

Les cinq principaux défis de la conception IoT

L'Internet des objets sera bâti avec une grande variété de dispositifs, s'étageant entre les capteurs simples jusqu'aux passerelles complexes. Dans tous les cas, les concepteurs doivent faire face à des défis communs en matière de consommation d'énergie, de conformité aux normes, de réduction des interférences, etc. Pour Keysight, l'utilisation d'outils de conception et de simulation qui traitent de ces questions de manière holistique et qui intègrent des outils de mesure dédiés, ne peut qu'accroître les chances de succès des concepteurs.

Selon les prévisions, des dizaines de milliards d'objets seront bientôt connectés, des caméras pour bébé jusqu'aux capteurs de déformation de ponts en passant par des avions entiers, tous reliés à un Internet des objets au travers duquel ils transmettront des données et recevront des instructions. La plupart de ces « objets intelligents » seront fonctionnellement simples mais devront être opérationnels pendant des mois, voire des années, sans intervention physique. D'autres seront plus complexes, agissant comme des passerelles et des points d'agrégation pour les données émises de divers équipements et dispositifs de sous-réseaux locaux. Nous détaillons ici les cinq défis communs auxquels les concepteurs font face lors du développement de ces objets intelligents.

Une intégration croissante

Les progrès de la technologie des circuits intégrés à signaux mixtes permettent aujourd'hui de construire des appareils plus petits et moins énergivores qui affichent de meilleures performances et un coût plus faible, comparés aux alternatives à base de composants discrets. Ces avantages font en contrepartie augmenter la complexité de la conception, car les fonctions numériques, analogiques et RF sont co-conçues et co-vérifiées sur un même substrat. Cette augmentation de la complexité en vaut toutefois la peine : les premiers exemples, tels que les microcontrôleurs de faible consommation dotés de liaisons sans fil intégrées et d'interfaces pour capteurs et actionneurs, sont déjà très populaires dans



AUTEUR
Andrea Dodini,
directeur
du marketing
Europe,
Keysight
Technologies.

les applications IoT (figure 1). Une autre façon d'augmenter l'intégration est d'implanter l'antenne sur le circuit imprimé (PCB) de l'appareil, plutôt que d'utiliser des antennes externes. Même les appareils IoT simples peuvent disposer de plusieurs antennes (comme par exemple Wi-Fi et Bluetooth, pour la connectivité locale et à l'Internet) avec de multiples circuits radio qui y sont connectés. Il est donc important de pouvoir modéliser et mesurer des caractéristiques telles que l'adaptation d'antenne, l'efficacité, le rayon-

nement, les motifs de réception et les interférences mutuelles dans des situations réelles.

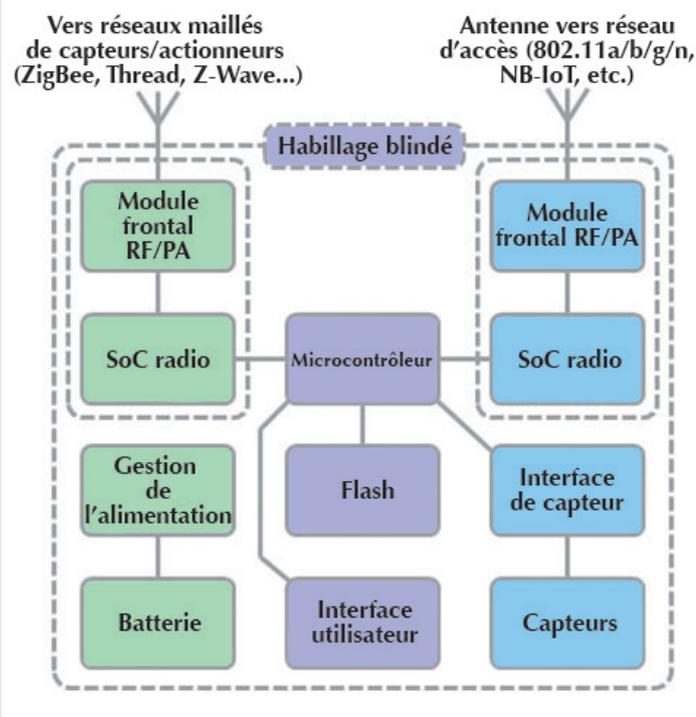
L'autonomie des batteries

Si l'objectif est de déployer un vaste réseau de capteurs interconnectés, ceux-ci devront être alimentés par des batteries affichant une longue autonomie afin de limiter le coût de leur maintenance. Dans ce cadre, de nombreux concepteurs IoT utilisent des stratégies telles que de très courts cycles d'utilisation et la mise en œuvre de divers modes de veille et de

sommeil pour réduire la consommation d'énergie. Dans les appareils aux performances plus élevées, le processeur, l'écran et les interfaces sans fil comptent pour une bonne part dans le budget énergétique. Comprendre comment l'énergie est utilisée dans ces appareils implique de modéliser les interactions de leurs sous-systèmes, à la fois entre eux et avec les diverses stratégies de gestion de la consommation. Cela signifie estimer quelle quantité de courant consomme chaque mode de fonctionnement, et pendant combien de temps. Le défi ici est de mesurer des courants qui peuvent s'élever entre quelques nano-ampères en mode veille à des dixièmes d'ampères quand les dispositifs sont actifs.

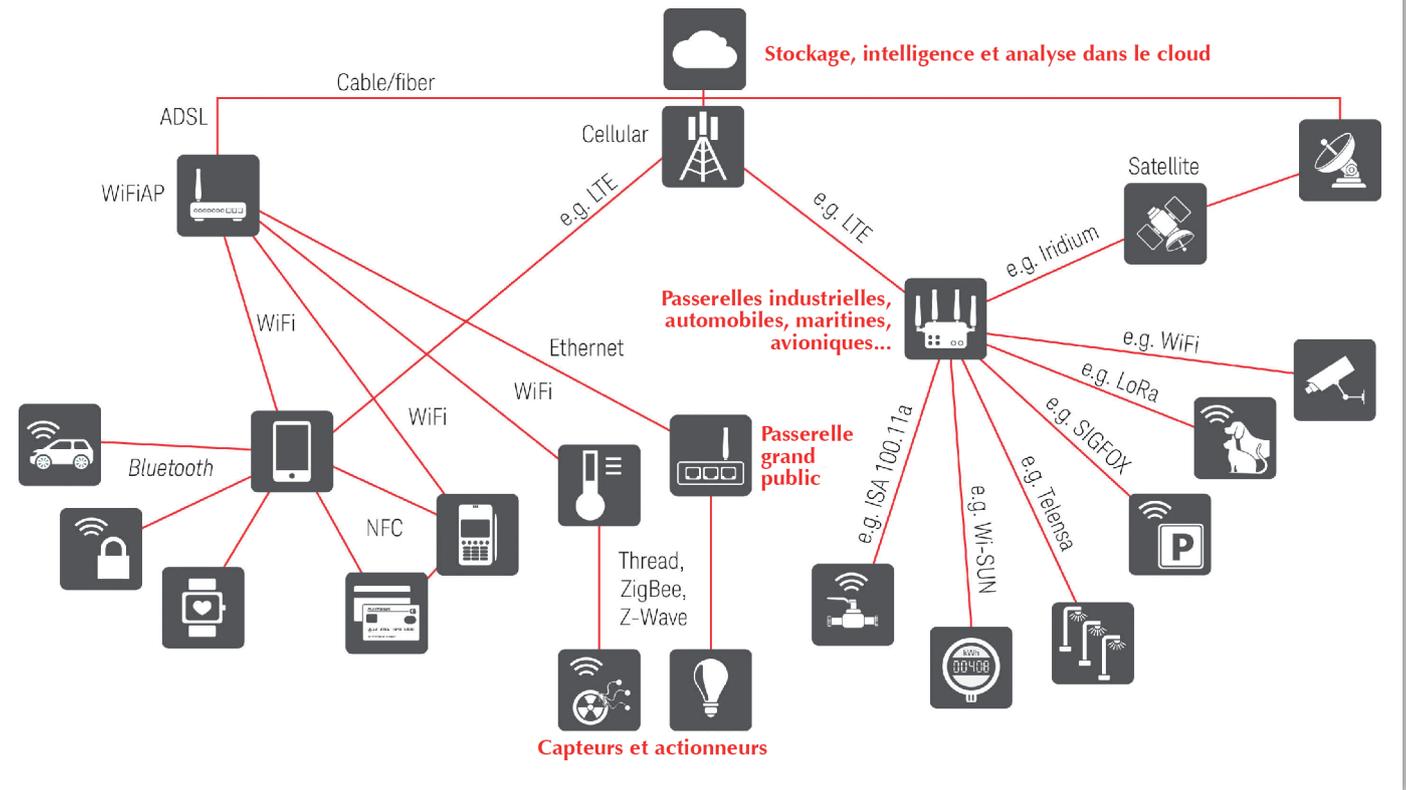
1 COMPOSANTS TYPIQUES D'UNE PASSERELLE/CAPTEUR IOT

Comprendre comment l'énergie est utilisée dans les appareils IoT implique de modéliser les interactions de leurs sous-systèmes, à la fois entre eux et avec les diverses stratégies de gestion de la consommation.



2 UNE MULTIPLICITÉ DE MOYENS D'ACCÈS AU CLOUD

La variété des normes IoT de communication présente un défi pour la mesure, puisque chacune répond à diverses exigences de test RF, à des couches physiques différentes, associées à de multiples standards de modulation.



L'autonomie de fonctionnement des appareils autonomes peut aussi être prolongée grâce à de nouvelles technologies de batteries, à des techniques de récupération de l'énergie ambiante, à la conception de circuits de faible consommation et à des modes de communication à faible consommation d'énergie. Comprendre comment ces variables affectent l'autonomie des dispositifs et leurs exigences thermiques requiert une analyse énergétique systématique, qui peut ensuite être utilisée pour prendre en compte les conditions environnementales et réseau réelles au moment d'effectuer des choix de conception matérielle et logicielle.

Des signaux propres, une alimentation propre

Des signaux propres et des blocs d'alimentation propres sont essentiels au bon fonctionnement de tout appareil sur le long terme. Les problèmes d'intégrité du signal et de l'alimentation sont particulièrement importants dans les circuits fonctionnant sous de faibles tensions ou à des fréquences d'horloge élevées, pour lesquels la tolérance en matière de diaphonie est moindre.

Il existe quatre problématiques d'intégrité du signal (Signal-Integrity, SI), qui sont respectivement relatives à une ligne unique (en opposition aux paires différentielles), au couplage entre deux lignes, aux pistes d'alimentation et de mise à la terre dans les réseaux d'alimentation (Power Distribution Networks, PDN) et aux interférences électromagnétiques. Celles-ci peuvent être résolues en contrôlant l'impédance au travers des interconnexions, en espaçant les pistes du circuit imprimé pour réduire le couplage, en conservant de courts chemins de retour de courant, en minimisant l'impédance du réseau d'alimentation et en assurant une bonne mise à la terre et un blindage correct.

L'analyse de l'intégrité de puissance (Power Integrity, PI) consiste, quant à elle, à analyser l'efficacité de la conversion et du transfert de l'énergie depuis la source jusqu'à la charge. Dans les circuits électroniques de faible puissance, la tolérance sur les tensions d'alimentation DC est de +/- 1 %. Toute ondulation, bruit ou transitoire sur des rails d'alimentation fonctionnant avec de telles tolérances strictes peut affecter les signaux d'horloge et de données, et donc le défi est de mesurer des

signaux AC toujours plus faibles et plus rapides sur ces rails.

Le problème des radios multiples

De nombreuses technologies sans fil sont utilisées dans les dispositifs IoT (figure 2). Un capteur alimenté par batterie peut ainsi utiliser une connexion sans fil à courte portée et à faible taux d'utilisation, tandis que des véhicules autonomes pourront avoir besoin de liaisons à large bande passante et à haute fiabilité. Cette variété de normes présente un défi pour la mesure, puisque chacune répond à diverses exigences de test RF, à des couches physiques différentes, associées à de multiples standards de modulation.

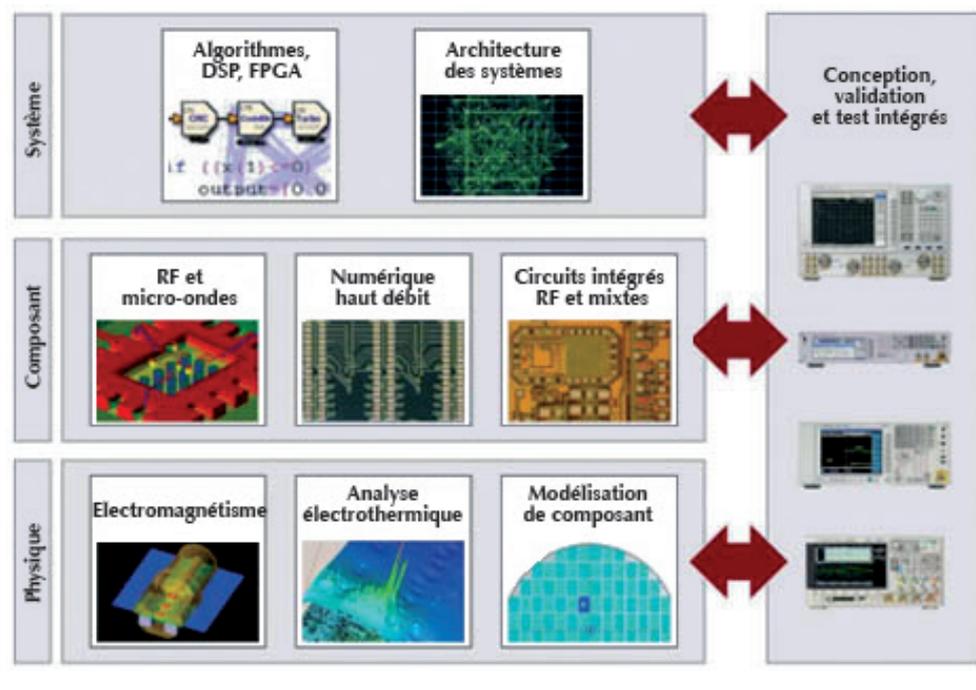
Les développeurs doivent également vérifier que les dispositifs interagissent correctement et qu'ils peuvent gérer simultanément plusieurs standards, et c'est là que les équipements de test multistandard peuvent réduire les coûts.

Interférences, compatibilité et conformité aux normes

Si des dizaines de milliards de dispositifs IoT sont déployés, ils devront partager des ressources limitées telles

3 DES OUTILS POUR TOUS LES BESOINS

Les outils de conception de Keysight fournissent aux développeurs des méthodologies allant de la conception à la validation et jusqu'au test (Source: Keysight Technologies).



et via des essais d'immunité au rayonnement et à la conduction. Afin de respecter les mesures de certification de conformité, les outils de test devront eux-mêmes se conformer aux normes respectives.

Solutions pour le design et la simulation

Les outils de CAO électronique (Conception assistée par ordinateur) ainsi que les flots de conception EEsos de Keysight fonctionnent aussi bien au niveau système qu'à celui des composants ou de la couche physique pour permettre les simulations nécessaires à la conception efficace de dispositifs IoT (figure 3). SystemVue est un outil de conception électronique au niveau système qui permet aux architectes système et aux développeurs d'algorithmes d'essayer différentes approches pour implémenter la couche PHY des systèmes de communication sans fil. Ce logiciel comprend des outils de mesure virtuels pour prédire les performances système.

Advanced Design System (ADS) permet la co-conception de circuits intégrés, de cartes et de boîtiers. Ainsi les circuits conçus dans différentes technologies peuvent être simulés à la fois au niveau du circuit lui-même et au niveau électromagnétique en 3D. L'outil permet d'accéder à des solveurs

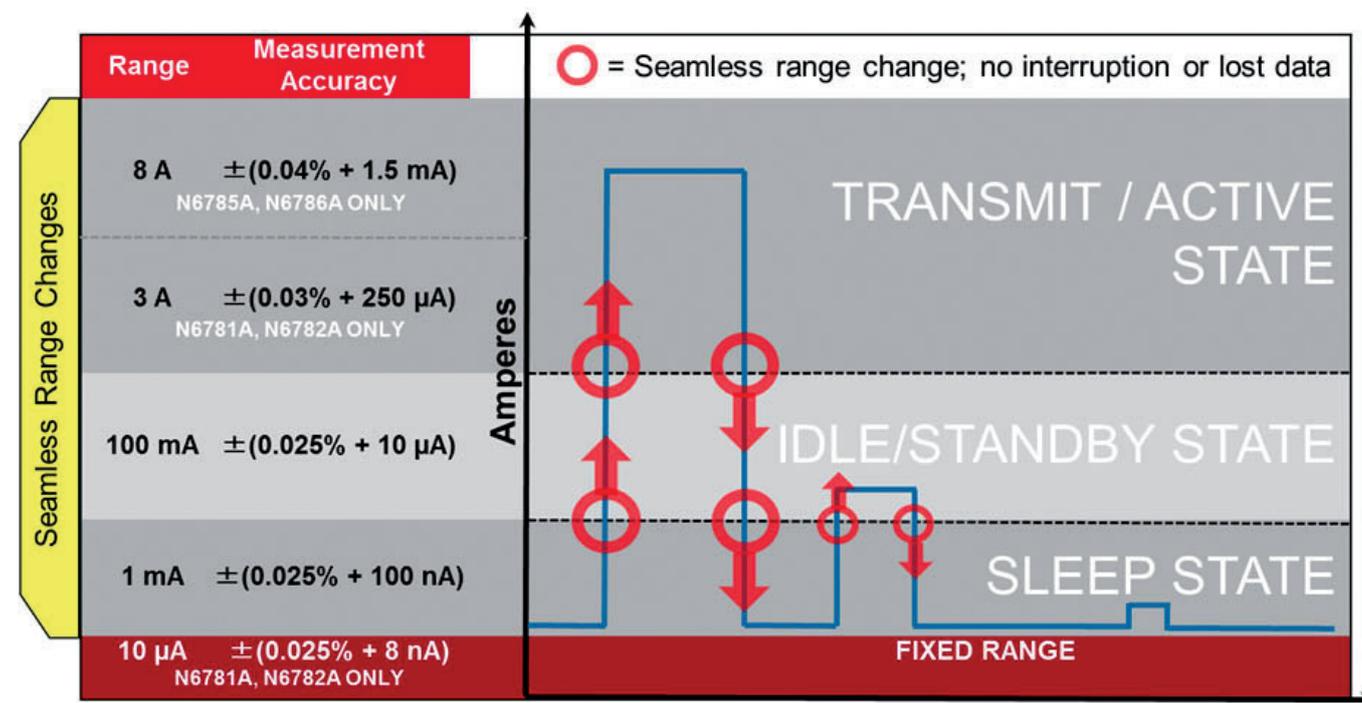
que la bande de fréquence radio ISM qui est utilisable sans licence et qui est de plus en plus encombrée. Les concepteurs doivent donc veiller à ce que leurs implémentations puissent fonctionner efficacement dans des environnements électromagnétiques denses, tout en répondant aux normes réseau et aux exigences

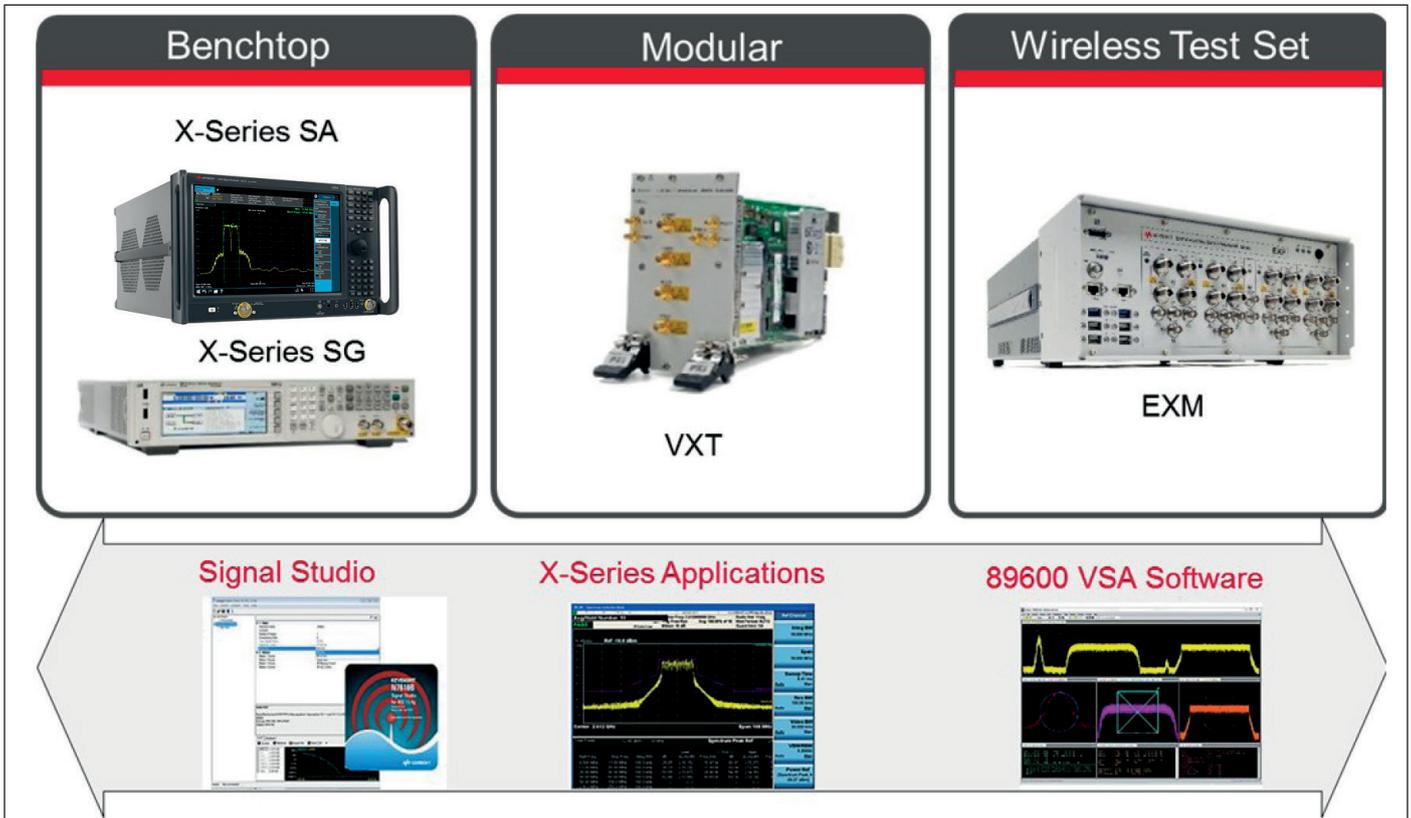
réglementaires afin qu'elles ne causent pas d'interférences dans le même canal de communication (interférence co-canal) ou dans un canal adjacent.

Il faudra également vérifier la compatibilité électromagnétique des dispositifs IoT, via des tests d'émissions par rayonnement et par conduction

4 UN CHANGEMENT DE GAMME DE MESURE TRANSPARENT POUR L'UTILISATEUR

Transparent pour l'utilisateur, le changement de gamme de mesure permet aux SMU (Source Measurement Unit) de Keysight de suivre le niveau du signal dynamique en temps réel en utilisant constamment la meilleure plage de mesure.





de champs 3D planaires et de champs 3D pleine onde ainsi qu'à une analyse électrothermique. Il dispose également d'un moteur d'optimisation temps réel et de bibliothèques pour les plus récentes normes de communication sans fil. L'analyse d'intégrité du signal (SI) est supportée par des simulateurs de paramètres AC et S, qui calculent le bruit généré par chaque élément d'un circuit, puis déterminent comment il affecte le réseau. ADS propose également SIPro, pour la caractérisation électromagnétique de liaisons à haut débit sur des PCB denses, et PIPro pour analyser la perte IR DC, l'impédance AC et la résonance du plan d'alimentation.

Les technologies de simulation électromagnétique (EM) couvrent la méthode des moments, l'analyse FEM et l'analyse temporelle FDTD. Ces moteurs peuvent être utilisés pour analyser les effets de couplage et parasites dans les PCB multicouches, les structures 3D telles que les boîtiers, les fils de liaison et les connecteurs, les antennes, ainsi que pour analyser les EMI/EMC, la section transversale radar et les applications biomédicales.

Il existe également GoldenGate, un outil de conception pour les circuits intégrés RF à signaux mixtes qui relie la conception et l'analyse aux niveaux système, sous-système et

composant dans un environnement de conception intégré pour les dispositifs IoT.

Quelques solutions pour la mesure

Pour l'analyse du courant de décharge d'une batterie, Keysight offre les unités de mesure de source à deux quadrants N6781A et N6786A (SMU), qui couvrent de manière transparente un spectre de sept décades pour la mesure de signaux dynamiques de décharge de courant. Ils peuvent également émuler des batteries réelles, et incluent des ampèremètres et des voltmètres à charge nulle pour les tests de dégradation (figure 4).

Keysight propose aussi des outils de mesure d'intégrité du signal et d'intégrité de puissance qui peuvent contribuer à valider les résultats de simulation. L'ENA Option TDR traite les tests d'interconnexion, les oscilloscopes Infiniium peuvent tester les émetteurs et les solutions de Bit Error Ratio Test (BERT) peuvent être utilisées pour les tests des récepteurs.

Pour tout développement de dispositifs IoT intégrant des interfaces sans fil, Keysight offre différentes alternatives évolutives via des mises à jour logicielles comme des testeurs sur banc d'essai, des testeurs au format modulaire ou des testeurs intégrés. Ces solu-

• Une approche commune permet des mesures cohérentes du laboratoire de test jusqu'à l'usine de fabrication.

tions partagent une approche de mesure commune et assure un schéma cohérent et comparable sur le cycle de vie, de la R&D à la fabrication. Le logiciel Signal Studio de Keysight permet par ailleurs la création de formes d'onde personnalisées ou conformes aux normes tandis que les applications de mesure des analyseurs de spectre Série X permettent l'analyse rapide des différents formats IoT sans fil (photo ci-dessus). A noter également que le logiciel 89600 VSA assure une analyse détaillée des modulations numériques.

Keysight dispose également d'un équipement dédié comme l'analyseur de spectre d'entrée de gamme N9320B/N9322C pour tester des dispositifs ou modules Bluetooth et ZigBee peu coûteux. D'autre part, le système de test de conformité T3111S RIDER NFC permet le test des dispositifs NFC, EMV et ISO. Enfin, les problèmes d'EMI et d'EMC imposent une gestion attentive telle que le respect des normes EMC CISPR, FCC Part 15 et MIL-STD-461G. Dans ce cadre, le logiciel EDA EMPro de Keysight permet la simulation d'émissions rayonnées par des conceptions de circuit. Keysight propose également des outils de test en préconformité pour de nouvelles conceptions grâce aux analyseurs de spectre Série X et l'application N/W6141A pour la mesure EMI. ■