

Généralité sur les microcontrôleurs

Définition d'un microcontrôleur :

Un microcontrôleur est un circuit intégré regroupant tous les éléments d'une structure à base de microprocesseur c-à-d d'un ordinateur :

- Un microprocesseur(CPU) ;
- Mémoire de données ;
- Mémoire de programmes
- Une horloge ;
- Des périphériques qui vont dépendre, en générale du type de microcontrôleur choisi :
 - Temporisateurs/Compteurs,
 - Convertisseur analogique numérique (CAN),
 - Chien de garde ('Watch dog'),
 - Des interfaces d'entrée/sortie série (synchrone ou asynchrone),
 - Un contrôleur d'interruptions,
 - Un contrôleur de bus spéciaux.
 - etc.

Il est généralement moins puissant qu'un ordinateur en terme de rapidité et de taille mémoire, il se contente le plus souvent d'un bus de données de 8 ou 16 bits. Ceci en fait un composant très bon marché parfaitement adapté pour piloter les applications embarquées dans de nombreux domaines d'application.

Les avantages du microcontrôleur :

- Encombrement de matériel réduit,
- Circuits imprimé peu complexe,
- Faible consommation à cause de l'intégration en technologie MOS, CMOS, ou HCMOS,
- Coût réduit de conception et montage
- Environnement de programmation et de simulation évolués.

Les inconvénients du microcontrôleur :

- Ne convient pas nécessairement à tous les problèmes car il n'offre pas une grande puissance de calcul.
- On ne peut pas toujours utiliser tous les périphériques simultanément : pour réduire les coûts, certaines broches sont multiplexées.
- Il faut disposer d'un outil du développement spécifique, compilateur, ou simulateur.

Les familles des microcontrôleurs

Plusieurs fabricants se partagent le marché des microcontrôleurs, citons INTEL, MOTOROLA, ATMEL, ZILOG, HITACHI, DALLAS SEMI, PHILIPS et enfin MICROCHIP. Chaque fabricant ne propose pas un seul microcontrôleur, mais des familles de microcontrôleurs. On peut citer à titre d'exemple :

La famille MCS51 (8x31,8x51) de INTEL, la famille AVR (ATtiny 28, ATMEGA161, AT90S8535) de ATMEL, la famille 68HCxxx de MOTOROLA (68HC11, 68HC811), la famille PIC 16Cxx (16C84,16F84) de MICROCHIP.

Au sein de même famille les microcontrôleurs possèdent le même microprocesseur et donc le même langage, seul les périphériques changent. Ainsi, la connaissance de la structure matérielle et logicielle d'un produit d'une famille permet une adaptation rapide à tout microcontrôleur de même famille.

Les microcontrôleurs du marché se distinguent principalement par la structure de leurs μ processeurs (4,8,16 ou 32 bits, CISC ou RISC), la taille des espaces mémoires, la nature et le nombre des périphériques. Certains μ contrôleurs seront spécialisés dans la gestion des entrées/sorties, d'autres auront la possibilité de gérer des grandeurs analogiques ou posséderont des ports I²C ou de CAN.

Sur le plan logiciel, outre le fait que le jeu d'instructions des μ Cs 8bits est généralement restreint (autant plus s'il est à architecture RISC), on dispose pour certains microcontrôleurs des environnements de développement intégrés contenant un assembleur, un cross compilateur C et même parfois un simulateur.

Le choix du microcontrôleur :

Lorsqu'on décide de développer un nouveau produit à base de μ C, puisque l'offre est très vaste, plusieurs paramètres vont orienter notre choix vers un produit plutôt qu'un autre :

- Le prix : il y a de grand écart de prix entre les produits, liés par exemple à la taille et au type de mémoire, ainsi qu'à la nature et le nombre de périphériques.
- Les périphériques : on peut se demander si toutes les fonctions décrites dans le cahier des charges seront réalisées par le μ C ou s'il faut ajouter des périphériques externes.
- La taille des espaces mémoire : L'espace mémoire programme sera-t-il suffisant pour l'application ?
- La consommation électrique : déterminant pour de produits destinés à fonctionner sur batterie.
- Les outils de développement de programmes : peut-on développer en langage évolué ? Existe-t-il un environnement de développement intégré (éditeur, assembleur, compilateur, simulateur/debugger) ?
- Expérience/savoir faire.

Applications des microcontrôleurs :

- Informatique (souris, modem,...),
- Vidéo (appareil photos numérique, caméra numérique, ...),
- Contrôle des processus industriels (régulation, pilotage, supervision, ...),
- Appareil de mesure (affichage, calcul statistique, mémorisation, ...),
- Automobile (ABS, injection, GPS, airbag, ...),
- Multimédia (téléviseur, carte audio, carte vidéo, MP3, magnétoscope, ...)
- Téléphone (fax, téléphone portable, modem, ...),
- Electroménager (Lave-vaisselle, lave-linge, four micro-onde, ...),

Architecture d'un microcontrôleur :

On peut envisager le schéma bloc général d'un microcontrôleur de la figure 1, en sachant que certaines fonctions peuvent être absentes d'un type à l'autre.

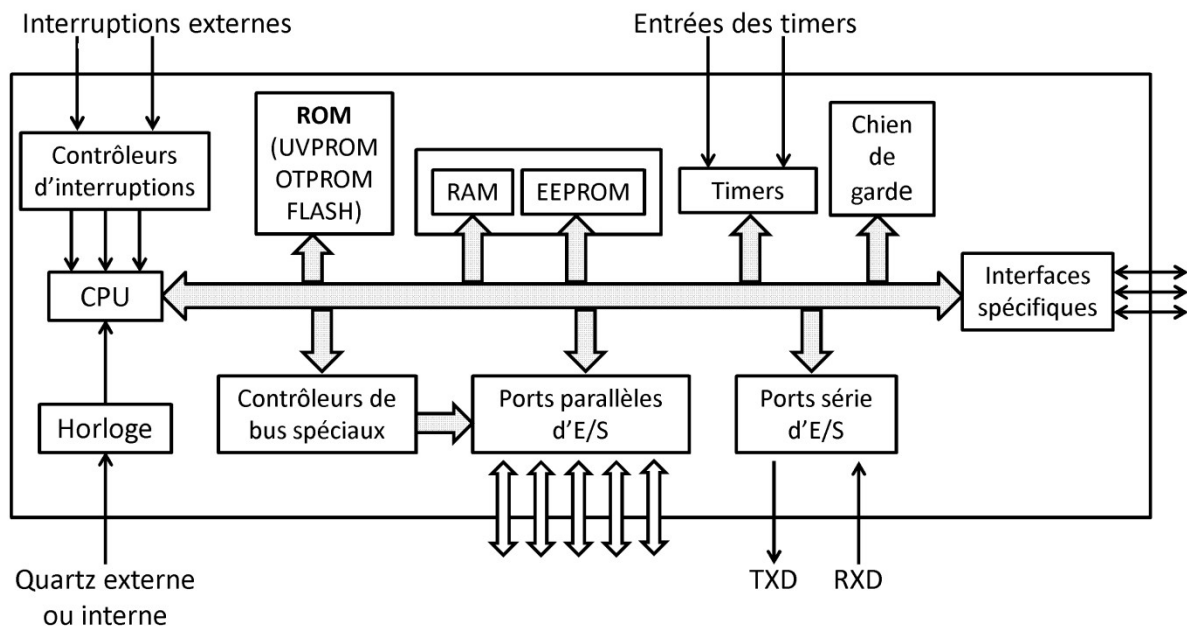


Figure 1. Architecture générale d'un microcontrôleur.

La mémoire programme 'ROM' est de plus en plus souvent reprogrammable par différentes techniques : ultra-violet (UVPRO), une seule fois (OTP), par block mémoire (FLASH) et même si le µcontrôleur est soudé sur le circuit imprimé en utilise la fonctionnalité de la **programmation in-situ** (*In-System Programming* ou *ISP*). Des lignes d'E/S sont spécifiquement dédiées à cette fonction.

Les mémoires de données 'RAM et EEPROM' permettent de mémoriser temporairement les données générées par le microprocesseur pendant les différentes phases du traitement numérique (résultats des opérations, états de capteurs, ... etc.).

L'horloge est souvent un quartz entouré de deux condensateurs, mais il peut aussi être réalisé en interne par un circuit RC que l'on peut calibrer lors de la première utilisation du microcontrôleur.

Le chien de garde 'watchdog' est un temporisateur particulier qui génère, dans un délai préfixé ou programmé, une impulsion sur le reset du microcontrôleur. Son utilité est de permettre le redémarrage du microcontrôleur en cas de problème (exemple, la présence d'une boucle sans fin accidentelle).

Les Timers sont des temporisateurs ou compteurs programmables. Ils permettent la génération des impulsions calibrés ou des signaux PWM, et la mesure du temps ou d'évènements. Ils peuvent générer des interruptions et s'accompagner de pré-diviseur (prescaler).

Les interfaces spécifiques : Certain microcontrôleurs possèdent des entrées comparateur, ou encore des convertisseurs A/D et D/A très utiles dans la gestion des processus automatisés.

Les ports série d'entrées/sorties permettent l'échange de données entre le microcontrôleur et un périphérique bit par bit sur un fil unique, d'une manière séquentielle et suivant un ordre précis. Il y a deux types de liaison série : synchrone et asynchrone.

Les contrôleurs de bus spéciaux de communication sont parfois présents par exemple : UART, I²C, SSP, CAN, FlexRay, USB, Ethernet, ...etc. Ils rendent le microcontrôleur plus onéreux mais nécessaires si l'application est basé sur un de ces bus.

Le contrôleur d'interruptions est indispensable dans un microcontrôleur. Exceptionnels sont les cas où il ne faut pas envisager au moins un cas d'urgence ou tenir compte d'événement asynchrones à l'exécution du programme. L'interruption est un programme qui permet l'interruption de l'exécution d'un programme (mais pas d'une instruction), pour réaliser une tâche prioritaire généralement de courte durée.

Les ports parallèles d'entrées/sorties permettent l'échange de données entre le microcontrôleur et un périphérique généralement en 8 bits. Ils permettent de recueillir des informations en entrée (états de capteurs) ou d'envoyer des signaux binaires en sortie pour commander des actionneurs et piloter des modules de l'environnement extérieur.

Les broches de ces ports (Les lignes d'E/S ou encore le Pins) sont configurable individuellement en entrée ou en sortie.

La configuration ainsi que l'état logique de ces pins est effectuée par des opérations d'écriture et de lecture dans différents registres associés à chaque port. On trouve généralement :

- Un registre de direction pour une configuration en entrée ou en sortie,
- Un registre de donnée recopiant les états logique de chaque pin de port configuré en entrée,
- Un registre de donnée contrôlant le niveau logique de chaque pin de port configuré en sortie.

Modes de fonctionnement électrique du microcontrôleur :

Un microcontrôleur possède plusieurs modes ou états de fonctionnement. On distingue principalement le mode normal, le 'sleep mode' le 'idle mode' et le 'power down mode'.

Les spécificités de chaque mode doivent être examinées dans la fiche technique du microcontrôleur, mais le principe est de réduire la consommation tout en préservant les données acquises.