , $I_I = 0$ , $V_I = 6\text{V}$	—	—	100		
$I_{I(\text{OFF})}$	Off State Input Current	3	$V_{CE} = 50\text{V}$ , $I_C = 500\mu\text{A}$	50	65	—	$\mu\text{A}$	
$I_I$	Input Current	4	$V_I = 17\text{V}$	—	0.82	1.25	mA	
$I_R$	Clamp Reverse Current	7	$V_R = 50\text{V}$	$T_A = +105^\circ\text{C}$	—	—	100	$\mu\text{A}$
				—	—	—	50	
$C_I$	Input Capacitance	—	$V_I = 0$ , $f = 1\text{MHz}$	—	—	25	pF	

**Electrical Characteristics** (Cont.) (@T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise specified.)

ULN2003A								
Parameter	Test Figure	Test Conditions		Min	Typ	Max	Unit	
V <sub>I(ON)</sub>	On State Input Voltage	6	V <sub>CE</sub> = 2V	I <sub>C</sub> = 200mA	—	—	2.4	V
				I <sub>C</sub> = 250mA	—	—	2.7	
				I <sub>C</sub> = 300mA	—	—	3	
V <sub>CE(SAT)</sub>	Collector Emitter Saturation Voltage	5		I <sub>I</sub> = 250μA, I <sub>C</sub> = 100mA	—	0.9	1.1	V
				I <sub>I</sub> = 350μA, I <sub>C</sub> = 200mA	—	1	1.3	
				I <sub>I</sub> = 500μA, I <sub>C</sub> = 350mA	—	1.2	1.6	
V <sub>F</sub>	Clamp Forward Voltage	8	I <sub>F</sub> = 350mA	—	1.7	2	V	
I <sub>CEX</sub>	Collector Cut-off Current	1	V <sub>CE</sub> = 50V, I <sub>I</sub> = 0	—	—	50	μA	
		2	V <sub>CE</sub> = 50V, T <sub>A</sub> = +105°C, I <sub>I</sub> = 0	—	—	100		
I <sub>I(OFF)</sub>	Off State Input Current	3	V <sub>CE</sub> = 50V, I <sub>C</sub> = 500μA	50	65	—	μA	
I <sub>I</sub>	Input Current	4	V <sub>I</sub> = 3.85V	—	0.93	1.35	mA	
I <sub>R</sub>	Clamp Reverse Current	7	V <sub>R</sub> = 50V	T <sub>A</sub> = +105°C	—	—	100	μA
				—	—	—	50	
C <sub>I</sub>	Input Capacitance	—	V <sub>I</sub> = 0, f = 1MHz	—	15	25	pF	
ULN2004A								
Parameter	Test Figure	Test Conditions		Min	Typ	Max	Unit	
V <sub>I(ON)</sub>	On State Input Voltage	6	V <sub>CE</sub> = 2V	I <sub>C</sub> = 125mA	—	—	5	V
				I <sub>C</sub> = 200mA	—	—	6	
				I <sub>C</sub> = 275mA	—	—	7	
				I <sub>C</sub> = 350mA	—	—	8	
V <sub>CE(SAT)</sub>	Collector Emitter Saturation Voltage	5		I <sub>I</sub> = 250μA, I <sub>C</sub> = 100mA	—	0.9	1.1	V
				I <sub>I</sub> = 350μA, I <sub>C</sub> = 200mA	—	1	1.3	
				I <sub>I</sub> = 500μA, I <sub>C</sub> = 350mA	—	1.2	1.6	
V <sub>F</sub>	Clamp Forward Voltage	8	I <sub>F</sub> = 350mA	—	1.7	2	V	
I <sub>CEX</sub>	Collector Cut-off Current	1	V <sub>CE</sub> = 50V, I <sub>I</sub> = 0	—	—	50	μA	
		2	V <sub>CE</sub> = 50V, T <sub>A</sub> = +105°C, I <sub>I</sub> = 0, V <sub>I</sub> = 6V	—	—	500		
I <sub>I(OFF)</sub>	Off State Input Current	3	V <sub>CE</sub> = 50V, I <sub>C</sub> = 500μA	50	65	—	μA	
I <sub>I</sub>	Input Current	4	V <sub>I</sub> = 5V	—	0.35	0.5	mA	
I <sub>R</sub>	Clamp Reverse Current	7	V <sub>R</sub> = 50V	T <sub>A</sub> = +105°C	—	—	100	μA
				—	—	—	50	
C <sub>I</sub>	Input Capacitance	—	V <sub>I</sub> = 0, f = 1MHz	—	15	25	pF	

## *Résumé*

L'essuie-glace est un dispositif comportant un moteur électrique à courant continu entraînant un ou deux balais, destinée à essuyer le pare-brise ou la glace arrière mouillés d'un véhicule.

L'objectif de notre projet consiste à faire l'étude d'un circuit électronique à base d'un microcontrôleur 8051 ; la conception du circuit électronique, circuit imprimée visualisation 3D du projet doivent être effectuées sous environnement du logiciel ISIS et ARES.

---

## *ملخص*

إن الماسحة عبارة عن جهاز يشتمل على محرك كهربائي يعمل بالتيار المباشر يقود واحدة أو اثنين من المكائس، بهدف مسح الزجاج الأمامي أو النافذة الخلفية للمركبة. الهدف من مشروعنا هو دراسة دارة الكترونية أساسها ميكروكنترولر 8051. تصميم هذه الدارة الالكترونية ولوحة الدائرة والتصوير الثلاثي الأبعاد الخاص بها يتم بواسطة برنامج بروتوس (إيزيس و أريس).

---

## *Abstract*

The wiper is a device comprising a DC electric motor driving one or two brooms, intended to wipe the wet windshield or rear window of a vehicle.

The aim of our project is to study an electronic circuit based on the microcontroller the design of the electronic circuit, printed circuit board and 3D visualization of the project must be carried out under the environment Proteus ISIS and ARES software.