

Table des Matieres

Introduction général.....09

Chapitre : 01

I) Introduction.....12

II.1) Les composants actifs et passifs.....12

1.1) Définition

1.2) Classification par type d'intégration

1.3) Classification par boîtier

II.2) Domaines d'application.....13

A/ Capteur

B/ Électrotechnique/électronique de puissance

C/ Électronique analogique

D/ Électronique numérique

E/ Interface humaine

III) Notions électriques fondamentales.....14

A) les résistances DE PULL-UP

A.1) Quelques Applications de Résistance de pull-up

B) les résistances DE PULL-DOWN

B.1) le montage d'une résistance de PULL-DOWN

IV) les composants qui construisent notre circuit.....18

V) Conclusion.....19

Chapitre : 02

I) Introduction.....21

II) Généralité sur les capteurs et les actionneurs21

II.1) Les Capteurs : Qu'est ce qu'un capteur ?.....21

II.2) Constitutions d'un capteur.....22

III) Les différents types de capteur.....22

A) Les capteurs actifs

B) Les capteurs passifs

C) Le Capteur intelligent

<i>IV) Le capteur dans la chaîne de mesure.....</i>	<i>24</i>
<i>V) Les caractéristiques d'un capteur.....</i>	<i>25</i>
<i>VI) Les Propriétés des capteurs.....</i>	<i>25</i>
<i>A) Les propriétés statiques d'un capteur</i>	
<i>B) Les Propriétés dynamiques d'un capteur</i>	
<i>VII) Les actionneurs.....</i>	<i>26</i>
<i>A) Définition</i>	
<i>B) Exemples d'actionneurs</i>	
<i>C) Performances et Caractéristiques des actionneurs</i>	
<i>D) QUELQUES TYPES DES ACTIONNEURS</i>	
<i>E) Les Avantages et les inconvénients des actionneurs</i>	
<i>VIII) Les capteurs de température.....</i>	<i>28</i>
<i>A) définition : Qu'est-ce que la température ?</i>	
<i>B) Le Choix de capteur : Comment choisir un capteur de température ?</i>	
<i>C) Types de capteurs de température</i>	
➤ <i>Les Thermocouples</i>	
➤ <i>Les sondes RTD</i>	
➤ <i>Les Thermistance</i>	
<i>D) Échelles des températures</i>	
➤ <i>Échelles thermodynamiques ou absolues</i>	
➤ <i>Échelles dérivées</i>	
➤ <i>Échelles Internationale de Température (EIT 90)</i>	
<i>IX) Domain d'application et fonctionnement.....</i>	<i>32</i>
<i>X) Etude générale sur le Capteur de température Ds18B20 (fameux).35</i>	
<i>X.1) Définition.....</i>	<i>35</i>
<i>X.2) Description générale.....</i>	<i>36</i>
<i>A) Applications.....</i>	<i>36</i>
<i>B) Avantages et caractéristiques.....</i>	<i>36</i>
<i>C) La description des pins (broche).....</i>	<i>37</i>
<i>D) Le schéma synoptique de Ds18B20.....</i>	<i>37</i>
<i>E) Opération-mesure de la température.....</i>	<i>38</i>
<i>F) Opération-alarme de signalisation.....</i>	<i>39</i>

G) Mise sous tension Le DS18S20.....	40
H) Mémoire.....	42
XI) conclusion.....	43

Chapitre : 03

I) Introduction.....	45
II) Etude générale sur les Microcontrôleurs PICs.....	45
II.1) Définitions	
a) <u>Définition 1</u> :	
b) <u>Définition 2</u> : Qu'est ce qu'un microcontrôleur (μ C)	
c) Pour identifier un PIC : on utilise simplement son numéro ?	
II.2) Intérêt des microcontrôleurs.....	46
II.3) Architecture des Pics.....	47
II.4) Programmation des Pics.....	47
II.5) Débogage de Pic.....	48
II.6) Familles de PIC.....	48
III) Etude du microcontrôleur P16F877A.....	49
III.1) Introduction.....	49
III.2) Les éléments essentiels du PIC16F877A.....	50
III.3) Le brochage de pic 16F877 A.....	50
III.4) les éléments de bases du pic 16F877A.....	51
4.1) L'Horloge	
4.2) Les registres internes	
4.3) Le module de conversion A/N	
4.4) Les ports d'E/S	
4.5) Les interruptions	
4.6) Les Timers	

IV) Etude générale sur les afficheurs à cristaux liquide (LCD).....	56
IV.1) Définition.....	56
IV.2) Présentation.....	57
2.1) Les bases des afficheurs LCD	
2.2) Le brochage d'un afficheur LCD	
2.3) Principe de fonctionnement	
A/ Mode 8 bits	
B/ Mode 4 bits	
2.4) Les mémoires	
V) Conclusion.....	60

Chapitre : 04

I) Introduction.....	62
II) Le circuit dans proteus Isis.....	63
III) Le circuit imprimé (le circuit de platine).....	63
III) Les étapes du montage et soudage de circuit imprimé.....	64
IV) conclusion.....	65
Conclusion général.....	67

Introduction général

Introduction général :

Ce projet est pour un objet de mesure de température c.-à-d. une réalisation d'un capteur de température ou un thermomètre.

Pour effectuer cette réalisation il nous faut trois composants principaux :

Le premier c'est notre composant principal le capteur de température DS18B20 (fameux), c'est un capteur numérique qui permet la mesure de la température sur la plage de -55 à $+125^{\circ}\text{C}$ avec un pas de 0.5°C .

Les deux autres composants sont le microcontrôleur pic16f877A c'est la partie dans laquelle on va programmer notre circuit et le dernier c'est l'afficheur LCD pour afficher le résultat de mesure de température.

Ce projet consiste à communiquer entre ces trois composants pour obtenir une mesure de température plus juste, net et précisée.

Le capteur de température DS18B20 s'appuie sur le protocole *One-Wire* pour communiquer avec le microcontrôleur et transmettre sa mesure, Le protocole de communication *One-Wire* permet d'utiliser plusieurs capteurs sur un même fil. Chaque capteur est alors identifié par un code sur 64-bits (ROM code).

Donc notre objectif c'est de Mettre en œuvre le capteur de Température DS18B20 et afficher la valeur de mesure sur l'afficheur LCD.

Notre mémoire est divisé en quatre chapitres principaux :

Dans le premier chapitre :

Nous donnons une introduction simple de ce projet sur la façon dont les composants électroniques communiquent les uns les autres avec microcontrôleur. Nous donnons les généralités de notions électriques fondamentales et nous détaillons les composants actifs et passifs.

Au deuxième chapitre :

Nous donnons les détails sur les généralités des capteurs et actionneurs aussi nous détaillons principe de fonctionnement des capteurs de température et Domaines d'application et fonctions. Dernier nous détaillons toutes les informations sur le Capteur DS18B20.

En troisième chapitre :

On donne les généralités sur Microcontrôleur et les détails sur le Microcontrôleur spécifique le (PIC16F877A) et Etude de PIC16F877A spécifique. Aussi nous montrons les détails sur affichage de cristaux liquide(LCD). Autre nous montrons que toutes les étapes de programmation(MIKROC) pour contrôler la détection de température en détecteur(DS18B20) et affichage de cette température sur l'afficheur LCD.

Dans le quatrième chapitre :

Nous montrons que toutes les détails concernent Simulation et chargement du programme sur Proteus Isis, Le circuit principal de notre Projet et l'image de son circuit imprimé est bien

Rapport Gratuit.com

Chapitre 1

I) Introduction:

Ce projet consiste à réaliser un détecteur de température qui donne un résultat de mesure bien précis, donc le choix des composants qu'on va utiliser dans notre circuit doivent être bien choisis.

Tout d'abord dans cette partie de mémoire on présente les différents types de composants électroniques introduire dans le circuit et le rôle de chacun.

II) Composants électroniques :

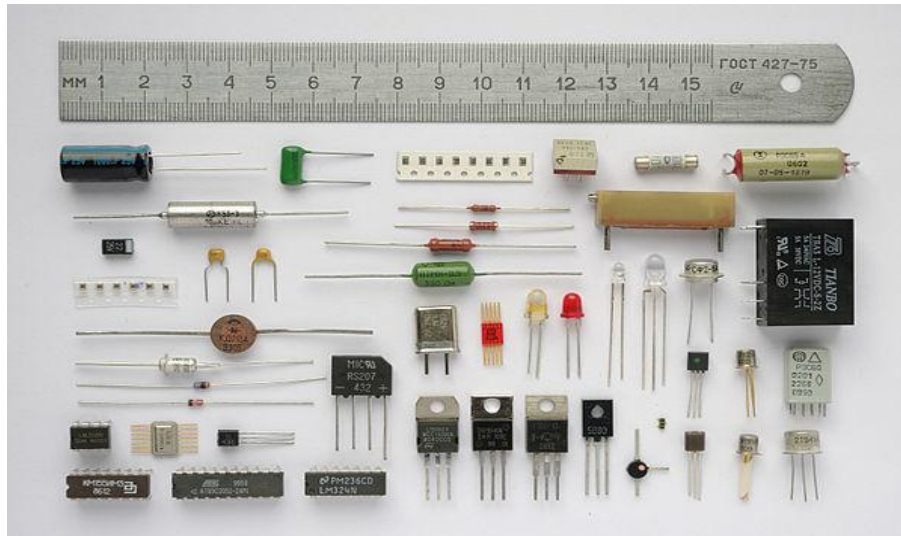


Figure : 01) différents composants électroniques

Un **composant électronique** est un élément destiné à être assemblé avec d'autres afin de réaliser une ou plusieurs fonctions électroniques. Les composants forment de très nombreux types et catégories, ils répondent à divers standards de l'industrie aussi bien pour leurs caractéristiques électriques que pour leurs caractéristiques géométriques. Leur assemblage est préalablement défini par un schéma d'implantation

II.1) les composants actifs et passifs :

II.1.1) Définition :

Un composant actif est un composant électronique qui permet d'augmenter la puissance d'un signal (tension, courant, ou les deux). La puissance supplémentaire est récupérée au travers d'une alimentation. On peut citer en majorité des semi-conducteurs, on y classe : diode, transistor, circuit intégré.

Il existe généralement une connexion électrique interne entre deux bornes du composant où le courant et la tension sont de même signe (orientés dans le même sens sur le schéma). C'est la convention génératrice. Au contraire un composant est dit *passif* lorsqu'il ne permet pas d'augmenter la puissance d'un signal (dans certains cas, il s'agit même de réduire la puissance, souvent par effet Joule) : résistance, condensateur, bobine, filtre passif, transformateur, ainsi que les assemblages de ces composants. Dans l'ensemble des connexions internes le courant et la tension sont de signe inverse. Convention *récepteur*. De plus en plus apparaissent des *composants* qui sont des modules ou assemblages de composants actifs et passifs.

On les compte soit dans les actifs, soit on les exclut des composants électroniques (en les considérant comme des circuits électroniques à part entière).

II.1.2) Classification par type d'intégration :

Un composant électronique discret est un composant ne réalisant qu'une fonction (résistance, condensateur...). Il s'oppose au circuit intégré ou au circuit hybride qui regroupent un certain nombre de fonctions actives ou passives dans un même boîtier. Le besoin de miniaturisation imposé par l'industrie de l'électronique et les progrès de l'industrie des semi-conducteurs engendrent progressivement la disparition de plus en plus des composants discrets. Ceux-ci sont cependant toujours utilisés dans les domaines réclamant de fortes tensions/ puissances comme l'électronique de puissance, l'électrotechnique, etc. Leur emploi se justifie également dans la réalisation de prototypes et des petites séries ou dans l'éducation.

II.1.3) Classification par boîtier :

Parmi les composants à monter sur circuit imprimé, on distingue deux catégories principales : les composants montés en surface, également appelés **CMS** ou **SMD** (pour *Surface-Mount Device*), et les composants traversant (ou trad. pour Traditionnel). La différence est importante du point de vue de la fabrication du circuit imprimé support, (la 3e catégorie nécessite le perçage du **PCB** et impose d'autres contraintes de routage), ainsi que de l'assemblage (l'utilisation de composants **CMS** nécessite des contraintes d'assemblage différentes). Une troisième catégorie, pratiquement disparue aujourd'hui, est la catégorie des composants à **wrapper**.

Parmi ces catégories figurent de nombreuses sous-catégories de problèmes mathématiques équationnels ou de boîtiers, que le concepteur doit choisir en fonction de diverses contraintes d'intégration, de prix, d'accessibilité des signaux, de classe de fabrication, de dissipation thermique...

Certaines branches de l'électronique telles que l'électronique de puissance utilisent également des boîtiers avec des connexions à visser ou à sertir. Les contraintes de puissance, d'isolation et d'ergonomie ne permettent pas dans certains cas l'utilisation de circuits imprimés.

II.2) Domaines d'application :

On peut lister les composants électroniques en fonction de leur domaine d'application de prédilection. Cette classification est donnée à titre indicatif, car les domaines de l'électronique sont en général interdépendants.

A/ Capteur :

- Capteur de pression fluide
- Capteur de champ magnétique (effet Hall)
- Thermistance

B/ Électrotechnique/électronique de puissance :

- Fusible (rapide / lent)
- Polyswitch
- Relais
- Thyristors
- Transformateurs

C/ Électronique analogique :

- Condensateur
- Résistance
- Diode
- Inductance (self, bobine)
- Transistor

D/ Électronique numérique :

- Microprocesseur
- Microcontrôleur (AT, MC68HC11, PIC, ST6)
- Mémoire informatique
- Quartz
- Opto-coupleur ou plus généralement Photo-coupleur

E/ Interface humaine :

- Afficheur
 - à segments (affichage de réveils)
 - à led (affichages défilants)
 - LCD (afficheurs de calculatrices)
- Commutateurs rotatifs (3, 4, 6 ou 12 positions)
- Haut-parleur
- Interrupteur
- Led (types correspondant à une combinaison des items suivants)
- Potentiomètre

III) Notions électriques fondamentales :**A) les résistances DE PULL-UP :**

Dans les circuits électroniques logiques, une résistance pull-up est une résistance connectée entre un conducteur de signal et une tension d'alimentation positive afin de faire en sorte que le signal sera un niveau logique valide, si les dispositifs externes sont déconnectés ou à haute impédance est introduite. Ils peuvent également être utilisés à l'interface entre les deux types de dispositifs logiques différents, l'opération est possible fonctionner à des niveaux logiques différents et des tensions d'alimentation.

Une résistance de pull-up tire la tension du signal est connecté à son niveau vers la source de tension. Lorsque les autres composants associés au signal sont inactifs, la tension fournie par les pull-up l'emporte et apporte le signal à un niveau logique haut. Quand un autre composant sur la ligne devient actif, elle remplace la résistance de pull-up. La résistance de pull-up assure que le fil est à un niveau logique déterminé, même si aucun des dispositifs actifs sont connectés.

Comme une résistance de pull-down fonctionne de la même manière, mais est reliée à la masse. Elle contient le signal logique à un niveau logique bas si aucun autre dispositif actif n'est connecté.

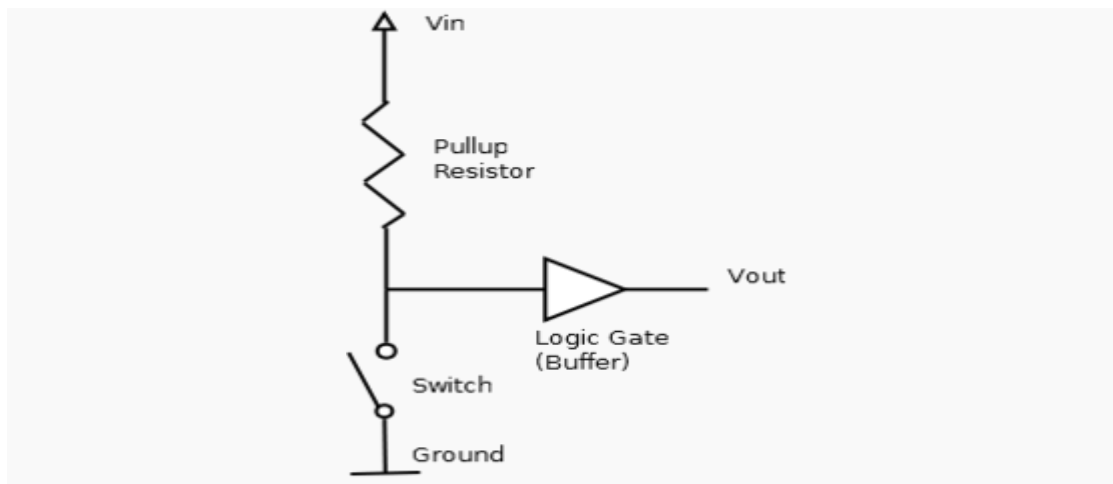


Figure: 02) Résistance de pull-up

Lorsque l'interrupteur est ouvert, la tension de la porte de l'entrée est tirée vers le haut au niveau de V_{in} . Lorsque l'interrupteur est fermé, la tension d'entrée à la porte va à la terre.

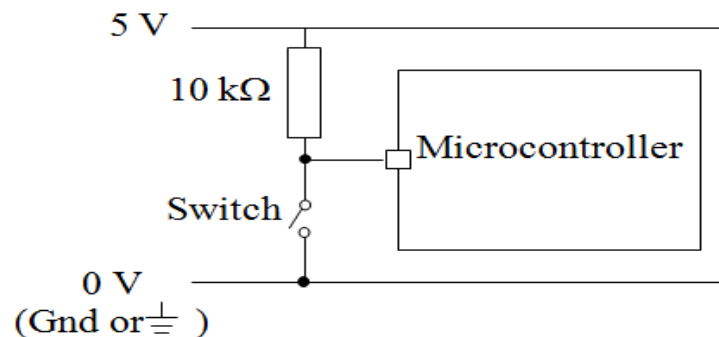


Figure : 03) Résistance de pull-up connecté avec un pic

Lorsque le commutateur est ouvert, l'entrée du microcontrôleur est élevée. Il n'y a aucun lien direct avec le rail de 5v, mais parce que l'impédance d'entrée au microcontrôleur est élevée, très peu de 5v est tombé sur la résistance de pull-up.

Lorsque l'interrupteur est fermé le courant circule à travers la résistance et à travers l'interrupteur fermé à la masse. La broche d'entrée est reliée à la masse et il en sera lu faible.

A.1) Quelques Applications de Résistance de pull-up :

➤ Une résistance pull-up peut être utilisée lors de l'interfaçage des portes logiques aux entrées. Par exemple, un signal d'entrée peut être tiré par une résistance, un commutateur ou d'un sauteur sangle peut être utilisé pour connecter cette entrée à la masse. Ceci peut être utilisé pour obtenir des informations de configuration, pour sélectionner les options ou pour le dépannage (troubleshooting) d'un dispositif.

➤ Résistances pull-up peuvent être des dispositifs discrets montés sur la même carte de circuit que les dispositifs logiques. De nombreux microcontrôleurs destinés à des applications de contrôle embarqués ont, résistances pull-up programmables pour les entrées logiques que minimum de composants externes sont besoins.

➤ Résistances pull-up peuvent être utilisés à des sorties logiques où le dispositif logique ne peut pas source de courant tel que les dispositifs logiques TTL à collecteur ouvert. Ces sorties sont utilisées pour la conduite des appareils externes, pour un OU câblé fonction logique combinatoire, ou un moyen simple de conduire un bus logique avec plusieurs périphériques connectés. Par exemple, le circuit représenté en bas (down) utilise 5 V entrées de niveau logique pour actionner un relais. Si l'entrée est laissée non connectée, résistance pull-down R1 assure que l'entrée est tiré vers le bas à un niveau logique bas.

➤ Le dispositif de TTL 7407, un tampon collecteur ouvert, affiche (sorties) simplement ce qu'il reçoit en entrée, mais comme un dispositif à collecteur ouvert, la sortie est laissée effectivement non connectée lors de la sortie d'un "1". Pull-up résistance R2 tire ainsi la sortie tout le chemin jusqu'à 12 V lorsque la mémoire tampon délivre un "1", en fournissant suffisamment de tension pour mettre le transistor MOSFET de puissance tout le chemin sur et actionner le relais.

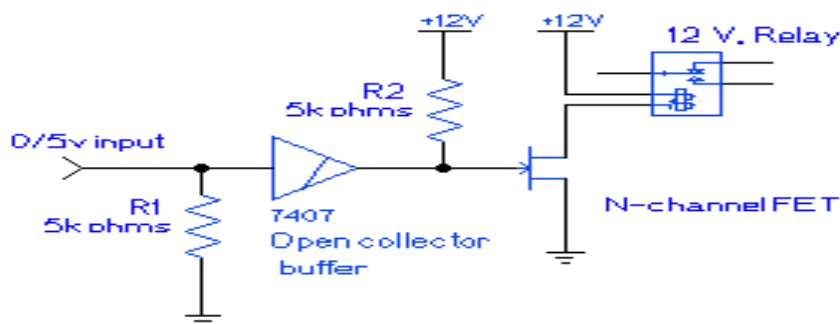


Figure : 04) la résistance de pull-up et pull-down dans un circuit électronique

Un circuit montrant une résistance de pull-up (R2) et une résistance pull-down (R1), ainsi qu'un collecteur ouvert (7407) pour conduire la ligne aux FET que lorsque donné une faible entrée 0 V.

B) les résistances DE PULL-DOWN :

Une résistance de Pull-down permet de forcer l'état d'un circuit à la masse (niveau logique 0). Cela permet d'éviter les niveaux indéterminés.

L'utilisation des résistances de pull-down se fait généralement après l'utilisation d'un interrupteur ou juste avant une "arrivée" de signal (patte de lecture d'un microcontrôleur).

En effet, contrairement au cas théorique, ouvrir un circuit (via un interrupteur) ne force pas son état à 0. Plusieurs cas peuvent se produire :

- le circuit non connecté à la source peut agir comme une antenne dans un environnement pollué d'ondes électromagnétiques (proches des moteurs par exemple). Cela va générer dans le circuit un courant qui peut être interprété comme un signal.
- Il peut rester dans un circuit récemment ouvert un niveau d'énergie. Cela provoque des cas d'indétermination. Le signal qui a été coupé peut être considéré comme encore actif par un microcontrôleur.

Le but d'une résistance de pull-down est donc de forcer le niveau du circuit ouvert à 0.

B.1) le montage d'une résistance de PULL-DOWN :

Pour réaliser une pull-down, il suffit de placer une résistance entre le circuit dont on veut forcer le niveau et la masse (GND).

On peut aussi placer une résistance qu'en fait, plus une résistance de pull up/down est élevée, moins elle va consommer d'énergie mais plus l'établissement d'une tension lors d'un changement prendra du temps et vice versa, mais à notre niveau cela reste négligeable.

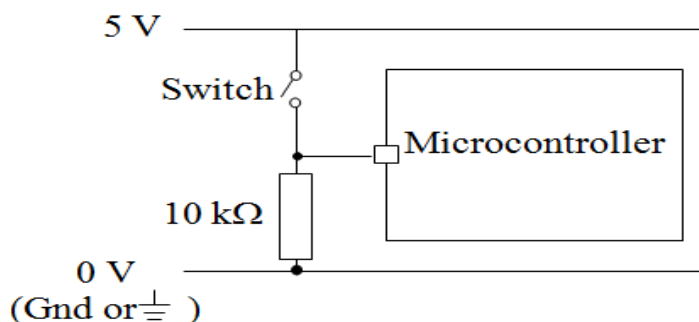


Figure : 05) résistance de pull-down connecté avec un pic

Dans le cas de l'utilisation d'un **module Input/Output** en mode Input (lecture), l'utilisation d'une résistance de pull-down (ou pull-up) est fortement recommandée. En effet, Une valeur lue peut-être faussée. Par exemple, le passage d'un interrupteur de 1 à 0 ne va pas forcément déclencher un changement d'état du pic (on observe des perturbations ou une certaine "latence" entre le moment où le microcontrôleur remarquera le changement d'état et le changement réel). En effet, le pic peut être dans un cas d'indétermination, mettre de façon arbitraire mettre la valeur lue à 1 ou 0.

IV) les composants qui construire notre circuit :

Notre circuit est composé de plusieurs composants électroniques comme le suivre :

On a trois composants principaux dans le circuit :

- Le pic microcontrôleur **16f877A** c'est un circuit intégré contient 40 broches (5 ports A, B, C, D et E), c'est la partie dans laquelle on va programmer notre circuit et communiqué avec le capteur de température Ds 18b20.
- Le capteur **DS1820** est un capteur numérique qui permet la mesure de la température sur la plage de -55 à +125°C avec un pas de 0.5°C.
- l'afficheur **LCD** est l'acronyme de **Liquid Crystal Display** (en anglais), ce qui signifie en français **écran à cristaux liquides**, c'est le composant dans lequel on va afficher le résultat de mesure de température.

Ces trois composants permettent de faire réalisé et simulé notre circuit a condition d'ajouter d'autre composants comme :

- **LE QUARTZ** : un **quartz** est un composant qui possède comme propriété utile d'osciller à une fréquence stable lorsqu'il est stimulé électriquement. Les propriétés piézoélectriques remarquables du minéral de quartz permettent d'obtenir des fréquences d'oscillation très précises, ce qui en fait un élément important en électronique numérique ainsi qu'en électronique analogique.



Figure : 06) Un quartz de 4 MHz dans un boîtier hermétique HC-49/US

- les résistances et les potentiomètres pour la protection de circuit.
- Et les condensateurs relier avec le quartz et la masse.

V) Conclusion :

Comme on a vu dans cette partie de mémoire le choix des composants est très important pour que notre circuit fonction normalement et les résultats soient bien net et précis.

Chapitre 2

I) Introduction :

Dans ce chapitre nous détaillons les capteurs et actionneurs qui sont très importants dans les circuits électroniques. Aussi on détaillé le principe de fonctionnement des capteurs de température à la fin nous pouvons bien choisir les capteurs de température désiré et utile (besoins).

Après on bien expliqué le fonctionnement et on montre les déférents domaines d'applications des capteurs de température et les autres en général, Ici on peut savoir quels domaines et environnements nous pouvons utiliser pour faire un choix exacte de capteur.

En suite nous terminons à détailler les caractéristiques de capteur de température numérique le *Ds18B20* qui on utilisé dans notre Projet.

II) Généralité sur les capteurs et les actionneurs :

II.1) Les Capteurs : Qu'est ce qu'un capteur ?

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité ou la déviation d'une aiguille. On fait souvent (à tort) la confusion entre capteur et transducteur : le capteur est au minimum constitué d'un transducteur.

Le capteur se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Par opposition, l'instrument de mesure est un appareil autonome se suffisant à lui-même, disposant d'un affichage ou d'un système de stockage des données. Le capteur, lui, en est dépourvu. Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation.

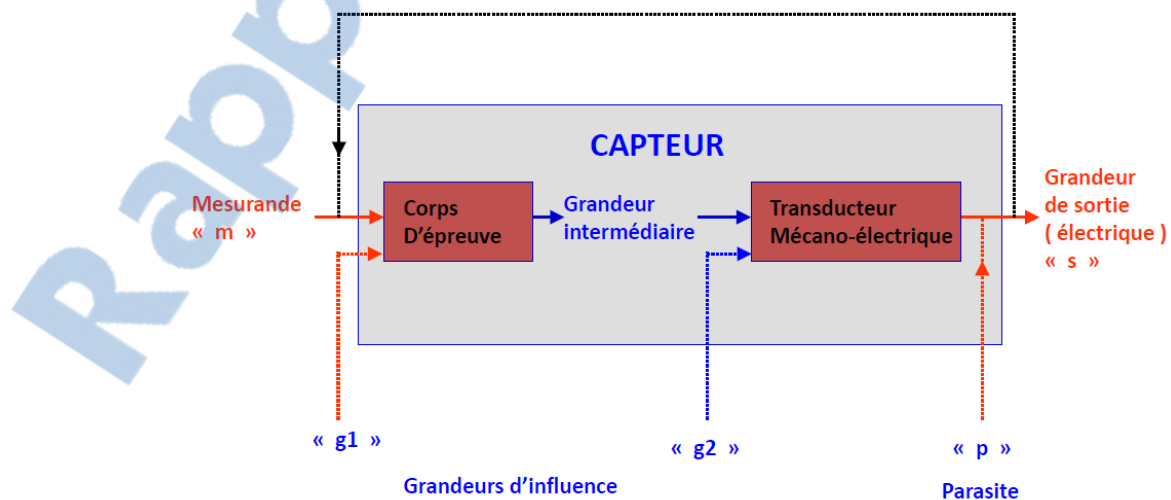


Figure : 07) structure générale d'un capteur

C'est un composant qui permet de prélever une grandeur physique (température, pression, vitesse, force, etc.) et de la transformer en grandeur électrique : tension, courant ou charge.

Les différents éléments qui accompagnent le capteur constituent le conditionneur ou transmetteur. Le conditionneur est l'environnement du capteur qui lui permet de produire le signal image de la mesure.

II.2) Constitutions d'un capteur :

Les parties constitutives d'un capteur sont les suivantes:

✓ **Le corps d'épreuve:**

Est un élément mécanique qui réagit à la grandeur à mesurer, il a pour rôle de transformer la grandeur à mesurer en une autre grandeur physique dite mesurable. Cette grandeur constitue la réaction du corps d'épreuve (Exemple : Membrane, Microlevier, Micropont, Etc...),

✓ **L'élément de transduction:**

Est un élément sensible lié au corps d'épreuve. Il traduit les réactions du corps d'épreuve en une grandeur électrique constituant le signal de sortie (Exemple : Condensateur variable, Résistance variable),

✓ **Le boîtier:**

Est un élément mécanique de protection, de maintien et de fixation du capteur,

✓ **Chaîne de mesure:**

C'est une suite d'éléments transducteurs et d'organe de liaison d'un instrument de mesure allant du capteur qui est le premier élément au dispositif d'indication, de stockage ou de traitement qui en est le dernier élément.

III) Les différents types du capteur :



Figure : 08) capteurs de type électrique



Figure : 09) capteur de type mécanique

A) Les capteurs actifs :

Il est directement générateur d'une tension, d'un courant ou d'une charge à partir de la grandeur physique. La valeur fournie étant généralement faible, il faudra l'amplifier.

Exemple : photodiodes, phototransistors (capteur de vitesse LFIIP), thermocouples.

- ✓ **Effet photo-électrique** : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.
- ✓ **Effet Hall** : Un champ magnétique B (aimant, angle q /surface du matériau) et un courant électrique I créent dans le matériau une différence de potentiel $U_H = K_H B I \sin q$.
- ✓ **Effet pyroélectrique** : certains matériaux ont une polarisation spontanée en l'absence de champ électrique extérieur. Une variation de température induit une variation de cette polarisation et donc l'apparition de charges électriques à la surface du matériau.

B) Les capteurs passifs :

Il s'agit en général d'une impédance dont la valeur varie avec la grandeur physique, il faut l'intégrer dans un circuit avec une alimentation.

Exemples : résistance à fil de platine (sonde Pt100), thermistance (alerte température dans le SGA, TD11), capteur de niveau capacitif, inductance de fin de course. Il s'agit généralement d'impédances (résistance, inductance, capacité) dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée.

La variation d'impédance résulte :

- ✓ d'une variation de dimension du capteur (capteurs de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile)
- ✓ d'une déformation résultant d'une force ou d'une grandeur s'y ramenant (pression accélération). Exemples : armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable

C) Le Capteur intelligent :

Le capteur intelligent est un capteur intégrant une interface de communication bidirectionnelle et un microcontrôleur/DSP.

- ✓ l'interface de communication permet de commander à distance le capteur et d'en gérer plusieurs ;
- ✓ le microcontrôleur permet de gérer les différentes mesures et de corriger les erreurs dues à des variations de grandeurs physiques parasites (exemple : mesure simultanée de la température pour corriger la dérive thermique).

IV) Le capteur dans la chaîne de mesure :

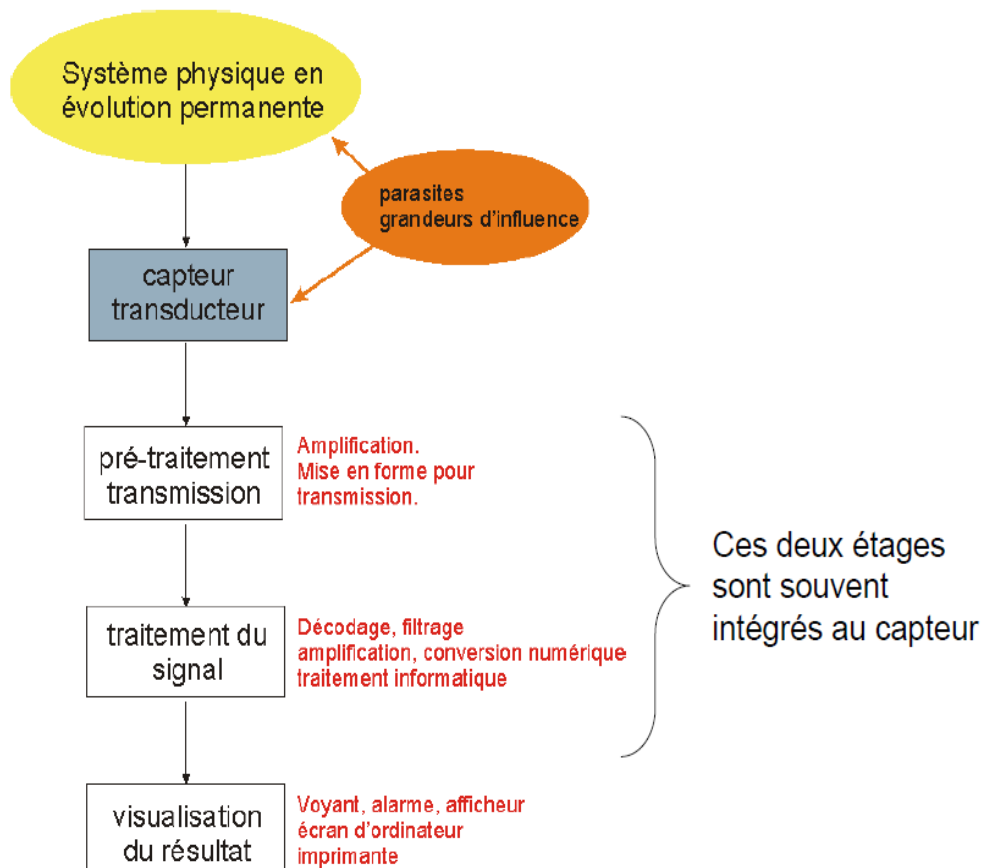


Figure : 10) la chaîne de mesure d'un capteur

V) Les caractéristiques d'un capteur :

- ✓ **Etendue de mesure** : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.
- ✓ **Résolution** : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.
- ✓ **Sensibilité** : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- ✓ **Précision** : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.
- ✓ **Rapidité** : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.
- ✓ **Linéarité** : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.
- ✓ **Grandeurs d'influence** : Grandeur physique autre que le mesurande dont la variation peut modifier la réponse du capteur.
- ✓ **Température** : modifications des caractéristiques électriques, mécaniques et dimensionnelles.
- ✓ **Pression, vibrations** : déformations et contraintes pouvant altérer la réponse.
- ✓ **Humidité** : modification des propriétés électriques (constante diélectrique ou résistivité). Dégradation de l'isolation électrique.
- ✓ **Champs magnétiques** : création de fém d'induction pour les champs variables ou modifications électriques (résistivité) pour les champs statiques,
- ✓ **Stabiliser** : les grandeurs d'influence à des valeurs parfaitement connues,
- ✓ **Compenser** : l'influence des grandeurs parasites par des montages adaptés (pont de Wheastone).

VI) Les Propriétés des capteurs :

A) Les propriétés statiques d'un capteur :

✓ **Justesse** :

Un capteur est juste si ses valeurs ne changent pas quand on les compare à des valeurs étalon, ou à des valeurs données par d'autres capteurs normalisés.

✓ **Sensibilité S_c** :

C'est le coefficient qui lie la grandeur physique d'entrée à mesurer à la grandeur électrique de sortie. $S_c = \frac{d(\text{entrée})}{d(\text{sortie})}$

Exemple : Capteur de pression (TP9) : $V(P) = a.P + V_0$ (P : pression) $\Rightarrow S_c = dP/dV = a = 1\text{mV/hPa}$.

✓ **Linéarité** :

Un capteur est linéaire si sa sensibilité est constante. La relation entre grandeur physique à mesurer et grandeur électrique est alors linéaire (équation d'une droite).

✓ **Fidélité** :

Un capteur est fidèle si ses valeurs ne changent pas au cours du temps (mesures reproductibles) : si on mesure deux fois la même grandeur à deux moments différents, on doit obtenir deux fois la même valeur.

✓ **Plage de mesure :**

C'est la gamme des valeurs d'entrée qu'il peut traiter sans dégrader son fonctionnement.

B) Les Propriétés dynamiques d'un capteur :

✓ **Rapidité/temps de réponse :**

Un capteur est caractérisé par son temps de montée t_m (ou t_r : rise time) à 90% ou 95% : c'est le temps au bout duquel la sortie atteint 90% ou 95% de sa valeur finale quand la grandeur d'entrée est un échelon.

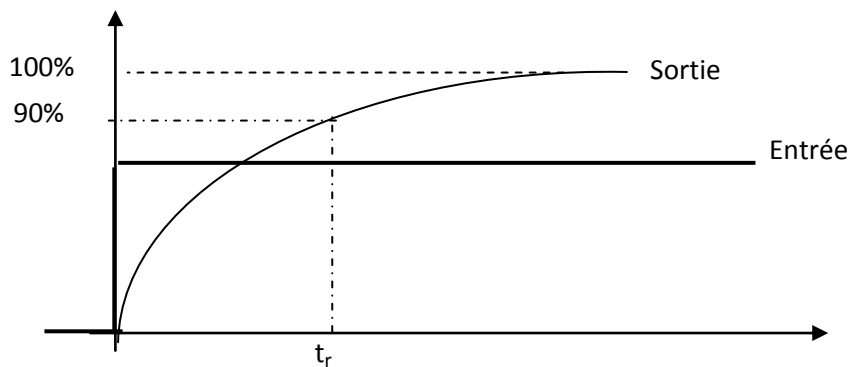


Figure : 11) quelques secondes pour la sonde Pt100.

✓ **Bande passante :**

C'est la plage de fréquence pour laquelle le fonctionnement du capteur est correct. On lui applique une variation périodique de la grandeur physique d'entrée, on mesure la sortie associée et on trace la sensibilité du capteur en fonction de la fréquence (sensibilité dynamique). Ceci permet de mesurer sa bande passante à -3dB.

VII) Les actionneurs :

A) Définition :

C'est un dispositif qui transforme une énergie en un mouvement contrôlable (Déplacement, positionnement, régulation, pompage, filtrage...).

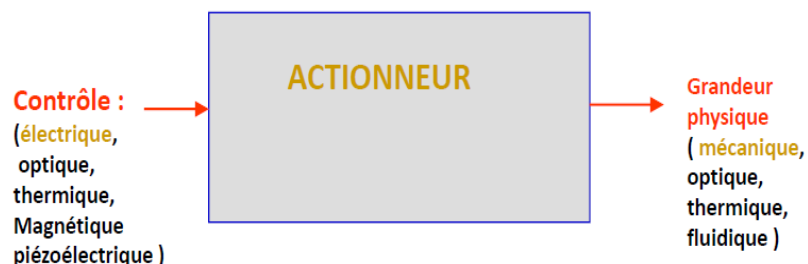


Figure : 12) Représentation Schématique d'un Actionneur

B) Exemples d'actionneurs:

- ✓ Valve, pompe
- ✓ Commutateur, interrupteur
- ✓ Haut-parleur
- ✓ Résonateur
- ✓ Tête d'imprimante à jet d'encre
- ✓ Tête d'écriture magnétique

C) Performances et Caractéristiques des actionneurs :

- ✓ **Répétitivité** : Variations à la sortie de l'actionneur en fonction du temps et de Cycles d'opération,
- ✓ **Linéarité** : Différence maximum entre une réponse de référence linéaire et la sortie de l'actionneur,
- ✓ **Précision** : Quelle est l'exactitude ainsi que la reproductibilité d'un actionnement par rapport à une valeur cible,
- ✓ **Résolution** : Le plus faible signal à l'entrée qui résulte à une action détectable à la sortie,
- ✓ **Sensibilité** : La variation à la sortie ΔY par rapport à un changement à l'entrée ΔX ,
- ✓ **Hystérésis** : La différence à la sortie quand elle est atteinte de deux directions opposées,
- ✓ **Vitesse** : La vitesse à laquelle la sortie peut être modifiée (dY/dX),
- ✓ **Dérive (Drift)** : Changement de la sortie avec le temps, la température, l'humidité,...etc.

D) QUELQUES TYPES DES ACTIONNEURS :

- ❖ Actionnement électrostatique
Exemple: Un switch, Switch RF,
- ❖ Actionnement d'une membrane
Exemple : Micro-pompes, Micro-valves,
- ❖ Actionnement Thermique
Exemple : Un bilame thermique (Bilame métal-silicium),
- ❖ Actionnement thermique d'une membrane,
- ❖ Actionnement Magnétique,
- ❖ Actionnement Electromagnétique,
- ❖ Actionnement Piézoélectrique,
- ❖ Actionnement piézoélectrique d'une membrane,

E) Les Avantages et les inconvénients des actionneurs :

- **Avantages:**
 - ✓ développer des poussées massives très élevées sur des faibles courses
 - ✓ faible coût.
- **Inconvénients :**
 - ✓ course faible.

VIII) Les capteurs de température :**A) définition : Qu'est-ce que la température ?**

Qualitativement, la température d'un objet détermine la sensation de chaud ou de froid ressentie en le touchant. Plus spécifiquement, la température est une mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules d'un échantillon de matière, exprimée en unités de degrés sur une échelle standard.

B) Le Choix de capteur : Comment choisir un capteur de température ?

Les capteurs sont constitués d'un élément sensible, isolé électriquement et protégé par une gaine. Ils permettent de mesurer une température dans un but :

- *de contrôle (simple visualisation).*
- *de régulation de la puissance de systèmes chauffants.*
- *de sécurité.*

Il est nécessaire de tenir compte des paramètres suivants pour le choix d'un capteur :

- *de la sensibilité du capteur suivant l'utilisation souhaitée, la précision de la mesure.*
- *du milieu d'utilisation, par exemple en cas de chocs thermiques ou mécaniques.*
- *de l'inertie thermique du capteur.*
- *du système de régulation.*

Il est possible de mesurer la température de plusieurs façons différentes qui se distinguent par le coût des équipements et la précision ainsi que le temps de réponse.

C) Types de capteurs de température :

Les types les plus courants de capteurs sont les sondes RTD, les thermistances et les thermocouples.

➤ **Les Thermocouples**

Les thermocouples sont les capteurs les plus souvent utilisés pour la mesure de températures, car ils sont relativement **peu onéreux, tout en étant précis**, et peuvent fonctionner sur **une large gamme de températures**.

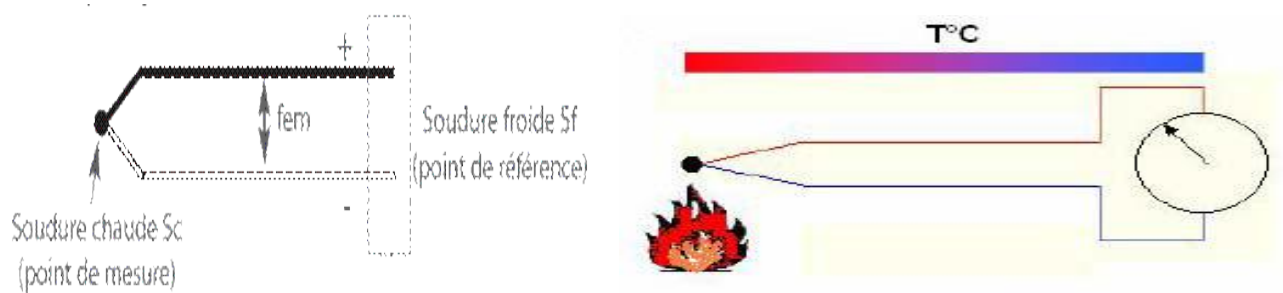


Figure : 13) principe d'un thermocouple

Un conducteur génère une tension lorsqu'il est soumis à une variation de température ; cette tension thermoélectrique est appelée tension Seebeck.

La mesure de cette tension nécessite l'utilisation d'un second matériau conducteur générant une tension différente pour une même variation de température (sinon la tension générée par le deuxième conducteur qui effectue la mesure annule tout simplement celle du premier conducteur).

➤ **Les sondes RTD**

Populaires pour **leur stabilité**, les RTD présentent le signal **le plus linéaire** de tous les capteurs électroniques en matière de température. Toutefois, ils ne coûtent généralement **plus cher** que leurs équivalents à cause de leur construction plus délicate et le recours au platine.

Les RTD se caractérisent aussi par un **temps de réponse lent** et par une **faible sensibilité**. En outre, parce qu'ils nécessitent une excitation en courant, ils sont sujets à une élévation de température.

Les RTD peuvent mesurer des températures pouvant atteindre **850°C**.



Figure : 14) Les sondes RTD (Resistance Temperature Detectors - capteurs de température à résistance)

Les RTD fonctionnent sur le principe des variations de résistance électrique des métaux purs et se caractérisent par une modification positive linéaire de la résistance en fonction de la température.

Concrètement, une fois chauffée, la résistance du métal augmente et inversement une fois refroidie, elle diminue.

Les éléments types utilisés pour les RTD incluent le nickel (Ni) et le cuivre (Cu) mais le platine (Pt) est de loin le plus courant, en raison de l'étendue de sa gamme de températures, de sa précision et de sa stabilité. Faire passer le courant à travers une

sonde RTD génère une tension à travers la sonde RTD. En mesurant cette tension, vous pouvez déterminer sa résistance et ainsi, sa température.

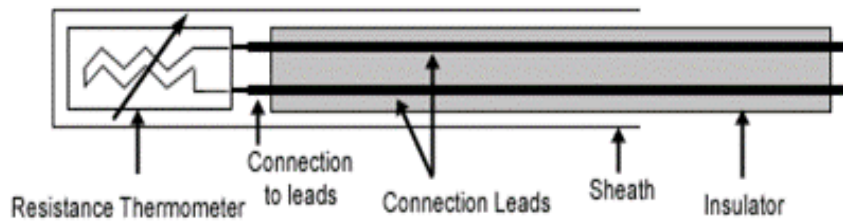


Figure : 15) Architecture physique d'un RTD

➤ Les Thermistance

Les thermistances ont **une sensibilité de mesure très élevée** ($\sim 200 \Omega/^{\circ}\text{C}$), ce qui les rend très sensibles aux variations de températures. Bien qu'elles présentent **un taux de réponse de l'ordre de la seconde**, les thermistances ne peuvent être utilisées que dans une **gamme de températures ne dépassant pas 300°C** .

Cette caractéristique, associée à leur résistance nominale élevée, contribue à garantir des mesures précises dans les applications à basse température.

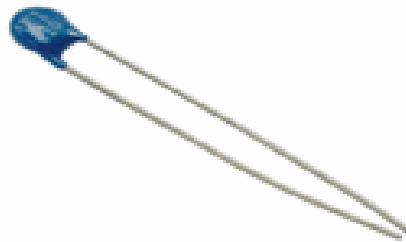


Figure : 16) les thermistances

Les thermistances, comme les capteurs de température à résistance (RTD), sont des conducteurs thermosensibles dont la résistance varie avec la température.

Les thermistances sont constituées d'un matériau semi-conducteur d'oxyde métallique encapsulé dans une petite bille d'époxy ou de verre.

En outre, les thermistances présentent généralement des valeurs de résistance nominale plus élevées que les RTD (de 2 000 à 10 000 Ω) et peuvent être utilisées pour de plus faibles courants.

D) Échelles des températures :

Pour réaliser une mesure, il faut définir une échelle de température ayant un caractère universel et donc il faut qu'elle soit basée uniquement sur des lois de la thermodynamique.

➤ *Échelles thermodynamiques ou absolues*

La température thermodynamique est la température définie uniquement à partir du premier et second principe de la thermodynamique. Elle ne dépend donc pas des thermomètres utilisés pour mesurer la température et possède ainsi une définition universelle.

✓ *Échelle de Kelvin :*

L'unité est le **Kelvin (K)**. Cette échelle se base sur la valeur de la température du point triple de l'eau étant fixé à 273,16. Le point triple de l'eau est la température d'équilibre entre la phase solide, liquide et vapeur.

✓ *Échelle de Rankin :*

L'unité est le **degré Rankin (°R)** qui est égal à 9/5 de kelvin ; la température du point triple de l'eau est donc de 491,69 °R.

➤ *Échelles dérivées*

✓ *Échelle de Celsius :*

L'unité est le **degré Celsius (°C)**. Cette échelle se base sur l'échelle absolue de Kelvin : $T(^{\circ}C) = T(K) - 273,15$.

✓ *Échelle de Fahrenheit :*

L'unité est le **degré Fahrenheit (°F)**. Cette échelle s'obtient par décalage de l'échelle absolue de Rankin : $T(^{\circ}F) = T(^{\circ}R) - 459,67$

Conversion entre échelle de Celsius et de Fahrenheit : $T(^{\circ}C) = (T(^{\circ}F) - 32) \cdot 5/9$

Tableau de correspondance : pression atmosphérique normale (=101 325 Pascals).

➤ *Échelles Internationale de Température (EIT 90) :*

Afin de pouvoir mesurer une température qui ait du sens, nous avons vu qu'il fallait que cette mesure soit une mesure de températures absolues. La seule possibilité est de réaliser des mesures sur des machines thermiques réversible (Carnot) ou sur des gaz parfaits. Or les gaz parfaits n'existant pas, cette mesure s'avère difficile. Mais par interpolation aux très basses pressions, il est possible d'assimiler les caractéristiques d'un gaz parfait aux caractéristiques d'un gaz réel. Ainsi il est possible en interpolant de fabriquer un thermomètre à gaz capable de mesurer des températures absolues. Cependant ces thermomètres à gaz sont énormes donc encombrant et sa manipulation doit être faite de manière délicate. Ces thermomètres ont été utilisés dans certains laboratoires de métrologie afin de déterminer à partir de certains phénomènes comme le changement d'état des étalons dit primaire ou **points fixes**.

Tr : point triple

C : point de congélation sous p.a.n

F : point de fusion sous p.a.n

IX) Domain d'application et fonctionnement :**➤ Environnement :**

Figure : 17) Exemple de domaine d'environnement

L'environnement est un domaine vaste et en pleine expansion où les capteurs de température interviennent de plus en plus :

- ✓ traitement et valorisation des déchets ménagers et industriels,
- ✓ traitement de l'air et de l'eau,
- ✓ énergies renouvelables,
- ✓ économies d'énergie.

Thermo-sonde à résistance ou **thermocouple**, le choix est fonction de l'application concernée.

➤ Métallurgie :

Figure : 18) Exemple de domaine métallurgie

La transformation des métaux est réalisée principalement en température :

- ✓ fonderie de première et de deuxième fusion de métaux, ferreux, non ferreux, d'aluminium.
- ✓ transformation d'alliages.
- ✓ transformation à chaud : laminage, étirage...
- ✓ traitement thermique et de surface sous atmosphère ou sous vide.

Dans ce domaine, ce sont les *thermocouples* et les *cannes pyrométriques* qui sont très utilisés.

➤ Energie :

Par définition, l'énergie est un secteur où la mesure de la température est un élément fondamental.

La production d'électricité, qu'elle soit de source thermique, nucléaire, hydromotrice, ou qu'elle provienne des énergies renouvelables requiert l'utilisation de capteurs de température.

Dans le domaine du gaz, on retrouve des capteurs dans les installations de production, d'acheminement et dans le fonctionnement des turbines à gaz qui produisent de l'électricité.

Les capteurs de températures sont présents aussi dans le processus de fabrication des accumulateurs, piles et batteries.

Le choix de recourir à des *thermo-sondes à résistance* ou des *thermocouples* est déterminé par les applications industrielles et les environnements.

➤ La Chimie :



Figure : 19) Exemple de domaine chimie

Une part croissante de l'activité de CORREGE est tournée vers la conception et la réalisation de capteurs de température adaptés à des environnements à risques.

Utilisés dans les complexes chimiques, pétroliers ou gaziers, ce sont majoritairement des capteurs avec certification ATEX et GOST.



➤ **Pharmacie :**

Dans les domaines de la pharmacie et du médical, les très fortes exigences normatives en matière de sécurité et de traçabilité requièrent la présence de capteurs de température :

- ✓ fabrication des principes actifs des médicaments
- ✓ conditionnement
- ✓ fabrication de matériel de laboratoire intégrant des mesures de températures : incubateurs, hottes à flux laminaire, centrifugeuses, mélangeurs, étuves....

Les capteurs de température les plus couramment utilisés sont les ***thermo-sondes à résistance***.

➤ **Plasturgie :**

Dans ce secteur industriel le rôle des capteurs de température est prépondérant pour assurer la qualité des pièces plastiques et réaliser des économies d'énergie. De nombreux thermocouples sont ainsi présents dans les moules, les presses à injecter, les machines de soufflage, d'extrusion et de thermoformage.

On trouve ainsi des capteurs Corrège chez le leader mondial de la fabrication d'emballages pour les boissons, dans les moules de cuisson du caoutchouc des plus grands constructeurs internationaux de pneumatiques ainsi que dans les machines d'extrusion des câbliers.

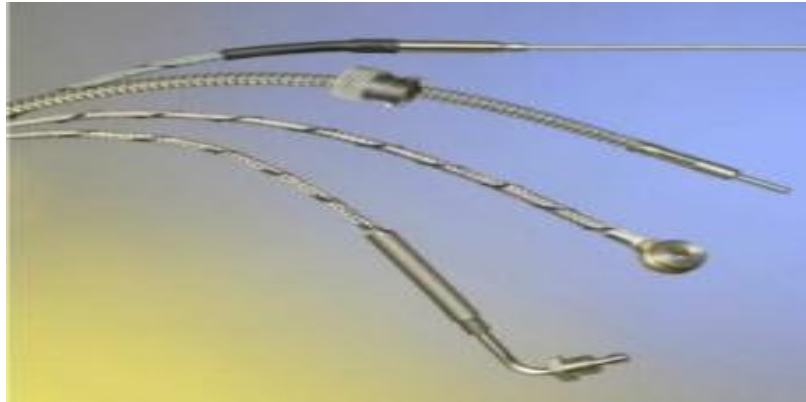


Figure : 20) Exemple de domaine plasturgie

Corrège a développé une gamme de **thermocouples** plus spécifiquement adaptés au secteur de la plasturgie.

➤ **R & D :**

La mesure de la température est souvent une composante de la recherche fondamentale ou appliquée. Dans ce domaine, la miniaturisation et la précision sont particulièrement recherchées.

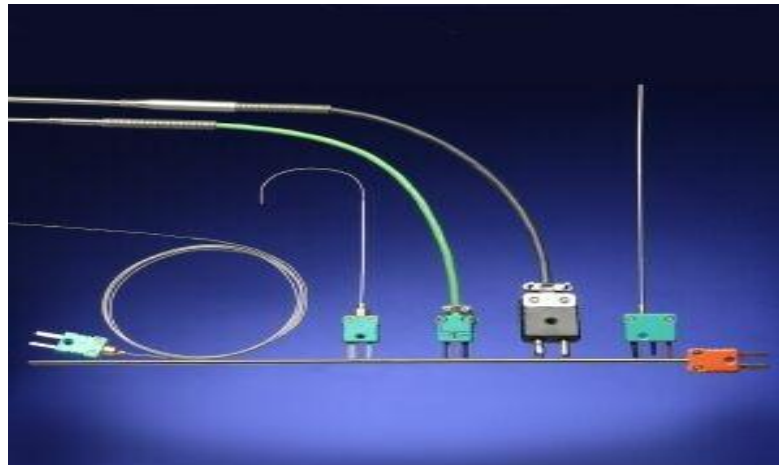


Figure : 21) Exemple de domaine R&D

Les gammes de *thermocouples* et de *sondes à résistance CORREGE* permettent de répondre à ces besoins spécifiques.

X) Etude générale sur le Capteur de température Ds18B20 (fameux) :

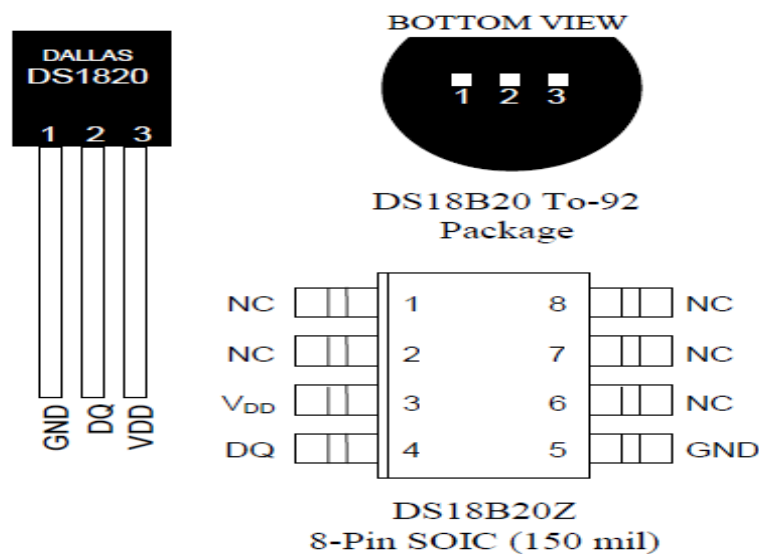


Figure : 22) le capteur de température Ds18B20

PIN DESCRIPTION [description des broches] (figure:23)

N°	Broches(PIN)	Signification
01	GND	Ground (la masse)
02	DQ	Data In/Out
03	VDD	Power Supply Voltage
04	NC	No Connecté

Tableau : 01) signification des broches de Ds18B20

X.1) Définition :

Le capteur DS18B20 est un capteur numérique qui permet la mesure de la température sur la plage de -55°C à $+125^{\circ}\text{C}$ et son équivalente Fahrenheit -67°F à $+257^{\circ}\text{F}$ est avec un pas de 0.5°C ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$), (La plage d'alimentation est 3.0V à 5.5V). Le capteur de température DS18B20 s'appuie sur le protocole *One-wire* pour communiquer avec le microcontrôleur et transmettre sa mesure. Comme son nom l'indique, un seul fil est nécessaire (même si plusieurs périphériques sont utilisés).

X.2) Description générale :

Le thermomètre numérique DS18B20 fournit 9-bit à 12-bit. Les mesures de température Celsius et possède une alarme fonction avec rémanente programmable par l'utilisateur supérieur et points de déclenchement inférieurs.

Le DS18B20 communique sur le protocole *One-wire* bus qui par définition est nécessite qu'une seule ligne de données (et la masse) pour une communication avec un microprocesseur central. En outre, le DS18B20 peut dériver la puissance directement à partir de la ligne de données «de puissance parasite», en éliminant la nécessité d'une alimentation externe.

Chaque DS18B20 contient un numéro de série unique de silicium, qui permet à plusieurs DS18B20s de fonctionner sur le même *One-wire* autobus. Ainsi, il est simple à utiliser un microprocesseur contrôlé de nombreux DS18B20s répartis sur une grande surface. Les applications qui peuvent bénéficier de cette fonctionnalité incluent HVAC Les contrôles environnementaux, la surveillance des systèmes de température à l'intérieur des bâtiments, des équipements ou des machines, et la surveillance des processus et des systèmes de contrôle.

A) Applications :

- ✓ Contrôles thermostatiques
- ✓ Systèmes industriels
- ✓ Produits de consommation
- ✓ Thermomètres
- ✓ Systèmes thermosensible

B) Avantages et caractéristiques :

- ✓ Unique *One-wire* Interface Nécessite un seul port Pin pour la communication
- ✓ Réduire le nombre de composants avec un Capteur de température intégré et EEPROM
- ✓ Mesure des températures de -55°C à $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F à $+257^{\circ}\text{F}$)
- ✓ Résolution programmable de 9 bits à 12 bits
- ✓ Mode de puissance Parasite est nécessite que deux broche pour l'opération (DQ et GND)
- ✓ Chaque appareil a un code 64 bits de série unique stocké dans On-Board ROM
- ✓ Paramètres flexible d'alarme définissables par l'utilisateur non volatile (NV)
- ✓ avec alarme Commande de recherche identifie les dispositifs avec Températures en dehors des limites programmées
- ✓ Disponible en 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin μSOP , et 3-Pin TO-92 packages.

C) La description des pins (broche) :

Pins (broches)		Nom	Fonction
TO-92	SOIC		
1	5	GND	Sol (terre)
2	4	DQ	Entrée / sortie de données. Drain ouvert One-wire broche d'interface. Fournit également la puissance à l'appareil lorsqu'il est utilisé en mode de puissance parasite.
3	3	VDD	Option VDD (doit être mise à la terre pour un fonctionnement en mode de puissance parasite).
-	1, 2, 6, 7,8	NC	Les broches non connecté

Tableau : 02) description des broches (pins) de Ds18B20

D) Le schéma synoptique de Ds18B20 :

La (figure 23) représente un schéma synoptique du DS18B20 et les descriptions des broches sont données dans (la broche Description table). Le 64-bit ROM stocké le code de série unique de l'appareil. La mémoire de travail contient la température de deux(2) octets (registre qui stocké la sortie numérique de capteur de température).

Le bloc- donne accès à la un(1) octet supérieur et inférieur registres de déclenchement d'alarme (TH et TL). Le TH et TL registres sont non volatile (EEPROM), de sorte qu'ils conservent les données lorsque l'appareil est en bas tensions.

La DS18B20 utilise le protocole **One-wire** bus qui implémente la communication de bus à l'aide d'une commande signal. La ligne de commande nécessite une faible résistance **pull-up** étant donné que tous les dispositifs sont reliés au bus par l'intermédiaire de 3-état où Port drain ouvert (la broche de DQ dans le cas de Ds18B20).

Dans ce système de bus, le microprocesseur (le maître appareil) identifie et adresses périphériques sur le bus, en utilisant le code 64-bit unique de chaque appareil. Du fait que chaque appareil dispose d'un code unique, le nombre de dispositifs qui peuvent être traités sur un bus est pratiquement illimité. Une autre caractéristique du DS18B20 est la capacité à opérer sans alimentation (puissance) externe. Puissance est plutôt soutien retors à travers la résistance d'excursion haute (pull-up resistor) de un fil via la broche DQ lorsque le bus est élevé. Le signal haut bus charge également un condensateur interne, Qui fournit alors la puissance au dispositif lorsque le bus est faible. Cette méthode de pouvoir dériver de l'One-wire bus est appelé «puissance parasite». Le DS18B20 peut également être alimenté par une alimentation externe sur VDD.

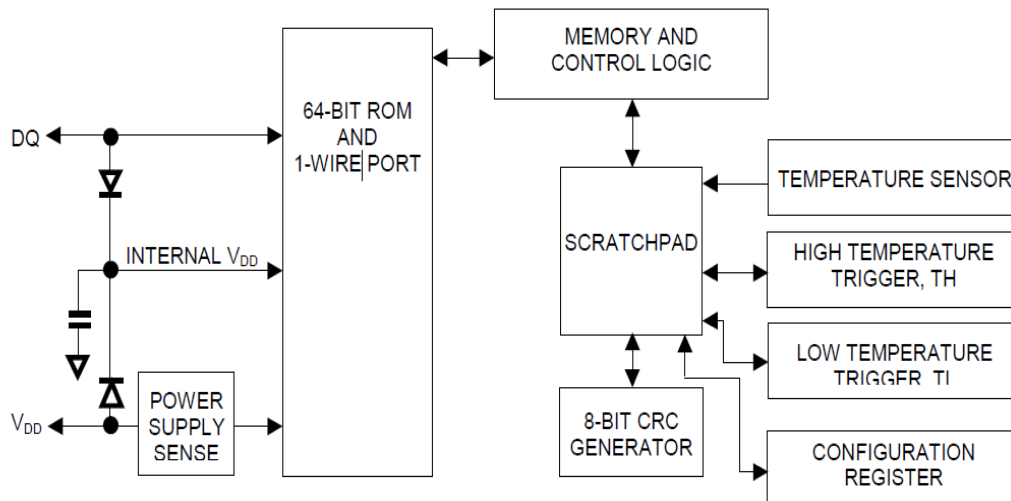


Figure : 23) le diagramme block de Ds18B20

E) Opération-mesure de la température :

Le DS18B20 peut être placé dans un état de repos de faible puissance à initier une mesure de température et A-D de conversion, le maître doit émettre un T commande Convertir T[44h]. Après la conversion, la donnée thermique est résultat est stocké dans le registre de température dans 16-bit dans la mémoire tampon (scratchpad Memory) et le Ds18B20 revient à son état de repos.

- ✓ Si le DS18B20 est alimenté par une alimentation externe, le maître peut émettre "lecture intervalles de temps (horaires)" après la commande T Convertir et la DS18B20 répondra en transmettant 0 alors que la température conversion température est en cours et 1 lorsque la conversion est terminée
- ✓ Si le DS18B20 est alimenté par parasite puissance, cette technique de notification ne peut pas être utilisée, car le bus doit être tiré par une forte **pull-up** au cours de la conversion de température entière.

Les données de sortie de DS18B20 sont calibrées en degrés centigrade, Pour les applications Fahrenheit, une table de consultation ou routine de conversion doit être utilisé. Les données de température stocké comme un signe étendu nombre de complément 16 bits de deux bits dans le registre de température (voir la figure ci-dessous). Le signe bits (S) indiquent si la température est positive ou négative: pour les nombres positifs $S = 0$ et pour les nombres négatifs $S = 1$.

Le tableau ci-dessous donne des exemples de données de sortie numériques et lecture de la température correspondante. Résolutions supérieures à 9 bits peuvent être calculées en utilisant la les données de la température, COUNT RESTENT et COUNT PER ° C.

La température de la résolution étendue peut ensuite être calculée en utilisant l'équation suivante:

$$TEMPERATURE = TEMP_READ - 0.25 + ((COUNT_PER_C / COUNT_REMAIN) / COUNT_PER_C)$$

Le tableau suppose 12-bit résolution. Si le DS18B20 est configuré pour une résolution plus faible, les bits non significatifs contiennent des zéros. Pour utilisation Fahrenheit, une table de consultation ou de routine de conversion doit être utilisée.

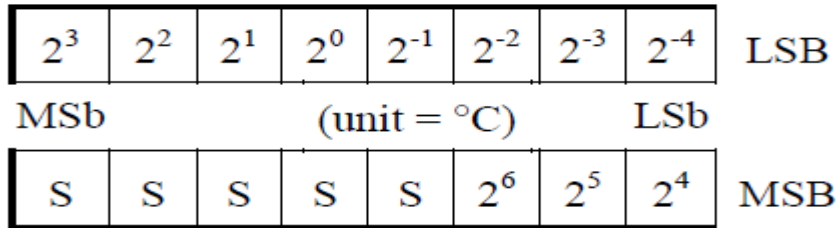


Figure : 24) Température registre format

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h*
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FF6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

Tableau : 03) la conversion BIN/HXE de valeur de température

F) Opération-alarme de signalisation :

Après la DS18B20 effectue une conversion de la température, la valeur de température est comparée à celle définie par l'utilisateur. Les valeurs de déclenchement d'alarme en complément à deux stockés dans le 1 octet TH et TL des registres (voir la figure ci-dessous) Le bit de signe (S) indique si la valeur est positive ou négative: pour les positifs numéros S = 0 et pour les nombres négatifs S = 1.

Le TH et TL registres sont non volatile (EEPROM) de sorte qu'ils conservent les données lorsque l'appareil est en hors tension. Étant donné que ces registres sont 8 bits uniquement, les bits 9-12 sont ignorés pour Comparaison. Le bit le plus significatif de TH ou TL correspond directement au bit du signe de 16 bits registre de température. Si le résultat d'une mesure de température est supérieure à TH ou inférieure à TL, un Alarme drapeau intérieur de l'appareil est réglé. Ce drapeau est mis à jour avec chaque mesure de la température.

Aussi longtemps que le drapeau d'alarme est activé, le DS18B20 répondra à la commande de recherche d'alarme. Ceci permet de nombreuses DS18B20s à être connectées en parallèle effectuant simultanément des mesures de température. Si quelque part la température dépasse les limites, le dispositif d'alarme (s) peuvent être identifiés et lus immédiatement sans avoir à lire des dispositifs non - alarmants

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
S	2^6	2^5	2^5	2^5	2^2	2^1	2^0

Tableau: 04) TH and TL Register Format

Le dispositif maître peut vérifier l'état d'alarme du pavillon, tous DS18B20s sur le bus en émettant une alarme Recherche Commande [ChE]. Tous les DS18B20s avec un drapeau d'alarme de consigne répondre à la commande, de sorte que le maître peut déterminer exactement quels DS18B20s ont connu une alarme condition. Si une condition d'alarme existe et le TH ou TL paramètres ont changé, une autre conversion de température devrait être fait pour valider la condition d'alarme.

G) Mise sous tension Le DS18S20 :

Le DS18B20 peut être alimenté par une alimentation externe sur Le VDD broche, ou il peut fonctionner en mode «puissance parasite», qui permet le DS18B20 de fonctionner sans une alimentation externe locale. Puissance de Parasite est très utile pour des applications qui nécessitent une distance de détection de température ou de celles avec des contraintes d'espace. La figure montre le DS18B20 de circuits de commande parasite-puissance, qui "vole" le pouvoir du bus *One-wire* via la broche DQ lorsque le bus est élevé. La puissance de charge volé alimente le DS18B20 tandis que le bus est élevé, et certains de la charge est stockée sur le condensateur de puissance parasite (CPP) Pour fournir une alimentation lorsque le bus est faible. le DS18B20 est utilisé en mode de puissance parasite, le VDD broches doit être connecté à la terre.

En mode de puissance parasite, le bus *One-wire* et CPP pouvez fournir un courant suffisant pour le DS18B20 plupart des opérations autant que le temps et la tension exigence spécifiée sont atteints.

Cependant, lorsque le DS18B20 effectue des conversions de température ou la copie des données de la mémoire de travail dans l'EEPROM, le courant de fonctionnement peut être aussi élevée que 1,5 mA. Ce courant peut provoquer une chute de tension inacceptable à travers à la faible résistance **pull-up One-wire** et est plus courant que peut être fourni par CPP.

Afin d'assurer que le DS18B20 a un courant d'alimentation suffisant, il est nécessaire de prévoir un forte **pull-up** sur le bus *One-wire* chaque fois que la température conversions ont lieu ou les données sont copiées à partir de le bloc - notes dans

l'EEPROM. Ceci peut être accompli à l'aide d'un transistor MOS à tirer le bus directement sur le rail comme le montre la figure ci-dessous. Le bus **One-wire** doit être commuté à la forte **pull-up** dans les 10 μ s (max) après un Convert T [44h] ou Copier scratchpad [48h] commande est émise, et le bus doit être maintenue élevée par le pull-up pour la durée de la conversion (tCONV) Ou le transfert de données (tWR = 10ms). Aucune autre activité ne peut avoir lieu sur le **One-wire** bus alors le **pull-up** est activé.

Le DS18B20 peut également être alimenté par la méthode conventionnelle connectée d'une alimentation externe à la broche VDD, comme représenté sur la figure (26) . L'avantage de cette méthode est que le MOSFET **pull - up** ne soit pas nécessaire, et le bus **One-wire** est libre d'effectuer un autre trafic au cours des temps de conversion température. L'utilisation de la puissance parasite n'est pas recommandé pour température supérieures à 100 ° C depuis le DS18B20 ne peut pas être capable de maintenir les communications en raison de la grande fuite des courants d'âge qui peuvent exister à ces températures. Pour des applications dans lesquelles de telles températures sont probables, il est fortement recommandé que le Ds18B20 être alimenté par une source d'alimentation externe.

Dans certaines situations, le maître du bus ne peut pas savoir si les DS18B20s sur le bus sont alimentés parasite ou alimenté par l'alimentation externe. Le maître a besoin de cette information pour déterminer si l'excursion haute (pull-up) de bus fort doit être utilisée lors de la conversion de la température. Pour obtenir cette information, le maître peut délivrer un SKIP ROM [CCh] commande suivi par lire l'alimentation (Read power supply) [B4h] suivi par un "slot lecture du temps" (Read-time slot). Au cours de la lecture en temps fente, parasite DS18B20s alimentés va tirer le bus bas, et à l'extérieur DS18B20s motorisés laisseront le bus restent élevés. Si le bus est tiré vers le bas, le maître sait qu'il doit fournir la forte **pull-up** sur le bus **One-wire** lors de la température conversions.

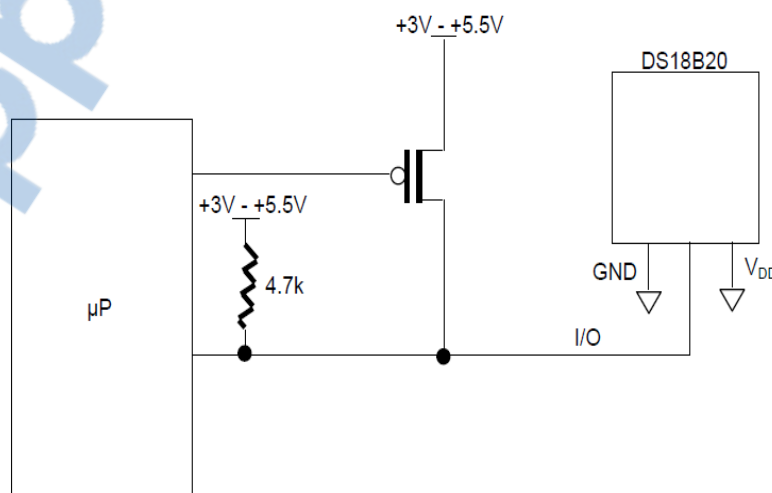


Figure : 25) le DS18B20 Fournis Parasite-Power Pendant la Conversions de température

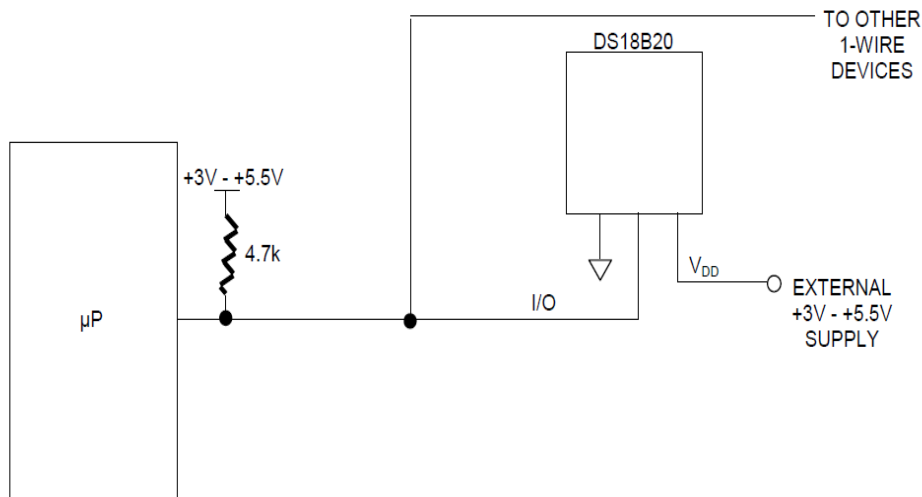


Figure : 26) Mise sous tension du DS18B20 avec une alimentation externe

H) Mémoire :

La mémoire de la DS18B20 est organisée comme le montre la Figure(27) . La mémoire se compose d'un SRAM scratchpad avec mémoire non volatile EEPROM pour les hauts et bas registres de déclenchement d'alarme (TH et TL). Notez que si le DS18B20 fonction d'alarme n'a pas été utilisé, le TH et TL entre- ISTRES peuvent servir de mémoire à usage général.

Le scratchpad est organisé comme huit octets de mémoire. Les 2 premiers octets contiennent le LSB et le MSB les informations de température mesurée, respectivement. Les troisième et quatrième octets sont des copies volatiles de TH et TL et sont rafraîchies à chaque réinitialisation de mise sous tension (power on reset) . Le cinquième octet est une copie volatile de la configuration registre et est rafraîchi à chaque réinitialisation de mise sous tension (power on reset). Les sixième, septième et huitième octets sont utilisés pour interne calculs, et donc ne sera pas lu tout motif prévisible [Il y a un octet neuvième qui peut être lu avec une commande Lire scratchpad [BEh]. Cet octet contient cyclique octet de contrôle de redondance (CRC) qui est le CRC sur l'ensemble des huit octets précédents]

Les données sont écrites octets 2 et 3 de la scratchpad utilisant *le scratchpad* écrit de [4Eh] commande. Les données doivent être transmises au DS18B20 en commençant par le bit de moins significative de l'octet 2. Pour vérifier l'intégrité des données, le scratchpad peut être lu (en utilisant le Lire scratchpad [BEh] commande) après les données sont écrites. Lors de la lecture du scratchpad, les données sont transférées sur le bus *One-wire* en commençant par le bit le moins significatif de l'octet 0. Pour transférer le TH et TL les données du scratchpad à la mémoire EEPROM, le maître doit exécutez la commande copier scratchpad [48h].

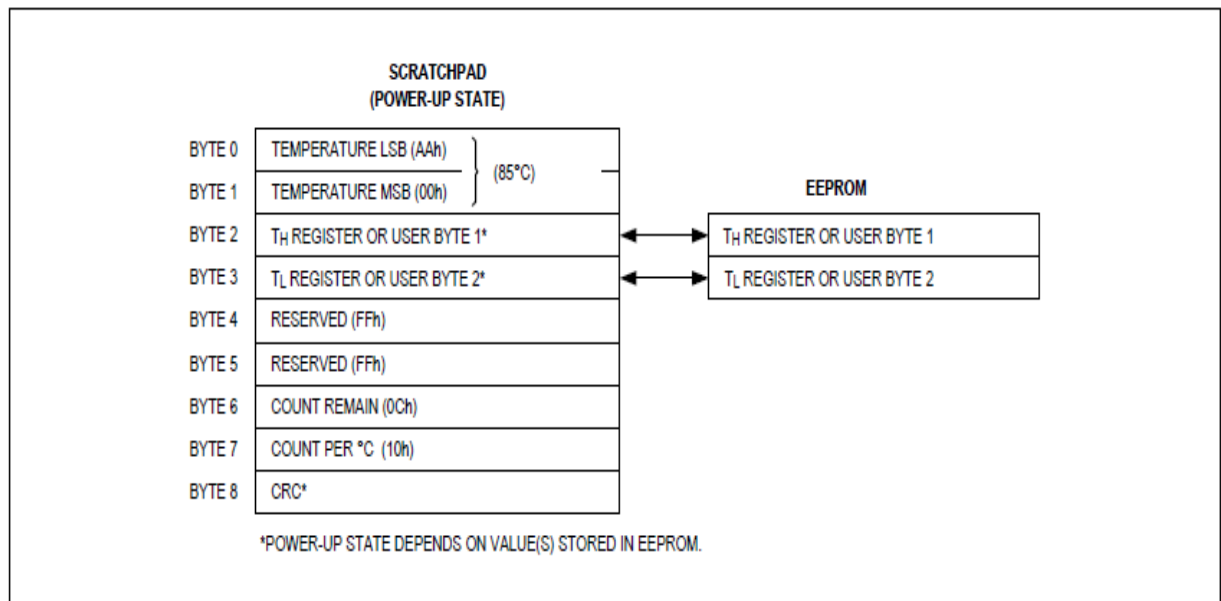


Figure : 27) DS18B20 Memory Map

Les données dans les registres de l'EEPROM sont conservées lorsque l'appareil est alimenté vers la tension basse, à la mise sous tension des données EEPROM sont rechargés dans les emplacements scratchpad correspondants.

Les données peuvent également être rechargées à partir de l'EEPROM à scratchpad à tout moment en utilisant le rappel E² de Commande [B8h]. Le maître peut émettre "lecture de fentes horaires"(Read time slots) (voir le **One-wire Système de bus** de section) suivant le rappel E² commander et le DS18S20 indique l'état du rappel par transmission 0 alors que le rappel est en cours et 1 lorsque le rappel est fait(terminé).

XI) conclusion

Nous pouvons conclure de ce chapitre : Maintenant, nous savons comment utiliser et de différencier le type de capteurs, nous pouvons choisir les types de capteurs approprié (adéquat) dont nous avons besoins selon leurs fonctions et leur domaine d'applications. Nous aide aussi à choisir et utiliser les capteurs de température numériques dans notre environnement quotidien.

Chapitre 3

I) Introduction :

Cette partie de notre mémoire présente une étude générale sur les microcontrôleurs PICs, commençant par quelques définitions de ce genre de composants électroniques et une présentation générale de différents types de microcontrôleurs, on précisant l'étude de PIC 16F877A qu'on va utiliser pour programmer notre circuit.

Aussi on fait une présentation générale sur les afficheurs de cristaux liquides (LCD), les différents types et modes d'utilisation de ces afficheurs.

Enfin on présente la partie programmation de notre projet, pour cela on utilise le logiciel de programmation « **mikroC pro for pic** », et une explication de chaque partie de ce programme.

II) Etude générale sur les Microcontrôleurs PICs :

II.1) Définitions :

a) Définition 1 :

Les **microcontrôleurs PIC** (ou **PICmicro** dans la terminologie du fabricant) forment une famille de microcontrôleurs de la société Microchip. Ces microcontrôleurs sont dérivés du PIC1650 développé à l'origine par la division microélectronique de General Instrument.

Le nom PIC n'est pas officiellement un acronyme, bien que la traduction en « *Peripheral Interface Controller* » (« contrôleur d'interface périphérique ») soit généralement admise. Cependant, à l'époque du développement du PIC1650 par General Instrument, PIC était un acronyme de « *Programmable Intelligent Computer* » ou « *Programmable Integrated Circuit* ».

Les PIC intègrent une mémoire programme non volatile (FLASH), une mémoire de données volatile (SRAM), une mémoire de donnée non volatile (E2PROM), des ports d'entrée-sortie (numériques, analogiques, MLI, UART, bus I2C, Timers, SPI, etc.), et même une horloge, bien que des bases de temps externes puissent être employées. Certains modèles disposent de ports et unités de traitement de l'USB et Ethernet.

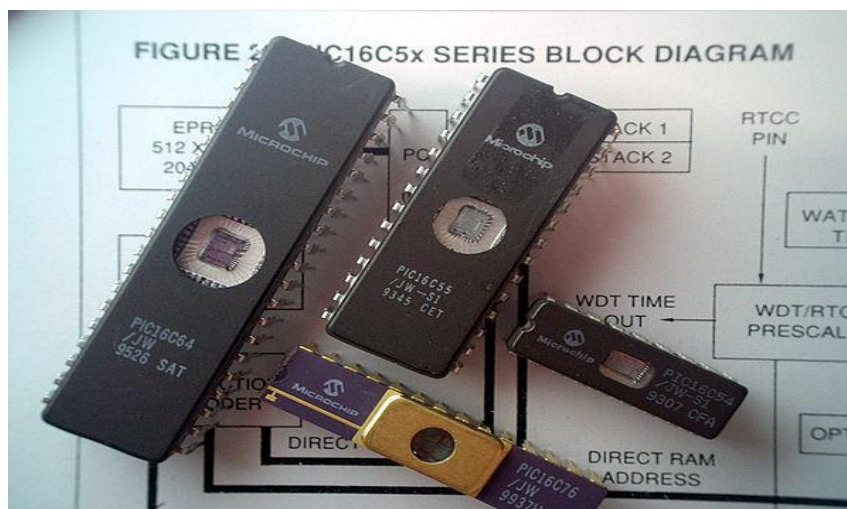


Figure : 28) Divers microcontrôleurs PICs.

b) ***Définition 2*** : Qu'est ce qu'un microcontrôleur (μ C):

C'est un ordinateur monté dans un circuit intégré. Les avancées technologiques en matière d'intégration, ont permis d'implanter sur une puce de silicium de quelques millimètres carrés la totalité des composants qui forment la structure de base d'un ordinateur. Comme tout ordinateur, on peut décomposer la structure interne d'un microprocesseur en trois parties :

- ***Les mémoires***
- ***Le processeur***
- ***Les périphériques***

Les mémoires sont chargées de stocker le programme qui sera exécuté ainsi que les données nécessaires et les résultats obtenus.

Le processeur est le cœur du système puisqu'il est chargé d'interpréter les instructions du programme en cours d'exécution et de réaliser les opérations qu'elles contiennent. Au sein du processeur, l'unité arithmétique et logique **ALU** interprète, traduit et exécute les instructions de calcul.

Les périphériques ont pour tâche de connecter le processeur avec le monde extérieur dans les deux sens. Soit le processeur fournit des informations vers l'extérieur (périphérique de sortie), soit il en reçoit (périphérique d'entrée).

Les PICs sont des composants RISC (**R**educe **I**nstructions **C**onstruction **S**et), ou encore composant à jeu d'instructions réduit. L'avantage est que plus on réduit le nombre d'instructions, plus facile et plus rapide en est le décodage, et plus vite le composant fonctionne.

La famille des PICs est subdivisée en 3 grandes familles : La famille **Base-line**, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits, la famille **Mid-Range**, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie la 16F84 et 16F876), et la famille **High-End**, qui utilise des mots de 16 bits (18FXXX).

c) ***Pour identifier un PIC : on utilise simplement son numéro ?***

Les 2 premiers chiffres indiquent la catégorie du PIC, **16** indique un PIC Mid-Range.

Vient ensuite parfois une lettre **L**, celle-ci indique que le PIC peut fonctionner avec une plage de tension beaucoup plus tolérante.

Vient en suite une ou deux lettres pour indiquer le type de mémoire programme :

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

On trouve ensuite un nombre qui constitue la référence du PIC.

On trouve ensuite un tiret suivi de deux chiffres indiquant la fréquence d'horloge maximale que le PIC peut recevoir.

II.2) Intérêt des microcontrôleurs :

Les microcontrôleurs sont de taille tellement réduite qu'ils peuvent être sans difficulté implantés sur l'application même qu'ils sont censés piloter.

Leur prix et leurs performances simplifient énormément la conception de système électronique et informatique.

On peut encore préciser :

- ✓ Les performances sont identiques voir supérieurs à ses concurrents.
- ✓ Très utilisé donc très disponible.
- ✓ Les outils de développement sont gratuits et téléchargeables sur le WEB.
- ✓ Le jeu d'instruction réduit est souple, puissant et facile à maîtriser.
- ✓ Les versions avec mémoire flash présentent une souplesse d'utilisation et des avantages pratiques indéniables.
- ✓ La communauté des utilisateurs des PICs est très présente sur le WEB.

L'utilisation des microcontrôleurs ne connaît de limite que l'ingéniosité des concepteurs, on les trouve dans nos cafetières, les magnétoscopes, les radios...

II.3) Architecture des Pics :

Les PIC se conforment à l'architecture Harvard : ils possèdent une mémoire de programme et une mémoire de données séparées. La plupart des instructions occupent un mot de la mémoire de programme. La taille de ces mots dépend du modèle de PIC, tandis que la mémoire de données est organisée en octets.

Les PIC sont des processeurs dits RISC, c'est-à-dire processeur à jeu d'instruction réduit. Plus on réduit le nombre d'instructions, plus facile et plus rapide en est le décodage, et plus vite le composant fonctionne. Cependant, il faut plus d'instructions pour réaliser une opération complexe.

Le nombre de cycles d'horloge (Tosc) par cycle instruction (Tcy) dépend de l'architecture du PIC : $Tcy=4*Tosc$ (8bits), $Tcy=2*Tosc$ (16bits), $Tcy=Tosc$ (32bits)

Comme la plupart des instructions sont exécutées en un seul cycle, hormis les sauts, cela donne une puissance de l'ordre de 1 MIPS par MHz (1 million d'instructions par seconde).

Les PIC peuvent être cadencés à 20/32 MHz (séries PIC16/PIC16F1), 40/48/64 MHz (série PIC18/PIC18"J"/PIC18"K"), 80/100 (PIC32MX), 120/200 (PIC32MZ).

II.4) Programmation des Pics :

Un microcontrôleur PIC est une unité de traitement et d'exécution de l'information à laquelle on a ajouté des périphériques internes permettant de réaliser des montages sans nécessiter l'ajout de composants annexes. Un microcontrôleur PIC peut donc fonctionner de façon autonome après programmation.

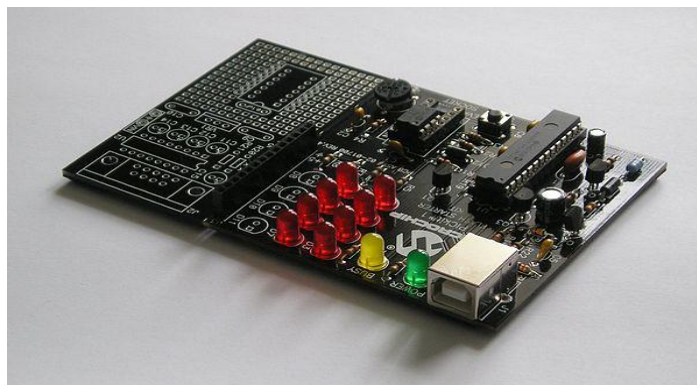


Figure : 29) Carte de développement de Microchip, pour microcontrôleurs PIC de 6, 8 et 14 broches.

Les PIC disposent de plusieurs technologies de mémoire de programme : **flash, ROM, EPROM, EEPROM, UVPROM**. Certains PIC18 permettent l'accès externe à la **FLASH** et à la **RAM**.

La programmation du PIC peut se faire de différentes façons :

- par programmation *in-situ* en utilisant l'interface de programmation / debug universel ICSP de Microchip. Il suffit alors d'ajouter simplement un connecteur ICSP au microcontrôleur sur la carte fille pour permettre sa programmation une fois soudé ou sur sonsupport (sans avoir besoin de le retirer). Il existe pour cela plusieurs solutions libres (logiciel + interface à faire soi-même) ou commerciales (par exemple : PICKIT 3, ICD3 et Real-Ice de Microchip).
- par l'intermédiaire d'un programmeur dédié (par exemple : PM3, PICSTART pour la production de la société Microchip).

II.5) Débogage de Pic :

Le débogage logiciel peut être réalisé de façon logicielle (simulateur) ou hardware (débogueur externe). Dans les 2 cas, un environnement tel que MPLAB X peut être utilisé. Plusieurs solutions existent pour déboguer un programme écrit pour un microcontrôleur PIC :

- simulateur (dans MPLAB X)
- débogueur hardware *in-situ via l'ICSP*
- simulateur Proteus

II.6) Familles de PIC :

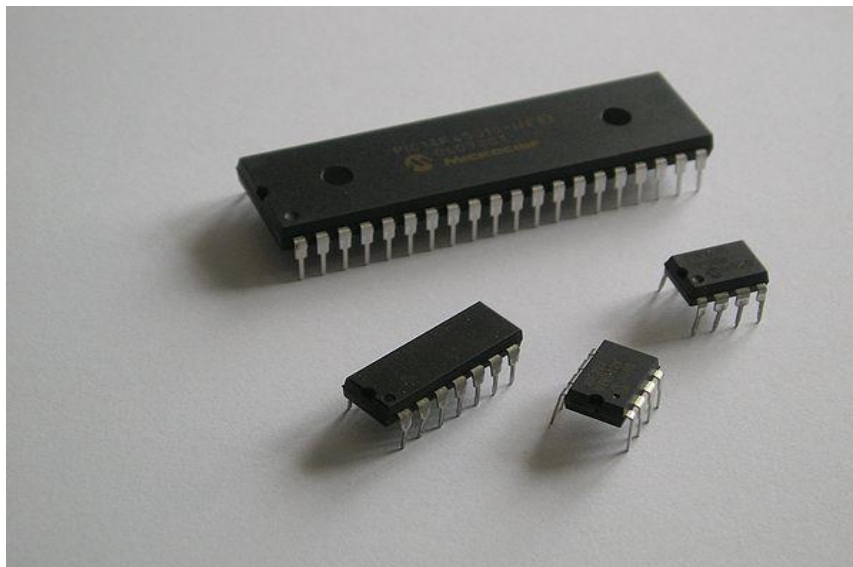


Figure : 30) Quatre microcontrôleurs PIC de familles différentes : 18F, 16F, 12F et 10F.

Les modèles de PIC courants sont repérés par une référence de la forme :

- 2 chiffres : famille du PIC (10, 12, 16, 18, 24, 32) ou dsPIC (30, 33) — 2 familles très rares ont été également introduites PIC14 / PIC17.
- 1 lettre : type de mémoire de programme (C ou F). Le F indique en général qu'il s'agit d'une mémoire flash et donc effaçable électriquement. La lettre C indique en général que la mémoire ne peut être effacée que par exposition aux ultra-violets (exception pour le PIC16C84 qui utilise une mémoire EEPROM donc effaçable électriquement). Un L peut être ajouté devant pour indiquer qu'il s'agit d'une modèle basse tension (exemple : 2 V à 5,5 V si LF — 4,2 V à 5,5 V si F).
- un nombre de 2 à 4 chiffres : modèle du PIC au sein de la famille. Toutefois il y a maintenant des exceptions : PIC18F25K20 ou PIC18F96J60 par exemple.
- un groupe de lettres pour indiquer le boîtier et la gamme de température. Par exemple, le PIC18LF4682-I/P est un microcontrôleur de la famille PIC18, basse tension (L), à mémoire flash (F), modèle 4682, gamme de température industrielle (I) et boîtier DIL40.

III) Etude du microcontrôleur P16F877A :

III.1) Introduction :

Les PICs sont des microcontrôleurs à architecture RISC (Reduce Instructions Construction Set), ou encore composant à jeu d'instructions réduit. L'avantage est que plus on réduit le nombre d'instructions, plus leur décodage sera rapide ce qui augmente la vitesse de fonctionnement du microcontrôleur. La famille des PICs est subdivisée en 3 grandes familles :

La famille **Base-Line**, qui utilise des mots d'instructions de 12 bits, la famille **Mid-Range**, qui utilise des mots de 14 bits (et dont font partie le 16F86 et 16F877), et la famille **High-End**, qui utilise des mots de 16 bits. Les PICs sont des composants STATIQUES, Ils peuvent fonctionner avec des fréquences d'horloge allant du continu jusqu'à une fréquence max spécifique à chaque circuit. Un PIC16F876-04 peut fonctionner avec une horloge allant du continu jusqu'à 4 MHz. Nous nous limiterons dans ce document à la famille Mid-Range et particulièrement au PIC 16F876/877, sachant que si on a tout assimilé, on pourra facilement passer à une autre famille, et même à un autre microcontrôleur.

PIC	FLASH	RAM	EEPROM	I/O	A/D	Port //	Port Série
16F876	8K	368	256	22	5	NON	USART/MSSP
16F877	8K	368	256	33	8	PSP	USART/MSSP

Tableau : 05) caractéristiques de la famille 16F876 – 16F877

III.2) Les éléments essentiels du PIC16F877A sont :

- Une mémoire programme de type EEPROM flash de 8K mots de 14 bits,
- Une RAM donnée de 368 octets,
- Une mémoire EEPROM de 256 octets,
- cinq ports d'entrée sortie, A (6 bits), B (8 bits), C (8 bits), D(8 bits), E (3bits),
- Convertisseur Analogiques numériques 10 bits à 5 canaux pour le 16F876, (8 canaux pour le 16F877)
- USART, Port série universel, mode asynchrone (RS232) et mode synchrone
- SSP, Port série synchrone supportant I2C
- Trois TIMERS avec leurs Prescalers, TMR0, TMR1, TMR2
- Deux modules de comparaison et Capture CCP1 et CCP2
- Un chien de garde,
- 13 sources d'interruption,
- Générateur d'horloge, à quartz (jusqu' à 20 MHz) ou à Oscillateur RC
- Fonctionnement en mode **sleep** pour réduction de la consommation,
- Programmation par mode ICSP (In Circuit Serial Programming) 12V ou 5V,
- Possibilité aux applications utilisateur d'accéder à la mémoire programme,
- Tension de fonctionnement de 2 à 5V,
- Jeux de 35 instructions.

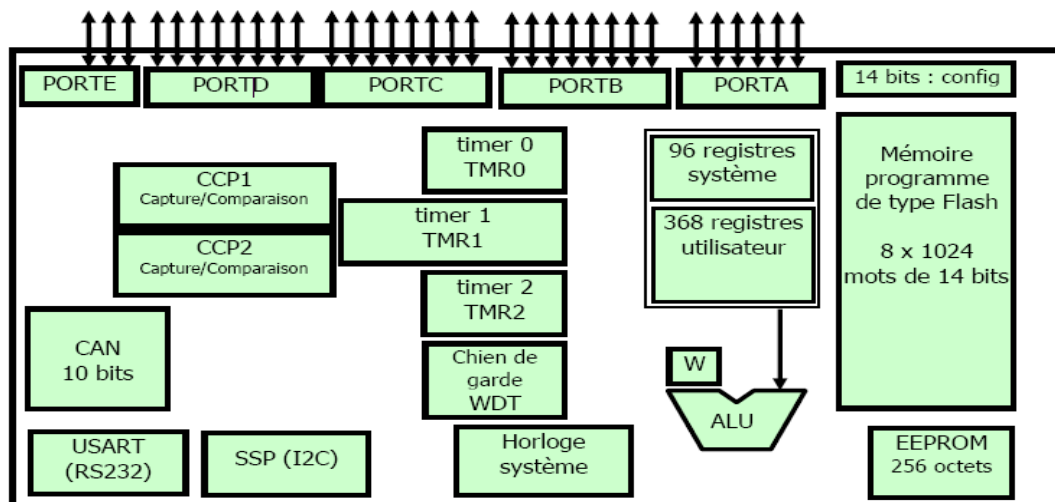


Figure : 31) Les éléments constitutifs du PIC 16F877A

III.3) Le brochage de pic 16F877 A:

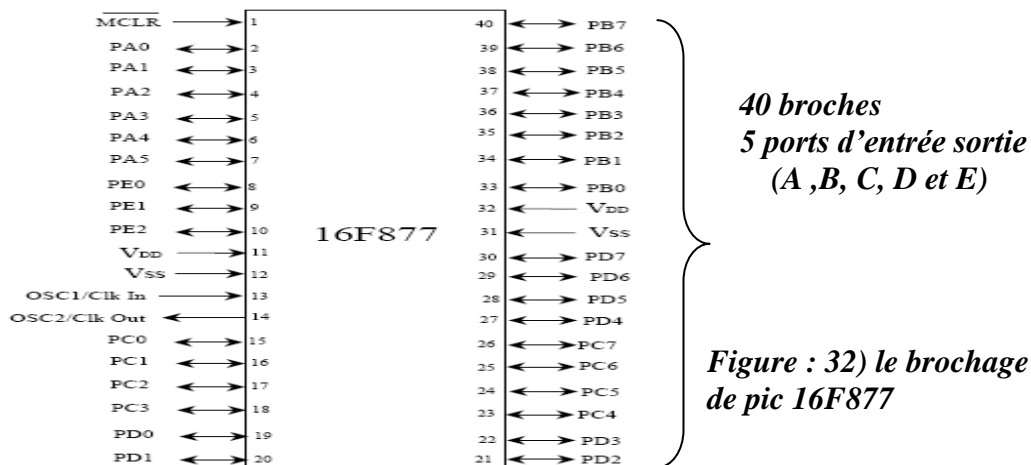


Figure : 32) le brochage de pic 16F877

III.4) les éléments de bases du pic 16F877A :

III.4.1) L'Horloge :

L'horloge peut être soit interne soit externe. L'horloge interne est constituée d'un oscillateur à quartz ou d'un oscillateur RC.

Avec l'oscillateur à Quartz, on peut avoir des fréquences allant jusqu'à 20 MHz selon le type de μC . Le filtre passe bas (R_s , C_1 , C_2) limite les harmoniques dus à l'écrêtage et réduit l'amplitude de l'oscillation, il n'est pas obligatoire.

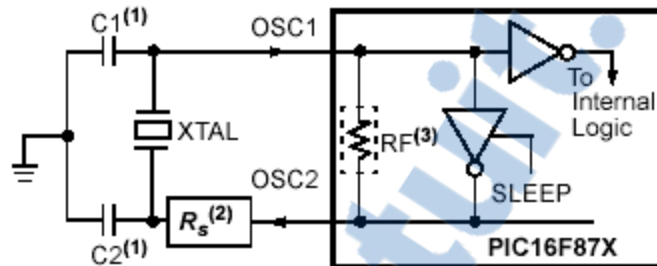


Figure : 33) Oscillateur à quartz du PIC 16F87x

Avec un oscillateur RC, la fréquence de l'oscillation est fixée par V_{dd} , R_{ext} et C_{ext} . Elle peut varier légèrement d'un circuit à l'autre.

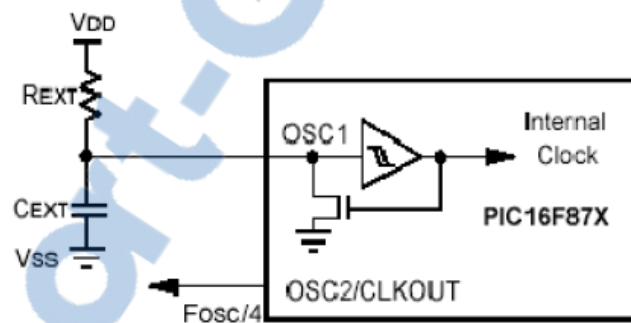


Figure : 34) Oscillateur RC du PIC 16F87x

Dans certains cas, une horloge externe au microcontrôleur peut être utilisée pour synchroniser le PIC sur un processus particulier.

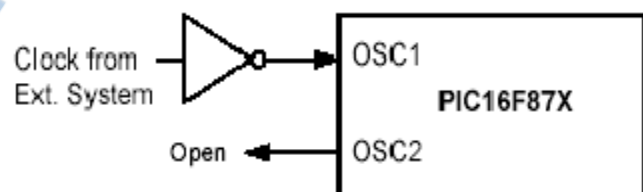


Figure : 35) horloge externe du PIC 16F87x

Quelque soit l'oscillateur utilisé, l'horloge système dite aussi horloge instruction est obtenue en divisant la fréquence par 4. Dans la suite de ce document on utilisera le terme $F_{osc}/4$ pour désigner l'horloge système.

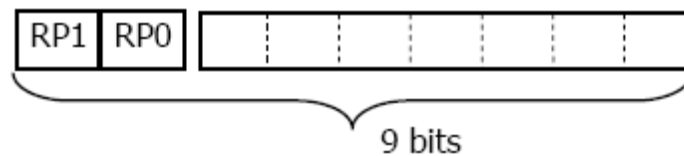
Avec un quartz de 4 MHz, on obtient une horloge instruction de 1 MHz, soit le temps pour exécuter une instruction de $1\mu\text{s}$.

Organisation de la mémoire RAM

L'espace mémoire RAM adressable est de **512** positions de 1 octet chacune :

- 96 positions sont réservées au SFR (Special Function Registers) qui sont les registres de configuration du PIC.
- Les 416 positions restantes constituent les registres GPR (General Purpose Registers) ou RAM utilisateur. Sur le 16F876 et 16F877, 3 blocs de 16 octets chacun ne sont pas implantés physiquement d'où une capacité de RAM utilisateur de 368 GPR.

Pour pouvoir adresser les 512 positions accessibles, il faut **9 bits** d'adresse. Pour avoir ces 9 bits, le PIC complète les 7 bits venant de l'instruction par deux bits situés dans le registre de configuration STATUS. Ces bits sont appelés RP0 et RP1 et doivent être positionnés correctement avant toute instruction qui accède à la RAM par l'adressage direct.



La RAM apparaît alors organisée en 4 Banks de 128 octets chacun. L'adresse instruction permet d'adresser à l'intérieur d'un bank alors que les bits RP0 et RP1 du registre STATUS permettent de choisir un bank.

III.4.2) Les registres internes :

IRP	RP1	RP0	\overline{TO}	\overline{PD}	Z	DC	C
-----	-----	-----	-----------------	-----------------	---	----	---

Tableau : 06) exemple d'un registre interne dans le 16F877

III.4.3) Le module de conversion A/N :

Ce module est constitué d'un convertisseur Analogique Numérique 10 bits dont l'entrée analogique peut être connectée sur l'une des 8 (5 pour 16F876) entrées analogiques externes.

Les entrées analogiques doivent être configurées en entrée à l'aide des registres TRISA et/ou

TRISE. L'échantillonneur bloqueur est intégré, il est constitué d'un interrupteur d'échantillonnage et d'une capacité de blocage de 120 pF.

Les tensions de références permettant de fixer la dynamique du convertisseur. Elles peuvent être choisies parmi Vdd, Vss, Vref+ ou Vref-

Le control du module se fait par les deux registres ADCON0 et ADCON1.

ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON
--------	-------	-------	------	------	------	---------	---	------

ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
--------	------	---	---	---	-------	-------	-------	-------

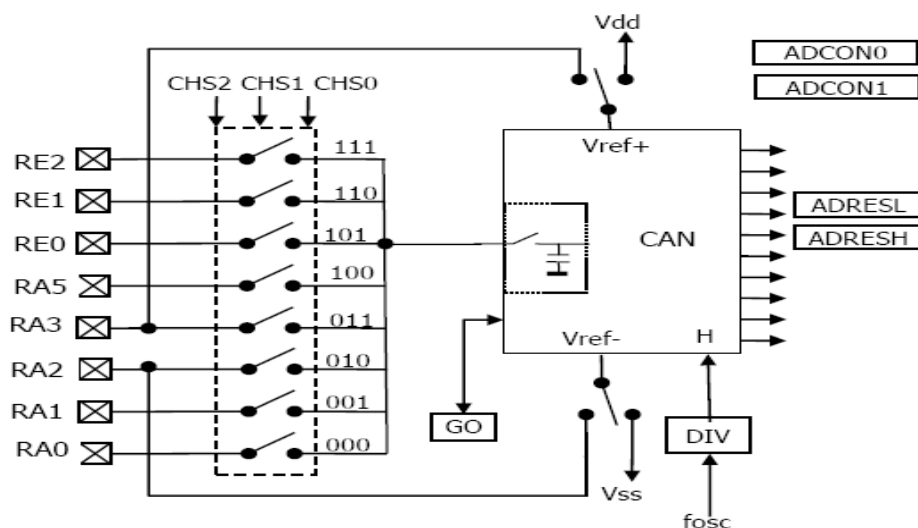


Figure : 36) module CAN du pic 16F877

Les 5 broches de PORTA et les 3 de PORTE peuvent être configurés soit en E/S digitales, soit en entrées analogiques. RA2 et RA3 peuvent aussi être configurées en entrée de référence.

PCFG3:PCFG0	RE2	RE1	RE0	RA5	RA3	RA2	RA1	RA0	VREF+	Vref-	A/R/N
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0/0
0001	A	A	A	A	Vref+	A	A	A	RA3	VSS	7/1/0
0010	N	N	N	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0/3
0011	N	N	N	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	4/1/3
0100	N	N	N	N	A	N	A	A	VDD	VSS	3/0/5
0101	N	N	N	N	VREF+	N	A	A	RA3	VSS	2/1/5
011x	N	N	N	N	N	N	N	N	VDD	VSS	0/0/8
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2/0
1001	N	N	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0/2
1010	N	N	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	5/1/2
1011	N	N	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2/2
1100	N	N	N	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2/3
1101	N	N	N	N	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2/4
1110	N	N	N	N	N	N	N	A	VDD	VSS	1/0/7
1111	N	N	N	N	VREF+	VREF-	N	A	RA3	RA2	1/2/5

Tableau : 07) tableau de configuration des E/S et des tensions de référence du pic 16F877

Remarque : Pour les utiliser en E/S numériques, il faut écrire '00000110' dans le registre ADCON1

III.4.4) Les ports d'E/S :

A/ Le port d'E/S PORTA :

Le port A désigné par PORTA est un port de 6 bits (RA0 à RA5). RA6 et RA7 ne sont pas accessibles.

B/ Le port d'E/S PORTB :

Il comporte 8 bits. Le registre de direction correspondant est TRISB.

C/ Le port d'E/S PORTC :

Il s'agit d'un PORT 8 bits bidirectionnel, Il est partagé avec le module de transmission synchrone I2C et l'USART.

La configuration de direction se fait à l'aide du registre TRISC, positionner un bit de TRISC à 1 configure la broche correspondante de PORTC en entrée et inversement. Au départ toutes les broches sont configurées en entrée.

D/ Le port d'E/S PORTD :

Le port D désigné par PORTD est un port bidirectionnel de 8 bits (RD0 à RD7). Toutes les broches sont compatibles TTL et ont la fonction trigger de Schmitt en entrée.

E/ Le port d'E/S PORTE :

PORTE contient seulement 3 bits RE0, RE1 et RE2. Les 3 sont configurables en entrée ou en sortie à l'aide des bits 0, 1 ou 2 du registre TRISE.

Remarque : Pour utiliser les broches de ces PORTS en E/S numériques normales il faut Placer 06h dans ADCON1.

III.4.5) Les interruptions :

Une interruption provoque l'arrêt du programme principal pour aller exécuter une procédure d'interruption. A la fin de cette procédure, le microcontrôleur reprend le programme principal à l'endroit où il l'a laissé. A chaque interruption sont associés deux bits, un bit de validation et un drapeau. Le premier permet d'autoriser ou non l'interruption, le second permet au programmeur de savoir de quelle interruption il s'agit. Sur le 16F876/877, les interruptions sont classées en deux catégories, les interruptions primaires et les interruptions périphériques.

Elles sont gérées par les registres :

INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
PIE1 (bk1)	PSPIE	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
PIR1 (bk0)	PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
PIE2 (bk0)	-	-	-	EEIE	BCLIE	-	-	CCP2IE
PIR2 (bk1)	-	-	-	EEIF	BCLIF	-	-	CCP2IF
OPTION_REG(bk1)		INTEDG						

Tableau : 08) les registres des interruptions de 16F87X

- Toutes les interruptions peuvent être validées/interdites par le bit INTCON.GIE
- Toutes les interruptions périphériques peuvent être validées/interdites par le bit INTCON.PEIE
- Chaque interruption peut être validée/interdite par son bit de validation individuel.

Remarque : pour valider une interruption périphérique (par exemple), il faut positionner 3bits, GIE, PEIE et le bit individuel de l'interruption.

III.4.6) Les Timers : Exemple de Le Timer TMR0

C'est un compteur 8 bits ayant les caractéristiques suivantes :

- Il est incrémenté en permanence soit par l'horloge interne Fosc/4 (mode timer) soit par une horloge externe appliquée à la broche RA4 du port A (mode compteur). Le choix de l'horloge se fait à l'aide du bit TOCS du registre OPTION_REG
- o TOCS = 0 // horloge interne
- o TOCS = 1 // horloge externe appliquée à RA4
 - Dans le cas de l'horloge externe, Le bit TOSE du registre OPTION_REG permet de choisir le front sur lequel le TIMER s'incrémente.
- o TOSE = 0 //incréméntation sur fronts montants
- o TOSE = 1 // incréméntation sur fronts descendants
- Quelque soit l'horloge choisie, on peut la passer dans un diviseur de fréquence Programmable (Prescalers) dont le rapport DIV est fixés par les bits PS0, PS1 et PS2 du registre OPTION_REG.

PS2	PS1	PS0	Div
0	0	0	2
0	0	1	4
0	1	0	8
0	1	1	16
1	0	0	32
1	0	1	64
1	1	0	128
1	1	1	256

Tableau : 09) le bit PSA dans des états déférents

- L'affectation ou non du prédiviseur se fait à l'aide du bit PSA du registre OPTION_REG
- o PSA = 0 // on utilise le prédiviseur
- o PSA = 1 // pas de prédiviseur (affecté au chien de garde)

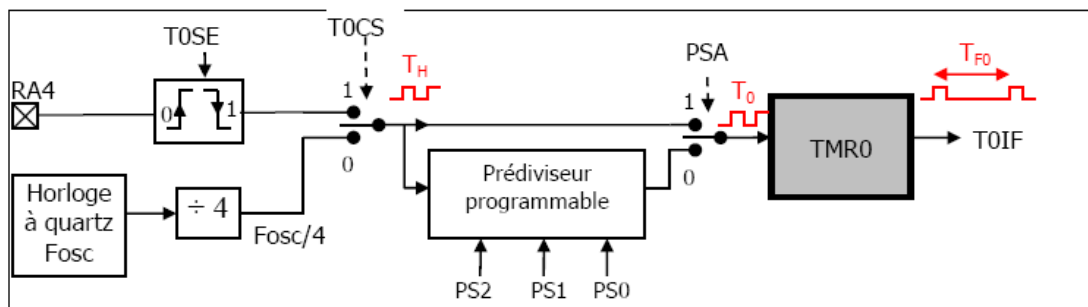


Figure : 37) le cas où on utilise le prédiviseur ou pas

Remarque : chaque fois que le compteur complète un tour, le drapeau TOIF se lève. Si on note TH la période de l'horloge source, T0 l'horloge de TMR0 et TF0 le temps qui sépare 2levés de drapeau successifs :

- Sans prédiviseur : $TF0 = 256 T0 = 256 TH$
- Avec prédiviseur : $TF0 = 256 T0 = 256 \times (DIV \times TH)$
- Avec prédiviseur et compteur N dans le programme :
 $TF0 = N \times 256 \times (DIV \times TH)$

IV) Etude générale sur les afficheurs à cristaux liquide (LCD) :

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

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

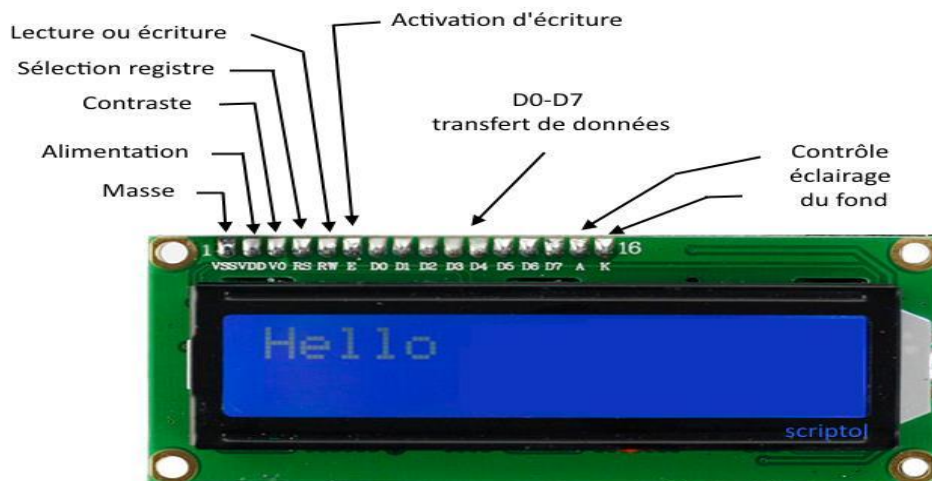


Figure : 38) Afficheur à cristaux liquide LCD

Les afficheurs LCD sont devenus incontournables dans toutes applications qui demandent la visualisation de paramètres.

Auparavant onéreux et difficiles à mettre en œuvre, ils sont maintenant bon marché et l'interface parallèle, au standard Hitachi, permet un pilotage facile.

On rencontre aussi de plus en plus d'afficheur pilotable avec un port série ou I2C. Les afficheurs LCD se ressemblent tous, à part le nombre de lignes et le nombre de colonnes, le fonctionnement et le brochage est standard et identique. Un des points intéressant est de pouvoir contrôler l'afficheur en mode 8bits ou en mode 4bits.

IV.1) Définition:

Un cristal liquide est produit de la chimie organique, qui possède les propriétés optiques des cristaux solides alors qu'il est lui-même liquide.

Ses molécules ont la forme de cigares susceptible de s'orienter très rapidement dans le sens de tous champs électriques qu'on lui applique. En l'absence de ce dernier, les molécules s'orientent aléatoirement dans toutes les directions.

IV.2) Présentation :

L'afficheur LCD utilise la polarisation de la lumière, grâce à des filtres polarisants, et à la biréfringence de certains cristaux liquides en phase nématique (phase intermédiaire entre liquide et solide), dont on peut faire varier l'orientation en fonction du champ électrique. Du point de vue optique, l'afficheur à cristaux liquides est un dispositif passif (il n'émet pas de la lumière) dont la transparence varie ; il doit donc être éclairé.

D'abord disponible en monochrome et en petite taille, il est utilisé dans les calculatrices et les montres, du fait de sa faible consommation électrique. Il permet actuellement d'afficher en couleurs dans des dimensions dépassant le mètre de diagonale. Il a pu remplacer le tube cathodique dans la plupart des applications, sauf en très haute définition, lorsque la palette de couleurs doit être précise et fidèle.

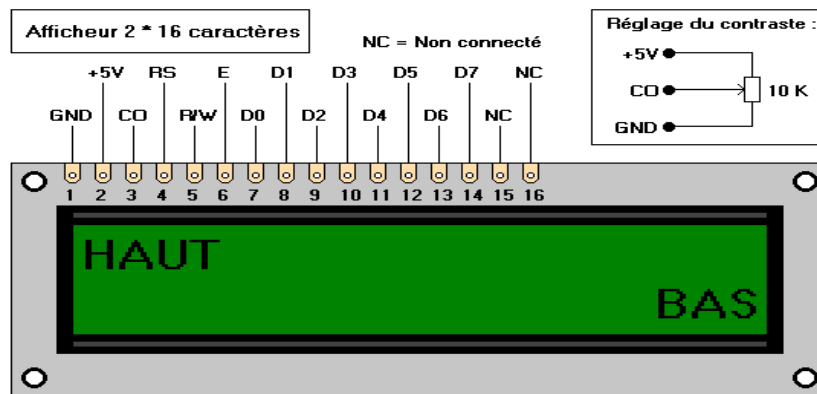


Figure : 39) un afficheur LCD 2*16 caractères

IV.2.1) Les bases des afficheurs LCD :

LCD est l'acronyme de **Liquid Crystal Display** (en anglais), ce qui signifie en français **écran à cristaux liquides**.

Par opposition à un afficheur à LED (comme les afficheurs 7 segments par exemple) où il suffit d'allumer une LED pour créer des caractères, l'affichage d'un message textuel sur un afficheur LCD n'est jamais direct. Il faut envoyer une série de commandes à l'afficheur, qui les interprète et qui réalise en fonction certaines actions dont l'affichage des caractères.

On distingue 2 types de commandes : les **instructions** (pour configurer l'afficheur) et les **données** (pour afficher un caractère à partir de son code ASCII). Le protocole d'envoi des commandes à l'afficheur est très précis et doit être respecté si on veut que la réaction de l'afficheur soit le résultat attendu : afficher un message.

Un afficheur LCD contient :

- une entrée de contrôle **RS** (Register Select)
- une autre entrée **RW**
- une entrée de validation **E** (Enable)
- 8 entrées de données **D0** à **D7**
- 3 entrées d'alimentation **VSS** **VDD** et **VEE**

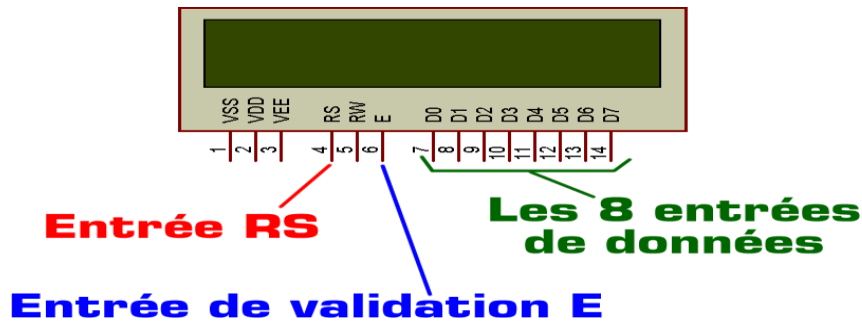


Figure : 40) les entrées d'un afficheur LCD

RS permet de préciser si la commande présente sur les entrées **D0** à **D7** est une **instruction** ou une **donnée**, et **E** permet de valider cette commande.

Une commande est une valeur numérique présente sur les entrées **D0** à **D7** et validée par une impulsion sur **E**.

Le protocole d'envoi des commandes précise la liste des instructions à envoyer pour configurer l'afficheur (**RS=0**) suivie des données à envoyer (**RS=1**).

L'entrée **RW** sera mise à zéro (connectée à la masse) et sera inutilisée ici.

Les 3 entrées d'alimentation **VSS** **VDD** et **VEE** n'ayant pas besoin d'être obligatoirement alimentées dans ISIS Proteus, elles resteront non connectées.

IV.2.2) Le brochage d'un afficheur LCD :

L'afficheur LCD a 14 broches en standard et souvent 16, les broches 15 et 16 servent au rétro-éclairage (une option).

Broche	Nom	Description
1	Vss	Masse
2	Vdd	Alimentation 5v
3	CO	Variables de 0 à 5v permet de modifier le contraste de l'afficheur
4	RS	Indique une commande ou une donnée à afficher (0: Commande / 1: Donnée)
5	R/W	Indique une écriture ou une lecture (0: Écriture / 1: Lecture)
6	E	Indique une validation (Le niveau Haut doit être maintenu 500µs)
7	D0	Bus de données bidirectionnel.
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	
15	A	Anode rétroéclairage (+5V)
16	K	Cathode rétroéclairage (masse)

Tableau : 10) le brochage d'un afficheur LCD.

IV.2.3) Principe de fonctionnement :

On envoie deux types d'information à l'afficheur.

- les **commandes** qui permettent de l'initialiser : positionnement du curseur, effacement écran, etc. ;
- les **données** à afficher :

L'entrée **RS** permet de spécifier si on envoie une commande ou une donnée :

- RS=0: instruction (commande) ;
- RS=1: caractère (donnée).

L'afficheur dispose d'une entrée **R/W** pour spécifier une lecture ou une écriture :

- R/W=0: écriture vers l'afficheur ;
- R/W=1: lecture de l'afficheur.

Pour valider tous les échanges sur le bus de données (D7-D0) on utilise l'entrée **E** de l'afficheur. Un **front descendant** sur cette entrée valide la donnée.

En programmation, il faudra placer un court instant **E** à l'état haut puis à l'état bas.

Il est possible d'utiliser l'afficheur LCD en mode 8 bits normal ou en mode 4 bits pour économiser les broches de son µcontrôleur par exemple, c'est assez pratique :

A/ Mode 8 bits:

En mode 8 bits on place la donnée ou la commande sur le bus **D7** à **D0** et on valide avec **E**.

B/Mode 4 bits:

En mode 4 bits on place déjà les poids forts de la donnée ou la commande sur les bits de **D7** à **D4** et on valide une première fois avec **E**. Puis on va mettre les poids faibles sur les bits de **D3** à **D0** et on valide une seconde fois avec **E**.

L'envoi ou la lecture d'un octet s'effectue donc en 2 temps dans ce mode

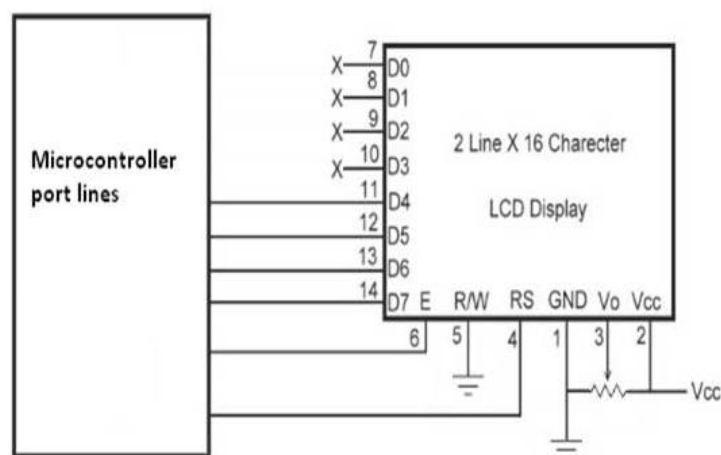


Figure : 41) affichage en mode 4 bits

Rapport Gratuit.com

Chapitre 4

I) Introduction :

Dans cette partie de mémoire on présente les différentes étapes de montage avec des remarques générales concernant le montage de circuit et des astuces pour brasé les différents composants dans la plaque de platine et la liste des erreurs possibles et enfin on présente le fonctionnement de circuit.

II) Le circuit dans Proteus Isis :

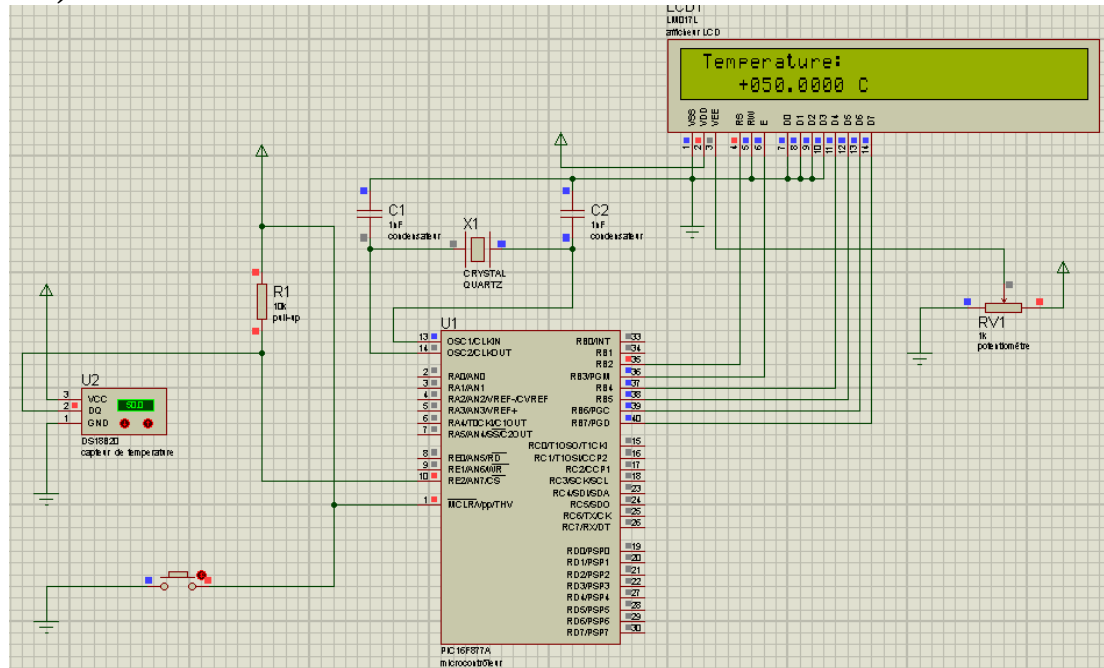


Figure : 43) la simulation du circuit dans proteus Isis

Dans notre circuit on a trois grandes parties :

La première c'est le capteur de température Ds18B20, la partie dans laquelle on va métriser l'augmentation ou la diminution de température, Le Ds18B20 a 8 broches (pins), 5 non connectés et 3 connecté.

Les broches connectées de Ds18B20 sont :

- La broche 1(GND) connecté avec la masse.
- La broche 2(DQ) c'est la sortie de Ds18B20 connecté avec l'entrée de microcontrôleur 16F877A.
- La broche 3(VCC) connecté avec l'alimentation de circuit

La deuxième c'est le microcontrôleur (pic 16F887) , c'est la partie dans laquelle on va charger notre programme et simuler avec proteus Isis, le pic 16F887 a 40 broches (pins) représentes 5 ports, portA (8bits), portB (8bits), portC (8bits), portD (8bits), portE (3bits), dans notre circuit la portE c'est l'entrée de pic 16F887.

La troisième c'est l'afficheur LCD, la partie dans laquelle on va affiché noter résultat de mesure de température, l'afficheur LCD contient :

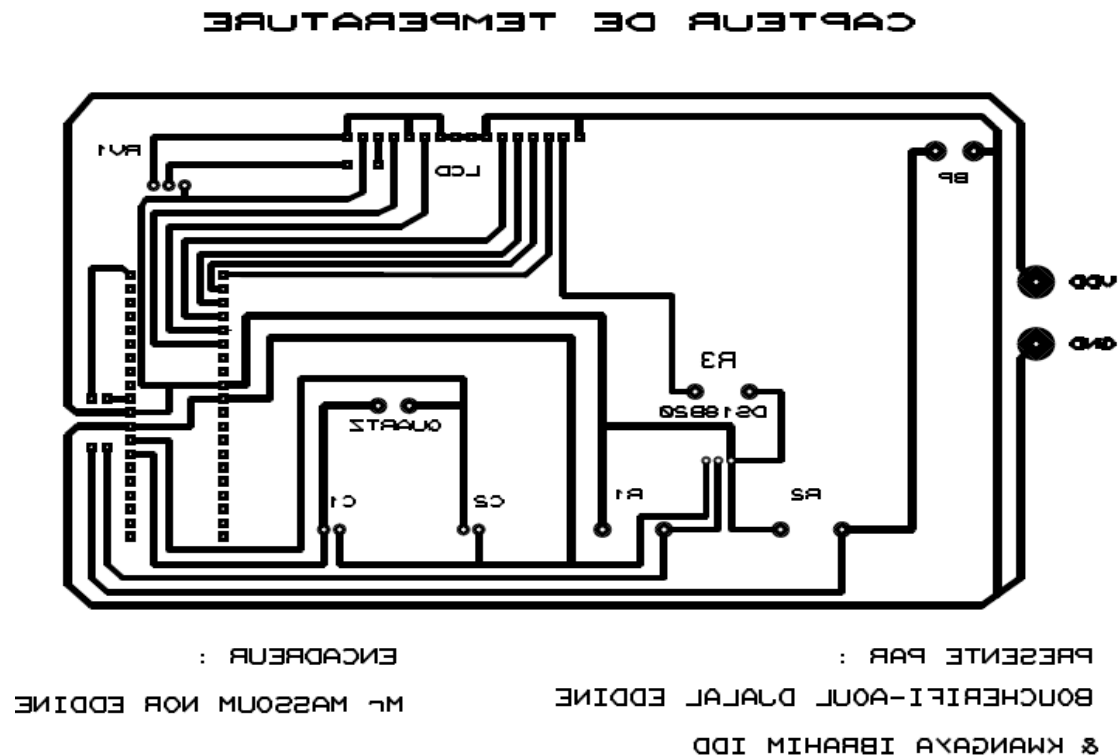


Figure : 46) le circuit imprimé de notre projet

III) Les étapes du montage et soudage de circuit imprimé :

Veillez à ce que les composants soient soudés sans écart par rapport à la platine. Coupez les câbles qui dépassent. Les points de soudure étant en partie très petits dans ce kit, les risques de pontage sont présents. Utilisez par conséquent un fer à souder muni d'une petite panne. Procédez ensuite soigneusement au soudage et au montage.

- ✓ Pour souder des circuits électroniques, n'utilisez ni décapant liquide, ni pâte à souder. Ces produits contiennent un acide qui détruit composants et pistes.
- ✓ N'utilisez que l'étain à usage électronique SN 60 Pb (60% étain, 40% plomb) avec âme en colophane servant également de flux.
- ✓ Utilisez un petit fer à souder d'une puissance maxi de 30 watts. La panne du fer doit être parfaitement propre (exempte de restes d'oxyde) pour que la chaleur du fer soit bien transmise aux points de soudure.
- ✓ Les soudures en elles-mêmes ne doivent durer que quelques instants: les soudages trop longs détériorent les composants et provoquent le détachement des pistes de cuivre.
- ✓ Pour souder, placez la panne du fer, bien mouillée d'étain, sur le point de soudure de manière à toucher simultanément le fil du composant et la piste. Ajoutez simultanément de l'étain (pas de trop), également chauffé. Dès que

l'étain commence à couler, enlevez-le du point de soudure. Attendez que l'étain restant se soit bien étalé et éloignez le fer à souder du point de soudure.

- ✓ Après éloignement du fer, veillez à ne pas bouger le composant qui vient d'être soudé pendant environ 5 secondes. Une soudure parfaite présente alors un aspect argenté brillant.
- ✓ Une panne de fer à souder impeccable est la condition essentielle de la bonne exécution des soudures : il est autrement impossible de bien souder. Après chaque utilisation du fer à souder, il est donc conseillé d'enlever l'étain superflu ainsi que les restes à l'aide d'une éponge humide ou d'un grattoir en matière plastique à base de silicone.
- ✓ Après soudage, les pattes doivent être coupées aussi courtes que possible et directement au dessus de la soudure à l'aide d'une pince coupante.
- ✓ La pose des composants terminée, vérifiez d'une manière générale sur chaque circuit que tous les composants ont été placés correctement et avec la bonne polarité. Assurez-vous que l'étain ne forme pas de pontages perturbateurs entre des fils ou des pistes. Ceux-ci n'entraînent pas uniquement un mauvais fonctionnement, mais aussi la destruction de composants coûteux.

IV) conclusion :

Avant de mettre le circuit en marche il faut vérifier les soudures mal faites, les erreurs de connexion, de manipulation et de pose de composants échappent à notre contrôle et ne peuvent par conséquent engager notre responsabilité.

Conclusion général

Conclusion générale :

Notre projet c'est une simple réalisation d'un capteur de température qui on trouve pratiquement dans tous endroit de notre vie courant.

A cause de réchauffement climatique et le changement rapide de climat on trouve que ce genre de capteur est très utile pour détecter et donner une mesure de température bien précisé.

On trouve ce genre de capteur pratiquement dans plusieurs domaines :

L'environnement, Métallurgie, la chimie, la pharmacie, plasturgie.....ect.

Dans notre vie courant par exemple dans les voitures, les hôpitaux, les usines....ect donc le domaine d'application de ce genre des capteurs est vaste et très pratique.

Liste des Figures

❖ Chapitre : 01)

Figure : 01) différents composants électroniques.

Figure: 02) Résistance de pull-up.

Figure : 03) Résistance de pull-up connecté avec un pic.

Figure : 04) la résistance de pull-up et pull-down dans un circuit électronique.

Figure : 05) résistance de pull-down connecté avec un pic.

Figure : 06) Un quartz de 4 MHz dans un boîtier hermétique HC-49/US.

❖ Chapitre : 02)

Figure : 07) structure générale d'un capteur.

Figure : 08) capteurs de type électrique.

Figure : 09) capteur de type mécanique.

Figure : 10) la chaîne de mesure d'un capteur.

Figure : 11) quelques secondes pour la sonde Pt100.

Figure : 12) Représentation Schématique d'un Actionne.

Figure : 13) principe d'un thermocouple.

Figure : 14) Les sondes RTD (Resistance Temperature Detectors - capteurs de température à résistance).

Figure : 15) Architecture physique d'un RTD.

Figure : 16) les thermistances.

Figure : 17) Exemple de domaine d'environnement.

Figure : 18) Exemple de domaine métallurgie.

Figure : 19) Exemple de domaine chimie.

Figure : 20) Exemple de domaine plasturgie.

Figure : 21) Exemple de domaine R&D.

Figure : 22) le capteur de température Ds18B20.

Figure : 23) le diagramme block de Ds18B20

Figure: 24) Temperature register format

Figure : 25) le DS18B20 Fournis Parasite-Power Pendant la Conversions de température

Figure : 26) Mise sous tension du DS18B20 avec une alimentation externe

Figure : 27) DS18B20 Memory Map

❖ *Chapitre : 03)*

Figure : 28) Divers microcontrôleurs PICs.

Figure : 29) Carte de développement de Microchip, pour microcontrôleurs PIC de 6, 8 et 14 broches.

Figure : 30) Quatre microcontrôleurs PIC de familles différentes : 18F, 16F, 12F et 10F.

Figure : 31) Les éléments constitutifs du PIC 16F877A.

Figure : 32) Le brochage de pic 16F877A.

Figure : 33) Oscillateur à quartz du PIC 16F87x.

Figure : 34) Oscillateur RC du PIC 16F87x.

Figure : 35) horloge externe du PIC 16F87x.

Figure : 36) module CAN du pic 16F877A.

Figure : 37) le cas où on utilise le pré diviseur ou pas.

Figure : 38) Afficheur à cristaux liquide LCD.

Figure : 39) un afficheur LCD 2*16 caractères.

Figure : 40) les entrées d'un afficheur LCD.

Figure : 41) affichage en mode 4 bits.

Figure : 42) l'adresse des caractères dans l'afficheur LCD.

❖ *Chapitre : 04)*

Figure : 43) la simulation du circuit dans **proteus Isis**.

Figure : 44) un capteur de température Ds1820 programmé par un microcontrôleur (pic 16F877A) et afficher la mesure de température sur un afficheur LCD

Figure : 45) Le circuit imprimé dans **ARES proteus**.

Figure : 46) Le circuit imprimé de notre projet.

Liste des Tableaux

Tableau : 01) signification des broches de Ds18B20.

Tableau : 02) description des broches (pins) de Ds18B20.

Tableau : 03) la conversion BIN/HXE de valeur de température.

Tableau: 04) *TH and TL Register Format*

Tableau : 05) caractéristiques de la famille 16F876 – 16F877A.

Tableau : 06) exemple d'un registre interne dans le 16F877A.

Tableau : 07) tableau de configuration des E/S et des tensions de référence du pic 16F877A.

Tableau : 08) les registres des interruptions de 16F87X.

Tableau : 09) le bit PSA dans des états déferents.

Tableau : 10) le brochage d'un afficheur LCD.

References bibliographiques

- [1] Résistance de pull-up et pull-down (source_Wikipedia).
- [2] Composants électroniques (source_ https://fr.wikipedia.org/wiki/composants_electroniques).
- [3] Généralité sur les capteurs et les actionneurs (source_ polycop Microsystems _master2 par Mr benmoussa), chapitre 2.
- [4] Les différents types du capteur (source_ des images figure2 et figure2, température compensated sensors par Paul Ricard).
- [5] Capteur de température (sources_ contributeurs et licences du texte et de l'image par Crochet David, Lydie Noria_ https://fr.wikiversity.org/wiki/capteur_de_temperature).
- [6] Domain d'application de capteur de température (source_wikipedia).
- [7] Description Générale sur Le Capteur DS18B20 (source_ <https://www.dalsemi.com>).
- [8] Généralistes de microcontrôleur PIC (source https://fr.wikipedia.org/wiki/microcontrôleur_pic par Pulsar, Husky Dream).
- [9] Etudes de Microcontrôleur PIC16F877A (source_ Data sheet de PIC16F877A).
- [10] Affichage sur cristaux liquide LCD (les afficheurs LCD source <https://www.blogmatlab.blogspot.com> par N.NASRI).
- [11] Les afficheurs à cristaux liquides- Principe de fonctionnement et brochages (source_wikipedia).
- [12] Les Microcontrôleurs- Pics de Microchip (source_ Mini projet -2- Microcontrôleur-PIC-Microchip_ internet).
- [13] l'article de Wikipédia en anglais intitulé « Crystal oscillator » de Edouard-Cliquet.