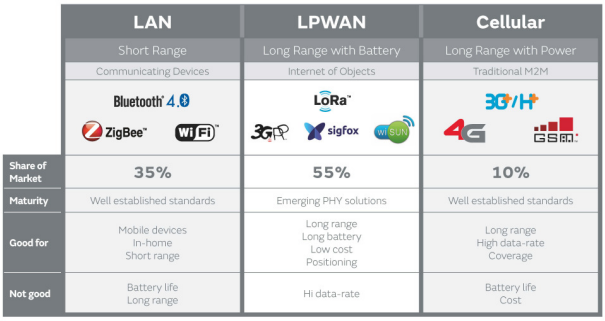
Utilisation du LoRa pour les applications en réseau étendu à bas débit

par Samir Hennaoui, chef de produit chez Murata Europe

L'adoption du M2M et de l'internet des objets (IoT) pour connecter entre eux des myriades de capteurs et d'actionneurs est très dépendante de la communication. Pour que les données d'une armée de dispositifs distants (“edge nodes”, ou nœuds périphériques), généralement alimentés par batteries, puissent être analysées ou contrôlées, il faut que le nœud périphérique et l'application hôte basée sur le cloud puissent communiquer de façon sûre et fiable. De plus en plus, et en particulier pour les nouveaux services ou les applications IoT basées sur l'utilisation comme celles qui concernent les équipements agricoles, le relevé de compteurs ou la gestion d'actifs des unités de fabrication, le modèle économique dans son ensemble ne fonctionne que si les données des capteurs sont disponibles à 100%. Dans le monde connecté d'aujourd'hui, faire communiquer entre eux des nœuds périphériques de façon fiable pourrait sembler assez facile. Toutefois, un certain nombre de contraintes de conception rendent les choses plus difficiles qu'il n'y paraît. Tout d'abord, les capteurs alimentés par batterie ne peuvent, par leur nature même, utiliser des méthodes de communication sans fil qui nécessitent une connectivité permanente et consomment beaucoup. Le changement fréquent de batteries est certes perturbateur et peu pratique dans une installation mono site comme une usine, mais lorsque les batteries sont physiquement réparties en différents lieux, le remplacement d'une batterie de 0,50 € nécessite de faire appel à ce que l'industrie appelle des "tournées en camion" qui peuvent vite se chiffrer en centaines d'euros et nécessitent toute une organisation. L'autre aspect technique à prendre en compte est celui de l'espace disponible à l'intérieur du boîtier du capteur pour la partie sans fil de la conception. Enfin, il faut prendre en considération le volume de données à transmettre, la distance sur laquelle il faut les transmettre et le coût de l'envoi des données facturé par le prestataire de services.



	LAN	LPWAN	Cellular
	Short Range	Long Range with Battery	Long Range with Power
	Communicating Devices	Internet of Objects	Traditional M2M
	Bluetooth 4.0, ZigBee, Wi Fi	LoRa, 3GPP, sigfox, Wi-SUN	3G/H+, 4G, GSM
Share of Market	35%	55%	10%
Maturity	Well established standards	Emerging PHY solutions	Well established standards
Good for	Mobile devices In-home Short range	Long range Long battery Low cost Positioning	Long range High data-rate Coverage
Not good	Battery life Long range	Hi data-rate	Battery life Cost

Tableau 1 – Les trois principales méthodes de communication sans fil pour le déploiement de l'IoT/M2M

Le tableau 1 ci-dessus présente les trois principales méthodes de communication sans fil pour le déploiement de l'IoT/M2M Les protocoles LAN de communication sans fil de courte portée comme le Wi-Fi et les solutions cellulaires longue portée sont en place depuis longtemps et ont été testés ; ils sont fiables et éprouvés. Les réseaux sans fil longue portée à bas débit sont relativement plus récents, mais ils évoluent rapidement et apparaissent de plus en plus comme une alternative viable aux autres méthodes. Si les débits d'une solution LPWAN n'ont rien à voir avec ceux des deux autres cas de figure, les avantages qu'elle présente répondent parfaitement aux besoins de nombreux nœuds de capteurs small data / faible fréquence d'actualisation.

Globalement, la technologie LPWAN a été développée, d'une part, par la communauté des opérateurs cellulaires en ce qui concerne le spectre cellulaire ultra réglementé et sous licence, et de l'autre par des organisations indépendantes dans le cas de la bande industrielle, scientifique et médicale (ISM) de 868 / 915 & 923 MHz (sans licence). Les opérateurs cellulaires ayant montré leur intérêt à intégrer le trafic bas débit dans leur infrastructure existante et à mettre en avant la fiabilité et la sécurité qu'il offre, plusieurs

standards LPWAN open source s'engageant sur une infrastructure fiable à un coût attractif ont été développés.

Le LoRa est l'un de ces standards ISM. Il est proposé par la LoRa Alliance, association ouverte à but non lucratif de quelque 320 adhérents qui œuvre en faveur de l'adoption du protocole LoRa. Offrant une connectivité LPWA de type "carrier grade", cette technologie bidirectionnelle basée sur un procédé d'étalement du spectre fonctionne dans le monde entier sur la bande régionale 868 / 915 & 923 MHz. Avec une portée théorique de 15 km et une capacité élevée d'1 million de nœuds par réseau, le LoRa répond à de nombreuses applications en milieu urbain. Compte tenu de la très faible consommation, une application-type devrait pouvoir fonctionner pendant 10 ans sur la base d'une utilisation moyenne en émission/réception.

Pour le développeur de solutions intégrées qui cherche à intégrer la communication LoRa à une application, pouvoir utiliser un module entièrement intégré et pré-approuvé est beaucoup plus rapide et plus fiable que de recourir à une conception discrète. Il existe aujourd'hui sur le marché un certain nombre de modules, parmi lesquels il est conseillé au développeur de retenir les "sans hôte". Dans ce contexte, cela signifie qu'il n'y a pas besoin de MCU supplémentaire pour à la fois faire tourner l'application finale (comme une sonde de température et d'humidité, par exemple) et exécuter le nœud nécessaire à l'établissement et au maintien de la liaison radio. Non seulement l'ensemble du processus s'en trouve simplifié, mais le nœud périphérique peut être créé dans un minimum d'espace. Évidemment, si la fonction IoT/M2M de l'edge node nécessite une capacité de calcul importante, il faudra prévoir un autre MCU ; mais dans la plupart des applications à faible consommation de ressources, la solution sans hôte est idéale.

Exemple de module LoRa sans hôte : le CMWX1ZZABZ-078 (Type ABZ) de Murata – voir la Figure 1.

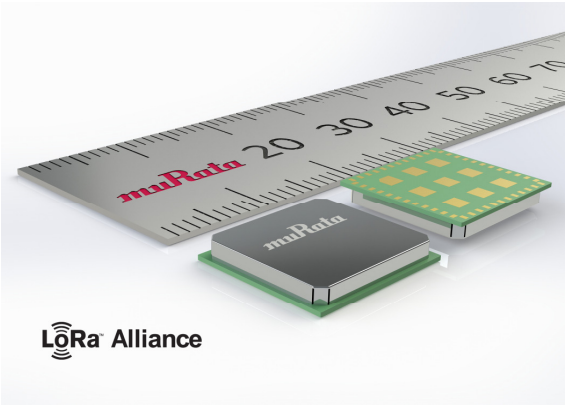


Figure 1 – Le module LoRa de Murata mesure tout juste 12,5 x 11,6 x 1,76 mm

Ce module recouvert de métal à monter en surface fonctionne à partir d'une seule alimentation dans la plage 2,2 - 3,6 VDC, entre –40 et +85° C. Son utilisation est homologuée dans toutes les régions du monde. La Figure 2 montre le fonctionnement interne du module et l'affectation des bornes. Un modem émetteur-récepteur à spectre étalé Semtech SX1276 se charge de la liaison radio et un MCU ARM Cortex M0+ STMicroelectronics STM32L082 32-bit gère l'émetteur-récepteur et héberge les piles de communication ainsi que l'application IoT/M2M. Ce MCU possède 20 ko de RAM et 192 ko de mémoire flash. Un jeu complet de périphériques comprenant un UART, une SPI, un I2C ainsi qu'un ADC et 18 GPIO offre suffisamment de flexibilité pour l'application finale. Comme indiqué plus haut, dans le cas où il faut davantage de ressources en mémoire et en capacité de calcul, le module Murata peut fonctionner en mode modem uniquement, l'application contrôlant tout depuis le MCU externe. Murata prévoit également d'intégrer à ce module le support pour un autre protocole LPWAN répandu, Sigfox, au cours de l'année 2017.

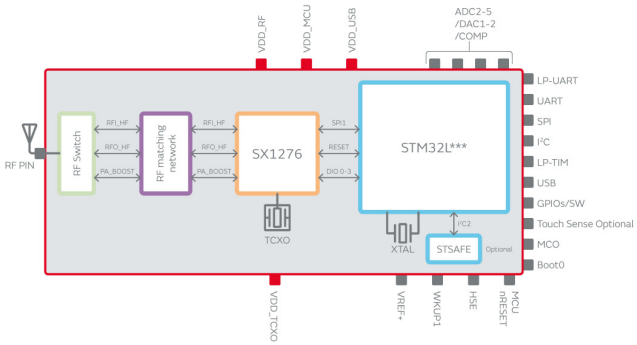


Figure 2 – Schéma fonctionnel du module LoRa de Murata

L'établissement de la liaison avec le réseau LoRa s'effectue via le jeu d'instructions AT bien connu ‘Hayes’, pour lesquelles Murata fournit pour ce module un guide de référence complet.

La carte d'évaluation STM Discovery, référence B-L072Z-LRWAN1, aidera le concepteur à créer un prototype de travail – voir la Figure 3. Équipée d'un module ABZ Murata, elle évalue tout le brochage du module tout en offrant des E/S supplémentaires pour des boutons ou des LED utilisateur, par exemple.

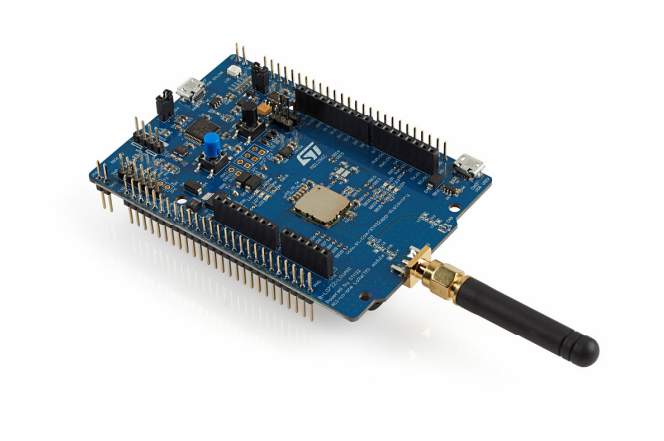
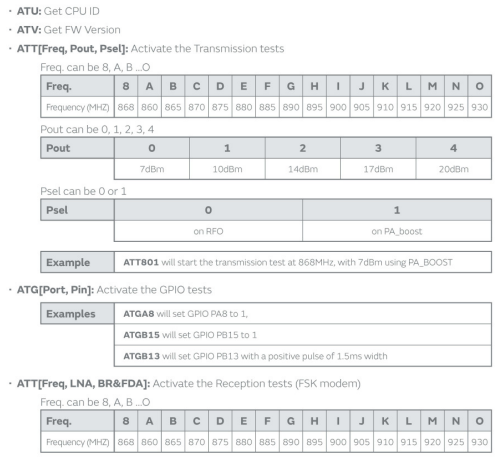


Figure 3 – Carte d'évaluation STM Discovery avec module Murata type ABZ

Afin que la conception embarquée puisse aussi être testée rapidement, Murata a intégré sept instructions tests ‘AT’ au micrologiciel de la carte d'évaluation, parmi lesquelles une ATU pour obtenir l'ID de la CPU, une ATT (fréquence, puissance de sortie, sélection de puissance) pour lancer les transmissions tests et une ATG (port, pin) pour basculer une broche GPIO précise. Pour plus de détails sur le fonctionnement du micrologiciel de test, voir la Figure 4. La communication avec la carte STM Discovery et sa programmation peuvent s'effectuer via l'UART à l'aide d'un adaptateur UART/USB, avant d'utiliser un outil d'émulation de terminal.



- **ATU:** Get CPU ID
- **ATV:** Get FW Version
- **ATT[Freq, Pout, Psel]:** Activate the Transmission tests

Freq. can be 8, A, B ...O

Freq.	8	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Frequency (MHZ)	868	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930

Pout can be 0, 1, 2, 3, 4

Pout	0	1	2	3	4
	7dBm	10dBm	14dBm	17dBm	20dBm

Psel can be 0 or 1

Psel	0	1
	on RFO	on PA_boost

Example	**ATT801** will start the transmission test at 868MHz, with 7dBm using PA_BOOST

- **ATG[Port, Pin]:** Activate the GPIO tests

Examples	**ATGA8** will set GPIO PA8 to 1,
	ATGB15 will set GPIO PB15 to 1
	ATGB13 will set GPIO PB13 with a positive pulse of 1.5ms width

- **ATT[Freq, LNA, BR&FDA]:** Activate the Reception tests (FSK modem)

Freq. can be 8, A, B ...O

Freq.	8	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Frequency (MHZ)	868	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930

Figure 4 – Micrologiciel de test de communication LoRa

En alternative à la programmation par UART, on peut utiliser le débogueur/programmateur in situ STLINK/V2 de STMicroelectronics pour les séries STM8 et STM32. La carte d'évaluation comporte un connecteur unifilaire compatible ST-LINK/V2.

Avec sa très faible consommation et sa communication longue portée, ce module ultra compact répond à toutes les exigences de conception actuelles des applications de capteurs IoT/M2M alimentés en termes de contraintes de miniaturisation et de très faible consommation .
+++Fin