

SARL au capital de 80 000 €  
Siège social: 120 Rue Jean Jaurès  
92300 Levallois-Perret  
www.electronique-eci.com

Electronique Composants & Instrumentation est une revue adressée nominativement à 12 000 lecteurs professionnels qualifiés. Le prix de l'abonnement annuel est de 50 € TTC. Prix d'un numéro 10 € TTC. La rédaction apporte une attention particulière au contenu des articles et à la transmission des informations techniques, cependant une erreur ou une omission ne pourra engager la responsabilité du journal. L'envoi d'un communiqué, d'un texte et/ou de photos implique l'autorisation de reproduire ces documents et l'existence d'un droit de reproduction au profit de l'envoyeur. Cette reconnaissance garantit la publication contre toute contestation.

Directeur de la publication : **O. Erenberk**

Editeur : **D. Cardon** cardon.d@gmail.com

Régie Publicitaire :

**S. Seurin** s.seurin@tim-europe.com  
Tél 01 47 56 20 18

**C. Garcia** A2developpement@wanadoo.fr  
Tél 04 78 42 01 01

Représentants à l'étranger :  
<http://www.electronique-eci.com>

Rédaction :

**A. Dieul** a.dieul@tim-europe.com  
Tél 06 83 65 59 96

Maquette, Production, Diffusion : **EBP SA**

Production Manager : **Lydia Gijsegom**

Graphiste : **Jean-Paul Speliers**

Diffusion : **Luc Desimpel**

Imprimé par Corelio Printing NV  
Keerstraat 10  
9420 Erpe-Mere  
Belgique

Dépôt légal : à la parution  
Numéro ISSN: ISSN 2261-6128  
Commission paritaire : en cours

[www.electronique-eci.com/abonnement](http://www.electronique-eci.com/abonnement)



© EUROPEAN BUSINESS PRESS SA

## ACTUALITES :

- Lithographie : Samsung Electronics produit désormais en 7 nm Page 4
- Micron réduit encore l'écart entre disque dur et stockage flash Page 4
- Renesas Electronics et Mahindra Racing étendent leur partenariat Page 4
- HCB-Rutronik Racing débute en tant que team d'usine Audi Page 6
- La technologie INICnet simplifie la création de réseaux d'info-loisirs automobiles Page 6
- Toshiba dévoile sa plateforme de développement FFSA 130 nm Page 7
- Partenariat technologique entre Basler et Congatec Page 7
- Arrow Electronics signe avec Hongfa pour la zone EMEA Page 8
- Nouveaux accords de distribution pour Premier Farnell Page 8
- Digi-Key IoT Studio : une « simplicité radicale » pour les développeurs IoT Page 8
- Ansys accompagne l'innovation des startups à l'international grâce à son programme dédié Page 8
- RS Components complète son offre de solutions de traitement Page 9
- Commandez des PCB plus rapidement et plus facilement Page 9

## DOSSIERS :

- Microcontrôleurs Page 10
- Communications sans fils Page 18

## APPLICATIONS :

- Répondre aux besoins de l'IoT grâce à la connectivité LPWAN  
*Auteur : Dan Clement, Ingénieur d'études (TL), ON Semiconductor* Page 16
- Contrôleurs d'écran graphique pour véhicules :  
une sécurité maximale par l'intégration  
*Auteur : Socionext* Page 22
- De nouveaux horizons pour la reconnaissance faciale  
*Auteur : Mark Patrick, Mouser Electronics* Page 28
- Contrôle simple de plusieurs tensions  
*Auteur : Frederik Dostal, Analog Devices expert technique sur les produits de puissance pour l'Europe* Page 34

## TEST ET MESURES :

## Répondre aux besoins de l'IoT grâce à la connectivité LPWAN



par : Dan Clement, Ingénieur d'études (TL), ON Semiconductor

La connectivité est un élément fondamental de l'IoT (Internet of Things, ou internet des objets) et, par extension, des tendances qu'autorise aujourd'hui cette connectivité, comme les villes connectées, l'Industrie 4.0, la domotique et les véhicules autonomes. La technologie sans fil est désormais une forme de connectivité très courante, et bien qu'il soit difficile de prétendre qu'il existe à ce jour plus de connexions sans fil que de connexions filaires, on ne peut nier que le sans-fil est aujourd'hui le moyen préféré pour connecter de nouveaux dispositifs. C'est particulièrement pertinent pour l'IoT au sens large, puisque de nombreux terminaux sont de petits capteurs ou actionneurs installés dans des endroits relativement éloignés, ou des dispositifs par définition mobiles (comme des véhicules) ou portables (comme des tablettes). En plus d'être pratique, un autre avantage de la connectivité sans fil est sa portée. Dans la plupart des cas, si la distance entre un point d'accès réseau et l'appareil est supérieure à, disons 3 mètres, il est logique de se connecter sans fil. De plus, si le nombre d'appareils est important, comme dans un espace de travail connecté, où il peut y avoir des centaines de terminaux, y compris des capteurs de proximité sur les portes et les fenêtres, ou des luminaires télécommandés, l'accès sans fil s'impose. Le nombre théorique de périphériques qu'un point d'accès peut prendre en charge n'est réellement limité que par le nombre d'adresses IP qu'il peut fournir, mais mettre physiquement en œuvre des centaines de ports Ethernet consomme beaucoup de place et de puissance.

### CHOISIR LE BON PROTOCOLE SANS FIL

Compte tenu de l'aspect pratique, de la polyvalence et des performances, associées aux opportunités de marché (on peut s'attendre à ce que des dizaines de milliards de dispositifs soient connectés à l'IoT au cours de la décennie), il n'est pas surprenant qu'il existe désormais bon nombre de protocoles sans fil.

Aujourd'hui, en grande partie grâce aux économies d'échelle découlant de la prolifération d'appareils comme les smartphones, les tablettes et les casques audio, ainsi que les périphériques informatiques, le Bluetooth est dominant. Fonctionnant à 2,4 GHz, la portée d'une connexion Bluetooth est typiquement de 20 à 30 mètres selon l'environnement. D'autres technologies fonctionnant dans la même bande sont elles aussi limitées, mais parviennent à surmonter le problème en adoptant une topologie de réseau maillé, et il y a une concurrence dans la bande des 2,4 GHz entre les différents protocoles, qui se disputent les faveurs de l'espace IoT. Bien avant que l'on ne parle de la bande 2,4 GHz, la connectivité sans fil dans le monde industriel favorisait les fréquences dans la gamme des MHz, que l'on a ultérieurement rebaptisée "Sub-GHz" (ou inférieur à 1 GHz) pour refléter l'émergence des protocoles 2,4 GHz. Avec historiquement moins de standardisation dans la bande Sub-GHz, et grâce à la liberté législative d'y mettre en œuvre des solutions propriétaires, cette bande est restée assez populaire. Toutefois, pour relever les défis de l'IoT, cette bande a évolué avec un nombre croissant d'approches normalisées favorisant l'interopérabilité, une priorité pour l'IoT et ses nombreux secteurs.

### DÉVELOPPER POUR L'IOT

L'IoT est globalement sans frontières, ce qui signifie que la portée devient extrêmement importante. Bien qu'il soit possible d'obtenir une certaine portée à l'aide de réseaux PAN (Personal Area Network, ou réseau personnel) à topologie maillée, de tels réseaux nécessitent toujours des répéteurs ou des nœuds relativement proches les uns des autres pour propager les données sur de grandes distances. Pour cette raison, les développeurs se tournent vers les réseaux WAN (Wide Area Network, ou réseau étendu). La forme la plus courante de réseaux WAN sans fil utilisés aujourd'hui sont les réseaux de téléphonie mobile, mais l'utilisation de la même technologie pour l'IoT pose encore des problèmes. Au-delà du coût d'accès au réseau, l'autonomie de la batterie des terminaux se mesure en jours plutôt qu'en mois, sans parler d'années.

La solution pratique à ce problème est le réseau LPWAN (Low Power WAN ou WAN basse consommation). Les technologies développées pour supporter les LPWAN offrent une portée étendue, comme on peut s'y attendre avec une fréquence de transmission plus basse, et l'autonomie de batterie dont ont besoin les terminaux IoT, le seul réel compromis étant sur la charge utile. Les LPWAN tirent parti du fait que les terminaux IoT n'ont en général besoin de transmettre que de petites quantités de données, et seulement de façon peu fréquente, ce qui signifie que l'énergie utilisée pour chaque transmission est maintenue à un minimum absolu.

La topologie des réseaux LPWAN imite celle d'un réseau mobile en ce sens qu'elle utilise en général un réseau de stations de base en étoile, par opposition à un réseau maillé de répéteurs. Les réseaux peuvent être ouverts ou propriétaires, selon l'application. Des exemples de protocoles actuels sont notamment Wireless-M Bus, largement utilisé pour le relevé des compteurs intelligents ; KNX, utilisé dans les systèmes domotiques ; et Sigfox, qui est en fait à la fois un protocole et un réseau LPWAN mondial axé sur la connexion de capteurs IoT.

### SOLUTIONS MONO-PUCE POUR LA CONNECTIVITÉ LPWAN

Les technologies sans fil ciblant l'espace d'application LPWAN couvrent une large gamme de fréquences, allant de 27 MHz à 1.050 MHz. Pour qu'une même conception puisse convenir à un grand nombre d'applications IoT différentes, utilisant différents protocoles LPWAN, le transpondeur doit être capable de fonctionner sur toute cette plage de fréquence. De plus, les protocoles mis en œuvre en micrologiciel nécessitent un microcontrôleur relativement performant.

Regrouper ces deux éléments fonctionnels dans un même dispositif permet d'obtenir une solution souple, à la fois optimisée en coût et plus économe en énergie qu'une solution sur deux puces. Comme ce dispositif est largement défini par logiciel, il fournit aux fabricants une plateforme facilement adaptable pour répondre aux besoins d'un large éventail d'applications utilisant différents protocoles sans fil. De nombreux terminaux IoT fonctionnant sur des réseaux LPWAN doivent limiter le volume de données échangées sans fil, ce qui met davantage l'accent sur "l'edge processing" (traitement à la périphérie) ; cela permet au terminal de traiter les données localement et d'agir sans se référer à une plateforme cloud. Pour ce faire, la capacité de traitement de toute solution

doit être finement équilibrée entre puissance et performance. Le cœur ARM Cortex-M0+ est parfaitement positionné pour ce type d'application, car il offre les performances d'une architecture 32 bits, tout en ayant la plus faible consommation du marché. L'ARM Cortex-M0+ est l'architecture choisie par ON Semiconductor pour son microcontrôleur radio ultra-basse consommation, AXM0F243. La Figure 1 montre un schéma fonctionnel du composant, qui intègre un sous-système à cœur ARM disposant des fonctionnalités radio nécessaires à créer un dispositif LPWAN pour l'IoT.

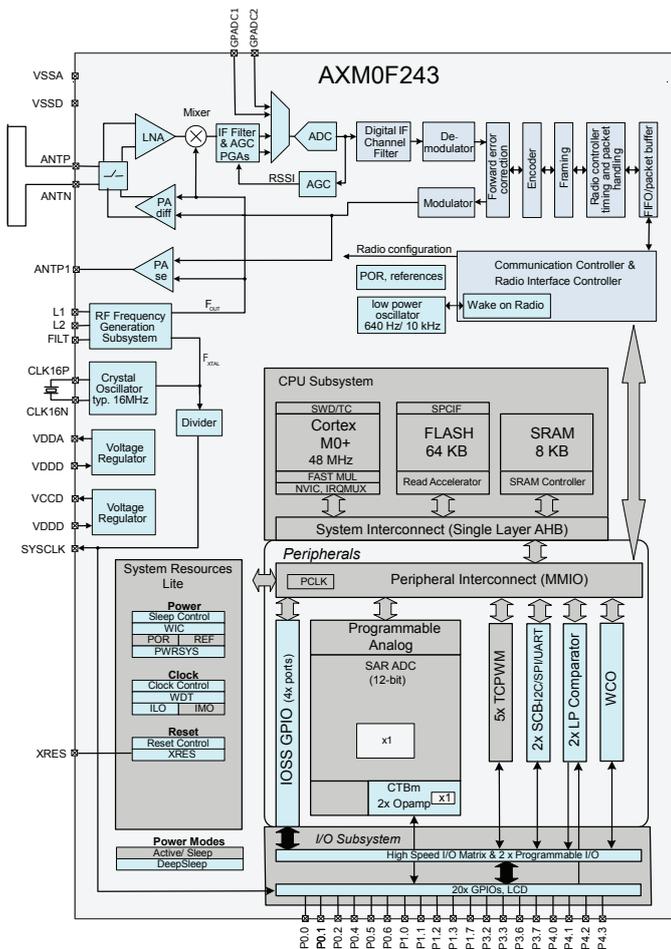


Figure 1. Functional Block Diagram of the AXM0F243

Le transpondeur à bande étroite intégré est compatible avec plusieurs types de modulation, notamment FSK (Frequency Shift Coding, ou modulation à décalage de fréquence), modulation MSK (Minimum Frequency Shift Coding, ou modulation à décalage de fréquence minimum), modulation 4-FSK et modulation FSK et MSK gaussienne, ainsi que modulation ASK (Amplitude Shift Keying, ou modulation à décalage d'amplitude) et modulation PSK (Phase Shift Keying, ou modulation à décalage de phase). Comme ce transpondeur est largement défini par logiciel, il prend en charge un certain nombre de protocoles LPWAN, y compris Wireless M-Bus, Sigfox et bien d'autres. Il peut fonctionner avec ou sans correction d'erreur FEC (Forward Error Correction, ou correction d'erreur directe) pour produire une gamme de sensibilités de réception pour un débit de données donné sur toute la bande de fréquence, en utilisant n'importe lequel des types de modulation supportés. Le Tableau 1 donne des exemples de sensibilité récepteur avec ou sans FEC à 868 MHz.

Sensibilité sans FEC	
-	135 dBm à 0.1 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	126 dBm à 1 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	117 dBm à 10 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	107 dBm à 100 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	105 dBm à 125 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	138 dBm à 0.1 kbits/s, 868 MHz, PSK
-	130 dBm à 1 kbits/s, 868 MHz, PSK
-	120 dBm à 10 kbits/s, 868 MHz, PSK
-	109 dBm à 100 kbits/s, 868 MHz, PSK
-	108 dBm à 125 kbits/s, 868 MHz, PSK
Sensibilité avec FEC	
-	137 dBm à 0.1 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	122 dBm à 5 kbits/s, 868 MHz, FSK
-	111 dBm à 50 kbits/s, 868 MHz, FSK

Tableau 1

L'AXM0F243 supporte les fréquences porteuses entre 27 MHz et 1.050 MHz avec des débits de données de 100 à 125 kbits/s, et il dispose d'un synthétiseur de fréquences radio à stabilisation ultra-rapide et VCO à configuration automatique, avec un mode de sélection de bande passante ultra rapide, ce qui contribue à la faible consommation du dispositif. Il peut également gérer un VCO externe, ainsi qu'un amplificateur externe. Le contrôleur radio supporte la diversité d'antenne avec contrôle par commutateurs RX/TX, tandis que la réception des paquets est entièrement automatique et peut fonctionner sans solliciter le microcontrôleur embarqué, ce qui réduit encore la consommation globale.

## PÉRIPHÉRIQUES POLYVALENTS

En plus d'intégrer un microcontrôleur et un transpondeur radio, l'AXM0F243 intègre des périphériques analogiques et numériques programmables ou à fonction fixe. Les blocs analogiques comprennent deux amplificateurs opérationnels, un CAN (convertisseur analogique-numérique) SAR (Successive Approximation Register, ou registre à approximations successives) 12 bits, des comparateurs basse-consommation et des CNA (convertisseur numérique analogique) de courant. Deux bus dédiés relient les blocs analogiques à l'aide de commutateurs analogiques pilotables par le firmware, ce qui permet à n'importe quelle broche E/S d'être acheminée vers n'importe quel bloc analogique. Les blocs numériques programmables fonctionnent à l'aide de LUT (Look-Up Table, ou table de correspondance) connectées à un aiguillage général, similaire au CPLD (Complex Programmable Logic Device, ou dispositif à logique programmable complexe) d'un FPGA (Field Programmable Gate Array, ou réseau pré-diffusé programmable sur site), ce qui permet d'appliquer certaines fonctions logiques définies par le firmware à tout signal issu d'un port GPIO. Les fonctions fixes sont notamment un bloc minuterie/compteur/compteur/PWM (Pulse Width Modulation, ou modulation de largeur d'impulsions), et un bloc de communication série capable de fonctionner en mode I2C, SPI ou UART.

## CONCLUSION

L'IoT est un conglomérat de plusieurs marchés verticaux, notamment la domotique et l'immotique, la télérélevé de compteurs, et la surveillance de capteurs et d'actionneurs. La connectivité sans fil est fondamentale pour l'IoT et les réseaux LPWAN sont en train d'émerger pour donner naissance à de nombreuses applications qui font désormais partie de l'IoT. En choisissant une solution mono-puce à la fois souple et programmable, les développeurs sont mieux armés pour relever les défis de l'IoT à moindre coût et avec un bon rendement énergétique.

[www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)