

Tests de signalisation sur les appareils WLAN 802.11ax

Au cours de la production, le calibrage et le contrôle des émetteurs et récepteurs d'un produit WLAN sont effectués en mode de non-signalisation. En revanche, dans le cadre du développement et de l'assurance qualité, les mesures avec signalisation sont impératives. Ces dernières sont désormais également réalisables dans le cadre de la nouvelle norme IEEE 802.11ax.

En mode de non-signalisation, l'objet sous test est commandé à distance via une connexion filaire électrique. Dans ce mode de fonctionnement particulier, l'étalonnage et le contrôle des émetteurs et des récepteurs sont réalisés en temps optimisé. L'appareil de mesure utilisé (testeur de communications radio R&S®CMW100, par exemple) doit, pour cela, être équipé d'un générateur de signaux et d'un analyseur. Cette méthode de mesure et de test en temps optimisé présente toutefois quelques limites : nécessité d'un programme de commande à distance personnalisé pour chaque jeu de puces à tester, disponibilité d'une interface de télécommande câblée, ou encore réalisation du test dans des conditions opérationnelles non réelles. L'appareil risque alors d'adopter par la suite un comportement différent en mode de fonctionnement normal. Ce risque peut être limité en testant au préalable le composant radio WLAN en mode signalisation au cours des phases de développement et d'assurance qualité. L'appareil de mesure émule alors un point d'accès (AP, Access Point) ou une station WLAN (STA) auquel l'objet sous test se connecte comme il le ferait dans des conditions opérationnelles normales. Le contact est généralement établi au moyen d'un câble coaxial via le raccord d'antenne. La signalisation conforme à la norme permet de placer l'objet sous test dans n'importe quel état de fonctionnement nécessaire aux mesures. Quelques exemples typiques :

- Contrôle de la qualité du récepteur à partir d'une mesure PER (Packet Error Rate)
- Détermination des propriétés RF de l'émetteur, avec mesure de la puissance d'émission et analyse de la précision de modulation (EVM)
- Mesures de performances (débit de données)
- Analyses de protocole [1].

Les mesures de ce type étaient déjà nécessaires pour les anciennes normes WLAN. La toute dernière version selon IEEE 802.11ax introduit plusieurs nouvelles techniques impliquant des exigences de test supplémentaires [2], qui ne peuvent être satisfaites que grâce à un testeur flexible et apte à la signalisation (R&S®CMW270 ou R&S®CMW500, par exemple).

La méthode d'accès aux canaux CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) utilisée jusqu'à la norme 802.11ac constitue l'un des points faibles du WLAN. La présente méthode vise à garantir un fonctionnement exempt d'interférences de plusieurs stations WLAN avec un point d'accès en n'autorisant qu'une seule station à émettre à la fois. L'émission d'une station n'est possible qu'en cas d'inoccupation prolongée du canal. Ce processus est également appelé « Listen before talk » (LBT). Toutefois, la transmission reste susceptible d'entrer en collision avec celle d'une autre station en attente qui considère le canal comme libre. La collision entraîne une perte de données et nécessite un renouvellement de la procédure et une nouvelle transmission. Plus les stations WLAN impliquées sont nombreuses, plus les temps d'attente augmentent rapidement et plus l'efficacité du canal radio disponible diminue. Désormais prise en charge par la norme 802.11ax dédiée aux WLAN, la technologie OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access) apporte une amélioration significative. La largeur de bande disponible est ainsi divisée en unités de ressource (RU, Resource Unit) que le point d'accès affecte de manière dynamique et à la demande aux stations qui lui sont attribuées (Fig. 1).

En plus des RU, le point d'accès indique également à la station la modulation à utiliser (schéma de modulation et de codage, MCS). Pour la première fois avec le WLAN, les appareils de mesure utilisés comme point d'accès peuvent ainsi limiter la mesure de l'émetteur d'une station WLAN à un MCS donné en mode de signalisation.

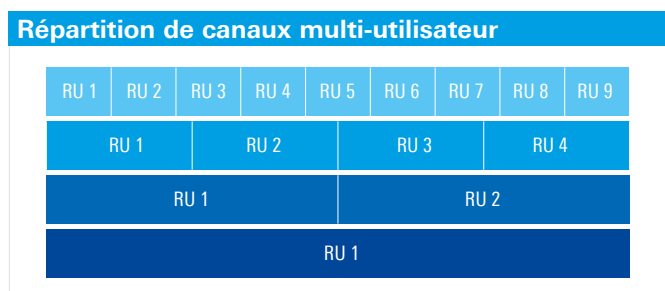


Fig. 1 : En mode multi-utilisateur, un canal de 20 MHz par exemple est divisé en unités de ressource (RU) combinables dans différentes tailles.

Synchronisation OFDMA en liaison montante

La synchronisation temporelle est l'une des conditions nécessaires au bon fonctionnement en parallèle de plusieurs stations WLAN ax. Toutes les stations doivent commencer à émettre dans un délai de $\pm 0,4 \mu\text{s}$, déclenché par le point d'accès (Fig. 2). Le respect de cette tolérance doit être attesté par un contrôle métrologique.

Erreur de tonalité inutilisée

Afin de minimiser les interférences réciproques en cas de fonctionnement en parallèle de plusieurs stations, l'IEEE a défini des limites supérieures pour l'émission de parasites dans le spectre contigu. Comme pour la mesure ACLR (Adjacent Channel Leakage Ratio) utilisée pour les technologies cellulaires, le respect de ces valeurs limites doit désormais être contrôlé à l'aide d'une mesure d'erreur de tonalité inutilisée, ou « Unused Tone Error ».

Contrôle de puissance dynamique

Le contrôle de puissance dynamique est une autre nouveauté de la norme 802.11ax. Des différences d'intensité de champ excessives entre les différentes stations au niveau de l'antenne de réception du point d'accès limiteraient le fonctionnement OFDMA. Les stations préviennent ce problème en adaptant leur puissance d'émission de manière que tous les signaux parviennent au point d'accès avec une intensité de champ à peu près équivalente. Le point d'accès indique alors sa puissance émise aux stations, lesquelles effectuent ensuite une mesure de l'intensité du champ de réception (RSSI, Receiver Signal Strength Indication). Le résultat permet à chaque station de déduire l'atténuation du chemin sur la liaison vers le point d'accès. Le point d'accès communique en outre à toutes les stations le RSSI cible souhaité sur son antenne de réception. Les stations envoient alors leurs paquets de données avec l'intensité souhaitée ainsi que l'atténuation de chemin calculée. En cas d'émission de plusieurs stations en mode parallèle vers le point d'accès, leur puissance d'émission est continuellement adaptée aux conditions ambiantes.

Si les stations WLAN émettaient jusqu'ici généralement de manière statique avec la puissance maximale autorisée pour leur pays, la norme 802.11ax augmente sensiblement la plage de niveau d'émission, ce qui ne va pas sans conséquences pour l'étalonnage de la puissance d'émission en production.

En plus d'augmenter la plage dynamique du niveau d'émission, la technologie WLAN 11ax se montre, selon qu'il s'agit d'un appareil économique ou haut de gamme (la norme distingue deux classes de qualité, A et B), plus exigeante en termes de précision de la puissance d'émission et de la mesure RSSI.

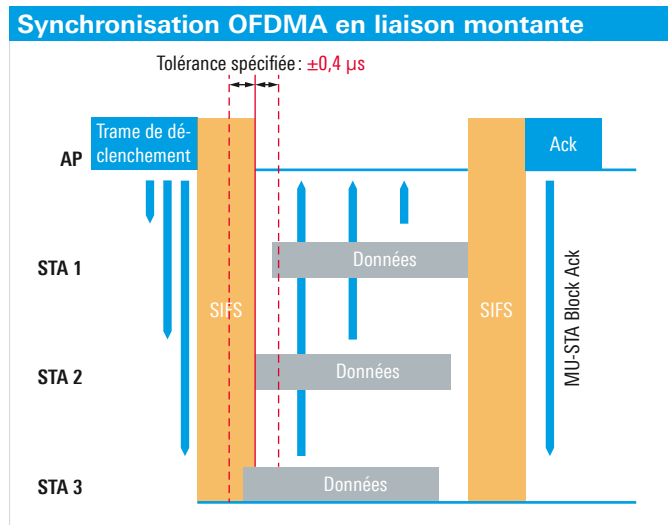


Fig. 2 : Toutes les stations doivent simultanément envoyer leurs paquets de données au point d'accès dans un laps de temps de $0,4 \mu\text{s}$ après le signal de déclenchement de ce dernier.

Nouvelle solution de test pour 802.11ax

Lors du contrôle des fonctions WLAN introduites par 802.11ax, les développeurs sont confrontés à des tests et des mesures dont la réalisation correcte est impossible en mode de non-signalisation. Un testeur qui configure l'objet sous test via la signalisation est nécessaire. L'option logicielle R&S®CMW-KS657 permet à un R&S®CMW270 ou un R&S®CMW500 d'émuler un point d'accès 802.11ax jusqu'à une largeur de bande de 80 MHz en mode SISO, et de tester une station dans tous les modes de fonctionnement – mono-utilisateur ou multi-utilisateur. En plus des « spécialités » propres à la technologie 11ax, tous les tests WLAN mis en œuvre jusqu'ici sont bien entendu également pris en charge. L'analyseur de messages R&S®CMWmars permet, par ailleurs, d'enregistrer et de suivre en temps réel tous les messages de protocole échangés entre le testeur et l'objet sous test.

L'utilisation de la norme 802.11ax va tout particulièrement renforcer l'efficacité dans les lieux à forte densité d'utilisateurs WLAN (aéroports, salons, stades et centres commerciaux par exemple). Cet avantage décisif devrait considérablement accélérer l'adoption de la nouvelle norme et écrire un nouveau chapitre de l'histoire à succès de la technologie WLAN.

Thomas A. Kneidel

Références

- [1] Thomas A. Kneidel: Signalisation WLAN avec les testeurs R&S®CMW270/ R&S®CMW500. ACTUALITÉS (2011) N° 204, pp. 6–8.
- [2] Dr. Michael Simon: La norme WLAN 802.11ax accélère la communication dans les scénarios multi-utilisateurs. ACTUALITÉS (2017) N° 217, pp 24–29.