

# ajouter l'IoT grâce aux microcontrôleurs 8 bits

**Joshua Bowen (Microchip Technology)**

Depuis leur avènement dans les années 1970, les microcontrôleurs (MCU) sont utilisés pour gérer différents produits automobiles, de grande consommation et industriels. Leur utilisation s'est aujourd'hui étendue et comprend également les objets sans fil portables et les objets connectés portés sur soi, applications de l'Internet de Objets (IoT). De plus, le secteur de la santé a connu une croissance significative et a intégré des microcontrôleurs 8 bits dans de nombreux systèmes embarqués.

L'électronique embarquée utilisant des microcontrôleurs 8 bits doit être à la fois dotée de grandes capacités et être économiquement viable, dans le contexte d'échelles de production atteignant bien souvent des centaines de milliers, voire des millions d'unités par application. Sur les applications automobiles, les microcontrôleurs 8 bits gèrent de nombreux sous-systèmes, depuis la motorisation des sièges, les lève-vitres électriques ou l'ouverture des portières électriques, sans oublier les capteurs de pression des pneumatiques. En raison de cette utilisation à grande échelle, la moindre différence de coût, aussi infime soit-elle, se révèle capitale. Les coûts de maintenance de millions d'appareils, souvent sous-estimés pendant la conception, peuvent être limités en améliorant la fiabilité et la durabilité grâce à la simplification du code et à des améliorations matérielles, réduisant ainsi le besoin de redondance logicielle.

La popularité durable des microcontrôleurs 8 bits est principalement due à leur innovation continue sur le plan de la mémoire, de la consommation énergétique, des boîtiers et des périphériques indépendants du cœur.

## Améliorations significatives des 8 bits

Face à la multiplication des applications IoT et à la transformation des villes à l'aide d'équipements intelligents, l'intelligence évolutive devient désormais vitale pour de nombreux secteurs. Des évolutions telles que l'éclairage public intelligent et les détecteurs de places de parking individuels nécessitent des microcontrôleurs capables de collecter des données, de les traiter et de les transmettre. Souvent, ces tâches peuvent être gérées par un microcontrôleur 8 bits doté d'un convertisseur A/N intégré, tandis que le cœur reste dans un état de faible consommation. Cette approche convient pour les parkings intelligents, les réverbères connectés et le jardinage urbain automatisé, où l'efficacité énergétique s'avère critique.

Les avantages des composants plus petits sont évidents, comme leur consommation énergétique réduite et leur taille compacte, qui leur permettent d'être intégrés dans des espaces réduits sur des applications d'objets connectés portables.

Les microcontrôleurs les plus récents sont conçus avec le rapport coût/efficacité à l'esprit, offrant les fonctionnalités nécessaires tout en étant attentif aux préoccupations budgétaires de l'utilisateur. De plus, les progrès en matière de technologie de mémoire ont significativement augmenté les capacités des microcontrôleurs modernes.

## Mémoire

Les microcontrôleurs modernes ont évolué de façon significative, poussés par les avancées dans le domaine des mémoires Flash. Les applications actuelles exigent des programmes plus complexes, nécessitant davantage de capacité de mémoire sur les microcontrôleurs. La mémoire Flash embarquée sur ces composants est durable, capable de supporter les tests automobiles rigoureux et de nombreux cycles de lecture/écriture. Les microcontrôleurs 8 bits offrent des capacités de mémoire allant de 384 bits à plus de 128 ko, permettant un large éventail d'applications.

## Consommation énergétique

L'efficacité énergétique est devenue une préoccupation centrale dans la conception des microcontrôleurs 8 bits, en particulier pour les applications alimentées par batterie. Par exemple, les microcontrôleurs PIC eXtreme Low Power XLP nanoWatt [1] intègrent des circuits de supervision des systèmes conçus pour une consommation minimale. Ces innovations débouchent sur les courants les plus faibles du marché pour le mode actif comme pour le mode veille, dans lequel les composants passent 90 à 99 % du temps. Des technologies telles que la désactivation des modules périphériques

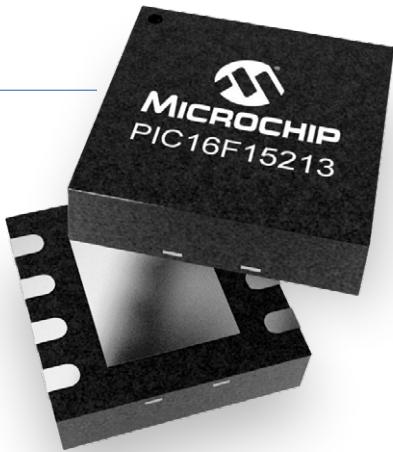


Figure 1. De nombreux nouveaux produits des familles PIC et AVR se déclinent en différents types de boîtiers, pour des composants VQFN atteignant 3x3 mm, idéaux pour les applications avec des contraintes d'espace.

améliorent encore les économies d'énergie en supprimant totalement les périphériques du rail d'alimentation et de l'arbre d'horloge. Parmi les avantages de la technologie XLP nanoWatt, on peut citer :

- Courants de veille inférieurs à 20 nA
- Réinitialisation BOR jusqu'à 45 nA
- Timer du Watchdog jusqu'à 220 nA
- Horloge/calendrier temps réel jusqu'à 470 nA
- Courants de fonctionnement jusqu'à 50µA/MHz
- Capacité d'auto-écriture et capacité « full analogique » jusqu'à 1,8 V

Puisque de nombreux microcontrôleurs 8 bits sont utilisés sur les applications alimentées par batterie, il est possible de réaliser encore plus d'économies d'énergie en utilisant des périphériques optimisés, que nous présenterons plus tard dans le présent article.



Figure 2.  
Les périphériques indépendants du cœur répondent aux attentes d'un grand nombre de domaines d'utilisation des microcontrôleurs 8 bits.

8-bit PIC® and AVR® Microcontrollers			
CPU		Memory	
(Enhanced) Capture/ Compare/ PWM	Input Capture	Direct Memory Access Controller	Configurable Custom Logic
ADC with Gain Stage	Complementary Output Generator	Angular Timer	High Endurance Flash (Data)
ADC with Computation*	Complementary Waveform Generator	Charge Time Measurement	Event System
Comparators	Data Signal Modulator	RTC/C	IDLE & DOZE
DAC	Numerically Ctd Oscillator	Signal Measurement Timer	Peripheral Module Disable
High Speed Comparators*	Programmable Switch Mode Cntlr	8-/12-/16-/20-/24-bit Timers	Peripheral Pin Select
Operational Amplifiers*	10b/12b/16b PWM	Quadrature Decoder	eXtreme Low Power XLP Technology
Ramp Generator*	Waveform Extension	Slope Compensation*	picoPower
Voltage Reference	Clock Failure Detection	Cyclical Redundancy Check	mTouch™ solution
Zero Cross Detect*	Hardware Limit Timer	Qtouch Solution	EEPROM
High Current I/O*	Windowed WDT	Peripheral Touch Controller	External Bus Interface
TEMP Indicator/Sensor	Brown-Out Detection	LCD	Hardware Multiply
			Crystal Free USB
			Full-Speed USB Device w/w/o OTG
			Keeloq® Sub-GHz RF
			IRCOM

## Boîtier

L'une des principales caractéristiques qui distinguent les microcontrôleurs 8 bits est leur capacité à pouvoir être encapsulés dans des boîtiers réduits, idéaux pour les applications ayant des contraintes d'espace sur les produits sans fil, portables et portés sur soi. Des boîtiers tels que le SOIC à 8 broches ou le DFN à 8 broches, ainsi que le populaire VQFN à 20 broches (Very Thin Flat Pack No-Leads), constituent des solutions compactes (**Figure 1**). Pour les applications plus complexes, des boîtiers plus gros comme le PDIP à 40 broches ou le TQFP à 44 broches sont disponibles.

## Périphériques indépendants du cœur (CIP)

Les périphériques indépendants du cœur (CIP) améliorent la fonctionnalité des microcontrôleurs en fonctionnant de façon autonome par rapport au cœur, ce qui constitue un avantage pour les systèmes faible consommation économiques. Les périphériques CIP peuvent gérer de nombreuses tâches de façon indépendante, ce qui réduit le besoin d'intervention du CPU (Central Process Unit) et augmente par conséquent l'efficacité et la fiabilité du système. Cette approche modulaire simplifie, entre autres, la mise en œuvre des interfaces tactiles et du traitement des données issues de capteurs.

Cette façon de procéder fournit un moyen pré-intégré de programmer les événements, basé sur les périphériques. Par exemple, le Système de gestion des événements peut déclencher des événements à partir des entrées/sorties à usage général (GPIO) ou de l'interruption d'un programme sur plusieurs canaux.

Sur la **Figure 2**, les CIP actuellement disponibles pour les microcontrôleurs PIC et AVR® 8 bits sont indiqués par un code de couleur, chaque couleur correspondant à une catégorie de périphériques. Les huit catégories et leurs sous-catégories permettent de mettre en œuvre la plupart des fonctionnalités attendues sur un contrôleur embarqué au bon rapport coût/efficacité. À noter que les éléments en vert permettent des possibilités de réduction de la consommation supplémentaires par rapport à celles indiquées précédemment.

Ils offrent une fiabilité accrue en réduisant la quantité de code nécessaire. Les fonctions mises en œuvre par les structures matérielles permettent d'éviter les conflits logiciels potentiels. De plus, l'interconnectivité des périphériques sur le plan matériel réduit les connexions externes, augmentant la fiabilité du système final. La fiabilité accrue des composants réduit par ailleurs les coûts tout au long de la durée de vie du projet.

Les nouvelles familles de microcontrôleurs 8 bits offrent de nombreuses options en termes de mémoire et de nombre de broches, ce qui permet aux développeurs de démarrer avec des composants plus gros et de descendre en taille ensuite une fois le code optimisé. Par exemple, la famille PIC16F152XX est conçue pour les applications sensibles au coût, de capteurs et de contrôle en temps réel, intégrant un convertisseur analogique-numérique (convertisseur A/N) 10 bits, la sélection PPS, des périphériques de communication numérique et des temporiseurs. Les fonctionnalités de mémoire comprennent la partition de l'accès mémoire (MAP), pour aider les utilisateurs dans les applications de protection des données et de bootloader.

## Outils de conception pour accélérer et simplifier les applications

Les progrès en matière d'outils de développement ont permis de simplifier le processus de développement, en diminuant le besoin en codage. Des outils tels que le générateur de code MPLAB Code Configurator [2] (MCC) permettent de générer un code compact et efficace, réduisant significativement les temps de développement. Le kit de la carte d'évaluation Curiosity

Nano PIC16F15244 [3] (Réf. : EV09Z19A) en est un bon exemple, puisqu'il offre une assistance complète pour développer de nouveaux systèmes grâce à des capacités complètes de programmation et de débogage (**Figure 3**).

L'environnement de développement MPLAB X (IDE) fournit une plateforme polyvalente pour développer du code pour des microcontrôleurs 8, 16 et 32 bits, permettant la simulation matérielle et l'intégration avec des outils tiers.

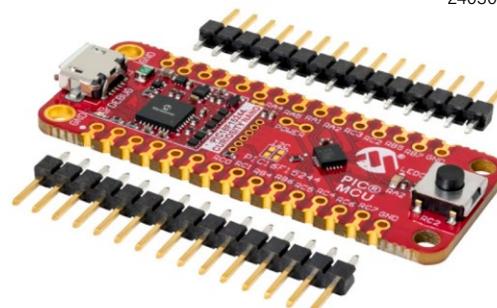
## Un bel avenir (au bon rapport coût/efficacité)

Les microcontrôleurs ont remarquablement évolué, les microcontrôleurs 8 bits menant la charge sur le plan de la mémoire, de la consommation énergétique, des boîtiers et des périphériques. Ils permettent de créer des applications complexes avec davantage de mémoire et des processus de développement simplifiés, réduisant le temps de développement comme les coûts de production. L'adaptabilité et l'efficacité des microcontrôleurs 8 bits actuels en fait un choix privilégié pour de nombreuses applications IoT, garantissant un avenir radieux et au bon rapport coût/efficacité pour les systèmes embarqués.

Les microcontrôleurs 8 bits modernes font bien plus que collecter des données : ils sont capables de collecter, traiter et envoyer les données vers de nombreuses applications IoT. Les derniers modèles 8 bits résolvent la complexité croissante de ces applications en offrant des capacités de mémoire significativement plus grandes ainsi que des périphériques améliorés. Cependant, pour les systèmes compacts et au bon rapport coût/efficacité, tels que les capteurs et applications de contrôle en temps réel, les caractéristiques simplifiées de la famille PIC16F152xx 8 bits se révèlent particulièrement avantageuses. Dotés de périphériques indépendants du cœur, ces microcontrôleurs sont le choix numéro un de nombreux développeurs. ▶

240306-04

Figure 3. La carte d'évaluation Curiosity Nano PIC16F15244, ainsi que les deux barrettes d'embase de 10 mil, 1x15 broches fournies dans le kit d'évaluation de la carte Curiosity Nano, permettent de simplifier la conception.



## LIENS

- [1] Microcontrôleurs PIC eXtreme Low Power XLP nanoWatt : <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39941d.pdf>
- [2] Générateur de code MPLAB Code Configurator : <https://microchip.com/en-us/tools-resources/configure/mplab-code-configurator>
- [3] Kit de la carte d'évaluation Curiosity Nano PIC16F15244 : <https://microchip.com/en-us/development-tool/EV09Z19A>