

LIAISONS RADIO À COURTE PORTÉE: LA BANDE UHF PRISE D'ASSAUT

De la simple télécommande d'ouverture de porte jusqu'au réseau maillé sans fil, pléthore de systèmes et applications tirent le plus grand profit d'une connectivité par voie radio pour la transmission d'informations sur de courtes distances. Dans la bande UHF, quelques standards font plus ou moins bon ménage avec les nombreuses solutions propriétaires.

La notion de radio courte portée sous-entend une myriade de dispositifs à puissance d'émission modérée, adressant les applications les plus hétéroclites dans les domaines de la sécurité et du contrôle d'accès, de la gestion de l'énergie, du médical et de la santé, du contrôle industriel, de l'électronique grand public, etc.

Le fait que les liaisons par voie RF exploitent typiquement les bandes de fréquences utilisables librement, donc sans détention d'une quelconque licence obtenue auprès d'une administration, n'est pas d'un moindre intérêt. La seule exigence étant que le produit considéré soit conforme aux normes locales en vigueur.

Dans la bande UHF (soit de 300 MHz à 3 GHz), les fenêtres fréquentielles dévolues à ces applications sont le plus souvent différemment attribuées selon les régions géographiques. Libérée dans le monde entier, la bande ISM (Industrielle, scientifique et médicale) des 2,4 GHz à 2,5 GHz fait exception à la règle. De fait, de nombreux standards comme Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee et autres réseaux personnels sans fil (WPAN, Wireless Personal Area

Network) s'y côtoient. Mais les caméras de vidéosurveillance, les fours à micro-ondes, les répéteurs vidéo à usage domestique... cohabitent aussi dans cette portion du spectre décidément bien encombrée.

Bluetooth a les dents longues

Fortifié par sa présence dans les téléphones mobiles, Bluetooth est aujourd'hui un standard bien établi. Selon le Bluetooth SIG (Special Interest Group), quelque trois milliards de dispositifs sont aujourd'hui équipés Bluetooth, et près de dix nouveaux produits sont qualifiés chaque jour. Avec les promesses suscitées par les dernières déclinaisons à haute vitesse (Bluetooth 3.0 HS, High Speed) et à basse consommation (Bluetooth Low Energy) de la norme, Bluetooth peut envisager l'avenir sous les meilleurs auspices.

Adoptée par le SIG en avril 2009, la version 3.0 HS promet des débits de 24 Mbits/s, soit bien au-delà des 1 à 3 Mbits/s alloués par les versions classiques ou EDR (Enhanced Data Rate) de Bluetooth. Un tel résultat est obtenu grâce à l'exploitation d'un lien radio 802.11. Les phases de négociation et d'établissement de la liaison sont ici



Le premier module Bluetooth Low Energy du marché est l'œuvre de la société française Insight SiP. Boîtier ouvert, on distingue le transceiver de Nordic Semiconductor entouré d'un oscillateur à quartz et d'une poignée de composants passifs. La partie supérieure est occupée par l'antenne imprimée.

du ressort de Bluetooth, alors que le trafic de données est soutenu par Wi-Fi.

Introduite au sein de la spécification Bluetooth 4.0 et ratifiée en décembre 2009, la version Bluetooth Low Energy (BLE), anciennement Bluetooth ULP (Ultra Low Power), est encore plus riche de promesses. Bâti sur les fondations de la technique de transmission sans fil Wibree développée par Nokia, BLE cible notamment le marché des appareils tirant leur énergie d'une pile bouton (du type CR2032 3V

au lithium) et pour lesquels, il va s'en dire, une très faible consommation est impérative. BLE offre ainsi à Bluetooth de nouvelles et belles opportunités dans les domaines de la santé, de la sécurité, du divertissement, du sport et du fitness.

Sur plusieurs de ces marchés (la santé, le sport et le fitness) BLE vient en con-

LE SANS-FIL À COURTE PORTÉE FAIT RECETTE

→ Selon le cabinet d'études ABI Research, le marché des circuits intégrés pour les transmissions sans fil à courte portée se porte bien. La société estime en effet que plus de deux milliards d'unités seront vendues en 2010, soit 20 % de mieux qu'en 2009, et près de 5 milliards en 2014. L'étude prend ici en compte les standards Bluetooth, Wi-Fi, NFC, UWB et 802.15.4. Avec respectivement 55% et 35% des ventes, ce sont Bluetooth et Wi-Fi qui tirent le plus leur épingle du jeu. Pour Bluetooth,

si son intégration dans les téléphones mobiles explique quasi de facto ce succès, l'organisme note également une présence accrue dans les ordinateurs et les produits grand public comme les consoles de jeux. Par ailleurs, la variante basse consommation de Bluetooth, alias BLE (Bluetooth Low Energy), récemment avalisée par le SIG Bluetooth, est promise à un bel avenir. Ce qui ouvrira à Bluetooth de nouveaux horizons dans les domaines de la santé, de la sécurité, du sport ou des divertissements.

Une tendance forte concerne aussi le support par une même puce de multiples technologies sans fil. Une politique qui vise à diminuer les coûts, mais aussi l'encombrement sur le circuit imprimé. A cet égard, les associations de Bluetooth avec la radio FM, le Wi-Fi, le GPS ou la radio FM + Wi-Fi, comptent parmi les plus couramment répertoriées. Enfin, ABI Research estime qu'en 2014 la moitié des puces combinant Bluetooth et un autre standard seront conformes BLE.

currence avec ANT, une technologie développée à l'origine par Dynastream Innovations, aujourd'hui filiale de Garmin. ANT est un protocole embarqué dans les puces de Nordic Semiconductor. L'interopérabilité est assurée par une couche logicielle, dite ANT+, située au sommet de la pile. La conformité des produits est placée sous le haut patronage de la ANT+ Alliance. Celle-ci comporte plus de 200 membres, parmi lesquels figurent Adidas, Garmin, Microsoft, Nordic Semiconductor, Seiko Epson, Texas Instruments, Timex...

Le parc étendu de produits dotés d'une connexion Bluetooth semble cependant justifier l'optimisme affiché par le SIG quant à la prédominance future de BLE. Un enthousiasme partagé par le cabinet d'études ABI Research. Ce dernier estime en effet que, dès cette année, 30 millions de chipsets BLE seront vendus et plus de 2,5 milliards en 2014 ! L'un des points remarquables de BLE est de permettre à un appareil à très basse consommation ou à des capteurs d'accéder à l'Internet. Et ce par l'intermédiaire d'un mobile agissant comme une passerelle. Cette facilité ouvre la voie au développement d'applications inédites.

BLE s'apprête à emménager dans les téléphones mobiles

Au niveau matériel, BLE diffère de son aîné sur quelques points. Ainsi, BLE utilise 40 canaux RF espacés de 2 MHz dans la bande ISM 2,4 GHz à 2,4835 GHz (79 canaux de largeur 1 MHz pour le Bluetooth traditionnel). Afin de minimiser les phénomènes d'interférences, la technique de saut de fréquence adaptatif, commune à toutes les versions de Bluetooth (et ce depuis la version 1.2), est de rigueur. La puissance d'émission est comprise entre 0,01 mW (-20 dBm) et 10 mW (+10 dBm), alors que le débit de données brut atteint 1 Mbit/s. La modulation est de type GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) avec un BT (1) de 0,5. L'indice de modulation porté à 0,5 (auparavant 0,32) autorise des transmissions sécurisées (algorithme de chiffrement AES 128 bits) et robustes (CRC sur 24 bits) sur une distance avoisinant la centaine de mètres.

Afin de réduire la consommation à une fraction de celle du Bluetooth classique, BLE s'accommode de paquets de données de très petite taille (8 à 27 octets), alors que les durées de communication (connexion et envoi de données) n'excèdent pas 3 ms. En



outre, la spécification définit les implantations monomode BLE ou bimode BLE/Bluetooth classique. Le premier choix se traduit par des circuits allégés et à bas coût. Le second concerne les téléphones mobiles ou les PC, afin que l'interopérabilité avec tous les appareils Bluetooth soit garantie. Selon ABI Research, lors d'une première étape, le module BLE sera implanté dans les téléphones mobiles. Pour un faible surcoût, la fonctionnalité BLE sera alors assurée par un contrôleur Bluetooth mis au goût du jour. Ensuite, des accessoires et des capteurs estampillés BLE verront le jour. Comme de coutume, les spécialistes du semiconducteur n'ont pas tardé pour dévoiler puces et projets. Ainsi, Texas Instruments a déjà incorporé un contrôleur BLE dans ses plates-formes BlueLink (Bluetooth + FM) et WiLink (Wi-Fi + GPS + FM + Bluetooth) et a, par ailleurs, développé une puce monomode (CC2540). Tel est aussi le cas du suisse EM Microelectronic avec son EM9301. La spécification BLE est également supportée par les BlueCore7 (Bluetooth + GPS + FM) de CSR, alors que chez Broadcom le premier produit concerné est le système sur puce BCM2049 (Bluetooth + FM). Quant à Nordic Semiconductor, il n'a pas attendu la finalisation de la norme pour

Embarquant un transceiver 2,4 GHz, un microcontrôleur 8051 et jusqu'à 256 Ko de mémoire flash, le système sur puce CC2530 de Texas Instruments dispose de ressources suffisantes pour les applications ZigBee/ZigBee Pro, RF4CE et Smart Energy.

annoncer le nRF8001, premier circuit monomode de la famille μ Blue, incluant : les sections radio et bande de base, un contrôleur de liaison et une interface de contrôle de l'hôte. C'est précisément ce circuit que l'on retrouve dans le premier module BLE du marché. Référencé ISP091201, il est l'œuvre de la société française Insight SiP. Conçu pour fonctionner de concert avec un microcontrôleur 8 bits à faible coût (de type 8051 par exemple), ses dimensions sont de 8x12x1,4 mm seulement. « Jusqu'à présent, notre société répondait aux demandes de conception de systèmes RF émanant de nos clients. Ce module est le premier développé de notre propre chef » confie Diana Moncoquit, directrice commerciale d'Insight SiP. La société met ici en avant son expertise en matière de conception RF et d'assemblage afin de résoudre les points les plus délicats, à savoir la réalisation de l'antenne imprimée et de son réseau d'adaptation, tout en parvenant à un haut degré de miniaturisation. « Notre module trouvera ainsi place dans les montres, les télécommandes, les chaussures, les capteurs exploités par les appareils de

(1) Le BT est le produit de la bande passante du filtre gaussien par la durée d'un bit.



surveillance médicale comme les glucomètres, les moniteurs cardiaques ou de pression artérielle » poursuit Diana Moncoqut.

ZigBee : un démarrage en douceur

Supposé adresser les marchés pour lesquels Bluetooth se révèle surdimensionné, onéreux et trop gourmand en énergie, ZigBee est encore loin de susciter un engouement comparable. Un terrain sur lequel les principaux fabricants de puces ont pour noms : Freescale, Texas Instruments, Ember, Atmel, STMicroelectronics, Microchip, Jennic... Annoncé comme universel, ZigBee est apparu comme étant dévoué aux applications domotiques. Dans cet univers, il permet de piloter les équipements électriques disséminés dans une habitation, grâce aux ordres et commandes relayés de proche en proche par les nœuds de communication du réseau maillé (mesh).

Reposant au niveau des couches PHY et MAC sur la norme IEEE 802.15.4, ZigBee occupe 16 canaux espacés de 5MHz dans la bande ISM des 2,4GHz. Il est ici fait usage d'une technique d'étalement de spectre en séquence directe, avec une modulation de type O-QPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying). Les transmissions de données s'effectuent à un débit maximal de 250 kbits/s. Décliner ZigBee dans les bandes 868MHz (Europe) ou 915MHz (Etats-Unis, Canada, Australie) est également envisageable, avec une modulation de type BPSK (Binary PSK) et un débit moindre (20 ou 40 kbits/s). « ZigBee est né aux Etats-Unis afin de pallier la limite des réglementations radio. La faible puissance d'émission en 902/928MHz fait que les produits

Les circuits de la famille STM32W de STMicroelectronics intègrent la radio 2,4GHz et un processeur 32 bits Arm Cortex-M3. Ils supportent ZigBee ou tout autre protocole tirant profit des couches PHY et MAC du standard IEEE 802.15.4.

simples sont inaptes à couvrir une habitation. Un réseau maillé offre alors un plus », explique Pascal Champany, directeur des études avancées chez Adeunis RF.

Mais, en Europe notamment, la puissance maximale d'émission autorisée dans les bandes ISM situées sous le gigahertz étant de 10mW, voire 25mW, la couverture souhaitée est souvent obtenue avec des liens radio directs. Autrement dit, il n'est nul besoin de relayer l'information par l'intermédiaire de routeurs insérés dans la topologie maillée. De surcroît, garantir l'interopérabilité entre dispositifs émanant de fabricants différents a un coût. Dans le cas de ZigBee elle se traduit notamment par une pile logicielle de taille non négligeable et par une capacité mémoire en rapport. « Un débit de 250kbits/s et quelques dizaines de kilo-octets de code pour allumer une lampe... cela s'avère luxueux! » analyse Pascal Champany.

Le prix de l'interopérabilité

Par ailleurs, au niveau des trames, chaque couche du protocole insère des bits dans le flux des données. Le rendement obtenu (soit le nombre de bits de données utiles rapporté au nombre de bits de la trame émise) a des implications sur le temps de transmission et, par suite, sur la consommation. De fait, pour les applications simples de type

Destinée à faciliter le dépistage du cancer du côlon, cette capsule de Given Imaging, ingérée par le patient, est équipée de deux caméras miniatures, d'une source lumineuse et d'un transceiver RF à ultra-basse consommation développé par Zarlink. Les images sont envoyées par voie radio à un enregistreur de données porté à la ceinture.



point à point ou de réseau en étoile, si l'interopérabilité n'est pas un souci, il est manifeste que nombre de solutions propriétaires se révèlent plus intéressantes que ZigBee. La preuve en est que plusieurs sociétés, impliquées dans la promotion du standard, développent en parallèle des solutions légères et peu gourmandes en énergie.

A cet égard, nous mentionnerons le protocole MiWi de Microchip qui repose, à l'instar de ZigBee, sur les couches PHY et MAC de la norme IEEE 802.15.4. Les besoins en taille mémoire sont ici compris entre 7Ko et 17Ko. Dans la déclinaison MiWi P2P, la couche MAC est même simplifiée et de 3 à 9Ko sont alors suffisants. Par comparaison, la pile ZigBee (2) est plutôt située dans une fourchette allant de 40 à 100Ko, selon les besoins. Il est à noter que les piles de protocole MiWi et MiWi P2P sont fournies gracieusement, à la condition d'opter pour un microcontrôleur PIC accolé au transceiver (ou au module) proposé par Microchip.

Pour les configurations de point à point ou les réseaux simples en étoile, Freescale a aussi un protocole basé sur la couche physique IEEE 802.15.4 et sur une couche MAC allégée. Baptisé SMAC (Simple MAC), il requiert entre 2,5 et 4Ko de mémoire.

De son côté, CyFi de Cypress exploite l'étalement de spectre en séquence directe dans la même bande de fréquence des 2,4GHz, sans pour autant être en conformité avec l'IEEE 802.15.4. Le code tient ici dans 6 à 8Ko de mémoire, pour respectivement un nœud et un concentrateur.

ZigBee en quête de nouveaux marchés

Enfin, dans la sphère des réseaux domotiques maillés, ZigBee se voit aussi confronté à des protocoles populaires comme Insteon de SmartLabs ou Z-Wave développés par Zensys, une société rachetée fin 2008 par Sigma Designs. Le même Sigma Designs qui a récemment annoncé la quatrième génération de ses circuits Z-Wave. Le but avoué est d'attaquer le marché des télécommandes RF destinées à remplacer les modèles traditionnels à infrarouge, afin de piloter les téléviseurs, les décodeurs TV, les lecteurs DVD et autres produits électroniques grand

(2) La pile ZigBee 2007 courante comprend les jeux de spécifications ZigBee et ZigBee Pro. Ce dernier protocole offre un meilleur support des réseaux évolués en termes de gestion, de flexibilité et de performance.

public. Un créneau sur lequel se positionne également ZigBee RF4CE (Radio Frequency For Consumer Electronics). Pourtant, ZigBee devrait voir son horizon s'éclaircir, notamment grâce à RF4CE, mais aussi du fait des préoccupations actuelles en matière de consommation d'énergie et de son impact

sur l'environnement. Un intérêt auquel a répondu la ZigBee Alliance avec son profil d'application Smart Energy (SE). Il s'agit là de permettre l'établissement d'une communication sans fil entre les sociétés de services publics et des appareils ou des thermostats intelligents. Du côté du consommateur, gérer

au mieux sa consommation à l'aide d'outils d'automatisation et d'informations en temps réel devient possible. Pour l'heure, la liste des produits certifiés conformes SE par l'Alliance n'est pas encore très étoffée. L'essor des compteurs intelligents et la mise en

Suite page 44

VOLKER PRÜLLER, directeur du marketing pour l'activité «Low Power RF» de Texas Instruments

«Le standard ZigBee n'a jamais été aussi dynamique»

Quel est le statut actuel de ZigBee et comment voyez-vous les perspectives de croissance à court et à long terme ?

VOLKER PRÜLLER Le déploiement d'un nouveau standard, surtout si celui-ci autorise un niveau d'interopérabilité équivalent à celui de ZigBee, prend un certain temps. C'est dans la nature des choses. ZigBee a aujourd'hui atteint la maturité suffisante pour assurer son déploiement sur une vaste échelle. Les applications Smart Energy, Home Automation et Remote Control RF4CE sont certifiées. Les profils pour Health Care, Retail Services et Telecom vont de leur côté se traduire par le lancement d'une seconde vague de produits basés sur ZigBee.

Pour répondre à la seconde partie de votre question, une opportunité à court et à long terme est en rapport avec le comptage intelligent. Les desiderata déjà exprimés en matière de suivi de la demande en énergie et d'amélioration du service se transformeront en exigences dans quelques années. Le « smart grid » (les réseaux de distribution d'électricité « intelligents ») est en marche et va devenir une réalité. Pour permettre au « smart grid » de s'imposer, l'Europe des 25 présente certaines particularités qui font que plusieurs technologies sont adaptées aux besoins et aux structures des réseaux existants. TI propose ainsi, d'un côté des solutions de communication par voie filaire exploitant les courants porteurs, de l'autre différentes alternatives basées sur des standards sans fil comme le Wireless M-Bus, 6LowPAN, ZigBee ou autres. L'avantage de ZigBee réside dans son niveau d'interopérabilité, sa flexibilité, la sécurité des transmissions et le fait de ne pas être un héritage national, mais un standard global. Alors pourquoi ne pas l'accepter aussi comme un standard européen ?

Une opportunité à plus court terme, mais



DR

tout aussi importante, concerne les télécommandes avec ZigBee RF4CE. A la maison, combien de télécommandes avez-vous qui font exactement la même chose mais ne pilotent qu'un seul appareil ? Autour de votre téléviseur, combien de boîtiers aimeriez-vous dissimuler dans un tiroir sans perdre la fonction de télécommande ? RF4CE répond à ces questions. Les premiers systèmes

vont arriver sur le marché dès cette année, alors que la production de masse est prévue pour 2011.

Dans nombre d'applications, ZigBee est en concurrence avec de multiples protocoles, souvent propriétaires. Quels critères vont guider le choix de l'ingénieur de conception ?

VOLKER PRÜLLER Pour la plupart des technologies existantes, je ne suis pas sûr que l'on puisse vraiment parler de standards. Cela ne veut pas dire que les solutions ne sont pas intéressantes pour les domaines d'applications envisagés. Mais je crois que les premières questions qu'un ingénieur doit se poser au début de la phase de développement d'un système de communication sans fil sont les suivantes :

- combien de connexions doivent être assurées et quelle est la structure du réseau (point à point, en étoile, topologie maillée) ?
- quel débit de données est en jeu et quelle distance entre les points de connexion doit être couverte par la liaison RF ?
- quelles sont les sources d'alimentation pour tous les nœuds de connexion ?
- le système ou réseau sera-t-il ouvert ou fermé aux produits élaborés à partir d'une ou plusieurs autres plates-formes ?

Au niveau des ressources mémoire, la taille de la pile ZigBee est fonction de la complexité du réseau et de l'architecture du microcon-

trôleur utilisé. Si la pile ZigBee Pro, qui est la version la plus actuelle du standard, tourne autour de 100 Ko, cela s'explique par la flexibilité et les fonctionnalités accrues. Mais l'industrie du semiconducteur est là pour résoudre un tel problème. A l'instar du CC2530, des circuits intégrés avec RF & microcontrôleur, sont aujourd'hui proposés à moins de 3€ l'unité, tandis que certains de nos partenaires commercialisent des modules certifiés et prêts à l'emploi à des prix très avantageux. Comparé à cela, un protocole propriétaire peut certainement être encore plus optimisé en coût ou en consommation, mais en perdant le bénéfice de l'interopérabilité. Pour descendre en dessous de la barre des 2€, TI a développé SimpliciTI, un protocole sans paiement de licence pour nos clients. Il requiert moins de 10Ko en mémoire et concerne, de surcroît, différents produits exploitant la bande des 2,4 GHz, mais aussi celles des 433 et 868 MHz.

Des microcontrôleurs 32 bits se trouvent désormais embarqués dans des systèmes sur puce dédiés ZigBee. Cela répond-il à un réel besoin ?

VOLKER PRÜLLER De nombreux progrès ont été réalisés dans le domaine des outils de développement et des compilateurs C. De telle sorte qu'il est aujourd'hui plus facile d'utiliser des processeurs 16 ou 32 bits sans avoir à entrer dans le détail des architectures.

Cela étant dit, pour une solution RF du style ZigBee, la puissance de ces cœurs, si elle ne sert pas à développer une application allant au-delà de la fonction de communication proprement dite, peut-être considérée comme un peu « de luxe » pour l'ingénieur informatique. Dans le système sur puce CC2530, nous utilisons un cœur 8 bits de type 8051 qui si l'on prend en compte le succès rencontré par le circuit dans les applications ZigBee, s'avère suffisant.

PROPOS RECUEILLIS PAR PHILIPPE CORVISIER

→ place des « smart grids » (les réseaux de distribution d'électricité intelligents) s'annoncent ainsi profitables pour ZigBee. Une société comme Ember, un spécialiste des solutions matérielles et logicielles dédiées à ce standard, justifie son taux de croissance (+ 27 % de CA en 2009) essentiellement grâce au déploiement massif des compteurs intelligents. Elle fait également état d'un important volume de commandes pour l'année 2010. L'an dernier, Ember a introduit sa famille EM300 de systèmes sur puce réunissant un transceiver 2,4 GHz, un processeur 32 bits Arm Cor-

Si, du fait de son universalité et de la bande passante mise à disposition, le 2,4 GHz fait l'objet de nombreuses convoitises, il n'en demeure pas moins que les fréquences UHF situées sous le gigahertz demeurent attractives.

Il y a de la vie sous le gigahertz

D'une part, les problèmes de coexistence se posent avec moins d'acuité, d'autre part, pour un budget consommation donné, la distance de propagation est supérieure. Celle-ci peut en effet atteindre plusieurs centaines de mètres, voire quelques kilomètres, si souhaité.

fil, les systèmes de gestion de l'éclairage, du chauffage ou de la climatisation... sont quelques-unes des applications traditionnellement confinées dans cette bande.

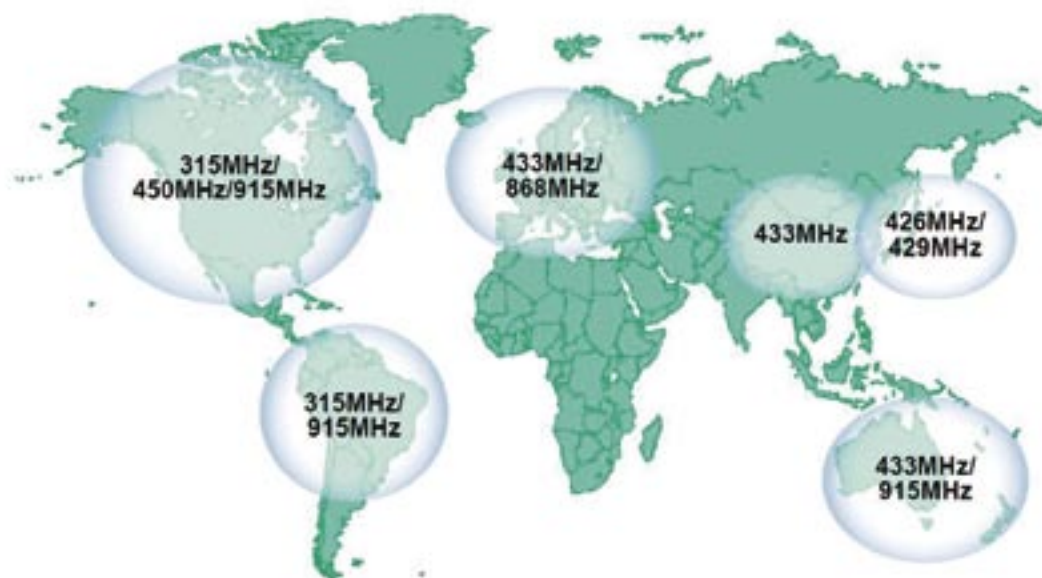
Le 868 MHz permet quant à lui d'envisager la mise en œuvre d'applications plus exigeantes. En outre, la taille de l'antenne 1/4 d'onde est incidemment deux fois plus petite qu'en 433 MHz. Cependant cette région du spectre est interdite dans de nombreux pays, notamment en Amérique du Nord. L'usage veut alors que l'on décline son produit en une version à 915 MHz (902 MHz à 928 MHz), s'il est destiné à l'exportation.

Lorsqu'un standard est défini puis adopté, les groupes de travail ont précisé les principaux paramètres relatifs à la liaison RF : type de modulation, puissance d'émission, débit, plan de fréquence... Sous le gigahertz, le manque de standardisation fait que les concepteurs mettent en œuvre une couche physique et un protocole de communication adaptés à leurs besoins spécifiques. En particulier, la plus grande liberté règne concernant le format de la modulation. La règle du jeu étant que le produit final soit mis en conformité aux normes locales en vigueur.

Entre 25 MHz et 1 GHz, la norme Etsi européenne EN 300 220, qui s'applique aux caractéristiques et aux méthodes de test des appareils dont la puissance d'émission n'excède pas 500 mW, fait loi. Dans les sous-bandes considérées, une puissance apparente rayonnée maximale (qui est le résultat de la puissance nominale de l'émetteur, de la qualité et du gain de l'antenne) est spécifiée. Il peut en être de même pour l'espacement entre canaux ou le rapport cyclique en émission, c'est-à-dire le temps de mise en fonctionnement d'un émetteur rapporté à son temps de coupure, sur une période d'une heure. Cette dernière contrainte a pour objet de limiter l'occupation du spectre et ainsi réduire la gêne occasionnée aux usagers alentour.

Il y a quelques années, la réglementation européenne a rendu possible l'utilisation des techniques d'étalement de spectre en séquence directe (DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum) ou par saut de fréquence (FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum), entre 863 et 870 MHz. Outre la réduction des interférences, la volonté sous-jacente a été l'harmonisation avec un principe qui existait déjà aux Etats-

Figure.- Les bandes de fréquences usuelles sous 1 GHz



Si, la bande ISM des 2,4 GHz est libérée à l'échelle mondiale, sous le gigahertz la situation est bien différente. Du fait de l'absence de standards, les solutions basées sur une couche physique et un protocole de communication propriétaires sont nombreuses.

Source : Analog Devices

tex-M3 et une mémoire flash de bonne taille (jusqu'à 192Ko) afin d'héberger la pile ZigBee Pro.

Enfin, dans le secteur de la santé, signalons que la Continua Health Alliance, une organisation regroupant plus de 200 membres (parmi les promoteurs figurent : Cisco, Freescale, GE Healthcare, IBM, Intel, Nokia, Omron, Panasonic, Philips, Qualcomm, Roche, Samsung, Texas Instruments...), a sélectionné l'extension ZigBee Health Care, récemment avalisée par la ZigBee Alliance, mais aussi Bluetooth Low Energy, pour la connexion sans fil de capteurs et d'appareils médicaux. La vocation de cette alliance est de développer un écosystème afin de promouvoir la santé à domicile.

Sous 1 GHz, les bandes les plus communes sont celles des 433 MHz et des 868 MHz en Europe, des 915 MHz en Amérique du Nord, des 426 MHz au Japon (figure)

En 433 MHz (433,05 MHz à 434,79 MHz), la bande passante réduite à moins de 2 MHz et le fait que la transmission de la phonie, de l'audio ou de données en continu ne soient pas de facto autorisées restreignent son intérêt à une certaine gamme de produits. Si aucune garantie de non-brouillage n'est accordée aux systèmes radio sans licence, la bande 433 MHz est de surcroît ouverte à d'autres catégories d'utilisateurs autorisés à émettre des puissances élevées. Les télécommandes de voiture ou de portail, les alarmes sans

Unis. Pour le fabricant d'un appareil radio, le bénéfice a été évident en ce sens qu'il n'était plus contraint de réécrire complètement la couche MAC du protocole de communication, dès lors que les deux marchés étaient visés.

Des catalogues de circuits RF bien fournis

Dans un secteur fortement concurrentiel, les catalogues des fabricants de circuits, mais aussi de modules, foisonnent de récepteurs, d'émetteurs et de transceivers qui cumulent les deux fonctions précédentes pour la mise en place d'une liaison bidirectionnelle.

Des puces dont on exige parfois beaucoup : un coût modique, une consommation minimale, un fonctionnement sous tension basse, une large couverture de fréquence, une bonne dose de programmabilité... Pour un usage universel, la conformité aux normes édictées par les divers organismes mondiaux (Etsi EN 300 220 en Europe, FCC part 15 en Amérique du Nord, ARIB-T67 au Japon...) s'avère nécessaire. Des éléments naguère externes sont désormais intégrés dans le boîtier : le VCO et son circuit d'accord, le commutateur Rx/Tx, les cellules de filtrage... De telle sorte que le nombre de composants passifs environnants inclut essentiellement un quartz, des condensateurs de découplage et le réseau d'adaptation de l'antenne. Toute procédure de réglage en production est par ailleurs proscrite.

Enfin, de nombreuses opérations de bas niveau (mise en paquets avec correction des erreurs et chiffrement...) gagnent à être prises en charge par des blocs matériels. Et ce, afin de ne pas mettre excessivement à contribution le microcontrôleur hôte.

Parmi les circuits récemment introduits, nous citons le SX1231 de Semtech, un transceiver qui couvre les diverses bandes ISM (433 MHz, 868 MHz, 915 MHz), tout en acceptant de multiples schémas de modulation de fréquence ou d'amplitude : (G)FSK, (G)MSK, OOK et ASK. Le débit de données atteint 300 kbits/s en mode FSK, tandis que le fonctionnement en bande large ou étroite est autorisé, sans modification de composants externes. Pour leur part, les ADF7022 et ADF7023 d'Analog Devices incorporent un processeur de communication. Le premier cité couvre les bandes 433 MHz, 868 MHz et 915 MHz. Il est susceptible d'opérer en mode FSK/GFSK/OOK, avec des débits de données entre 1 et 300 kbits/s.

Le second est conforme EN 300 220 et supporte trois canaux à 868,25 MHz, 868,95 MHz et 869,85 MHz, en toute compatibilité avec io-homecontrol. Ce dernier est un exemple de protocole de communication bidirectionnelle sécurisée permettant de piloter, via une télécommande, tous les équipements de la maison : portes, fenêtres de toit, volets roulants et stores, éclairage, chauffage et climatisation, alarmes, portes de garage et portails...

Une politique consiste aussi à associer sur la puce le transceiver et un microcontrôleur. Par exemple, les systèmes sur puce CC430 de Texas Instruments intègrent la radio multibande (330 à



Le SX1231 de Semtech est un exemple de transceiver à haut niveau d'intégration couvrant les diverses bandes ISM des 433 MHz, 868 MHz et 915 MHz. Parmi ses points forts : une excellente sensibilité de -120 dBm, à 1,2 kbit/s en mode FSK.

348 MHz, 389 à 464 MHz, 779 à 928 MHz) et multimode (FSK, GFSK, MSK, OOK, ASK), un microcontrôleur Risc 16 bits MSP430 à faible consommation, de la mémoire flash (8 à 32 Ko) et un jeu de périphériques (CAN 12 bits, pilote LCD 96 segments, comparateur).

De leur côté, les membres de la famille Si10xx de Silicon Laboratories sont bâtis autour d'un transceiver RF « EZRadioPRO », d'un 8051 de 25 Mips agrémenté d'une mémoire flash (8 à 64 Ko) et d'un CAN 10 ou 12 bits. Silicon Laboratories s'est récemment associé avec Synapse Wireless pour développer en commun un module complet architecturé autour d'un MCU Si1000, embarquant dans 40 Ko de mémoire le protocole de réseau maillé SNAP de synapse.

PHILIPPE CORVISIER

Qualité et compétence
Dissipateurs LEDs de
fischer
elektronik

- large gamme de produits
profilés de refroidissement
la fabrication techniques
très moderne "CNC"
- profils spéciaux, versions et usinages selon
des indications du client

LED Light for you
CERTIFIED PARTNER

Dissipateurs LEDs selon indications du client
concept de refroidissement optimisé; prototyp de
portage, consultation concernant des applications
"Thermal Management"

Dissipateurs LEDs
la surface de montage LED avec revêtement au
cuivre supplémentaire; des puissances performantes

Dissipateur en étoile et extrudés
application comme des LED-boîtier lumière; pour des LED-
line-module rigide et flexible, linéaire en barre d'un mètre

Boîte postale 1590 58465 Lüdenscheid
Nottebohmstraße 28 58511 Lüdenscheid
Tel. +49 23 51 4 35-0 Fax: +49 23 51 4 57 54
info@fischerelektronik.de
www.fischerelektronik.de

Nous exposons au salon
CIEN, Paris
1. - 3. 6. 2010, stand B6