

focus

Edition 35

Vers la 5G

4 L'évolution des réseaux cellulaires

14 Les défis de l'ingénierie de la 5G

22 L'avenir s'écrit en 5G

Focus, le magazine trimestriel d'Avnet Abacus, est composé d'articles de fond consacrés aux technologies, aux nouvelles tendances et aux nouveaux produits, d'actualités émanant de la communauté Avnet et d'entretiens avec des leaders de l'industrie.

Avnet Abacus est un distributeur paneuropéen qui s'engage à accompagner ses clients de la conception à la réalisation de leurs projets. Notre offre de premier plan représente des fabricants reconnus dans le monde entier et propose un portefeuille de produits complet : solutions d'interconnexion, composants passifs et électromécaniques, alimentations, stockage d'énergie, capteurs et produits de communications sans fil.

Articles

L'évolution des réseaux cellulaires	4
Les défis de l'ingénierie de la 5G	14
L'avenir s'écrit en 5G	22

Les solutions de nos fournisseurs

Connecteurs haute fréquence et communications 5G, par Cinch	10
L'écosystème 5G de TE Connectivity	13
L'Ethernet automobile et la 5G au service de la conduite autonome	20

Connecteurs

Amphenol ICC Octis™ – Un système d'E/S haute fiabilité pour applications en extérieur	9
Interconnexions RF sans fil hyperfréquences Amphenol SV	9
Interconnexions haute performance Samtec pour relever les défis de conception de la 5G	12
Connecteurs Hirose DF40 carte à FPC au pas de 0,4 mm	19

Composants électromécaniques

Omron G6K : des relais haute fréquence miniatures pour montage en surface	27
---	----

Composants passifs

Thermistances Murata pour réseaux 5G	28
L'avenir de la 5G avec Bourns	28

Solutions sans fil et composants de puissance

Modules Bluetooth® basse consommation de Panasonic	26
Modules d'alimentation TDK μPOL™ FS1406	30

Pour toute question ou commentaire concernant les technologies présentées dans cette édition de Focus, ou pour contacter l'un de nos experts techniques :

avnet-abacus.eu/ask-an-expert

Rédacteur en chef : Elinor Gorvett
Conception : Media Ace
Impressions : Image Evolution

Suivez l'actualité des produits, des technologies et de l'évolution industrielle sur les réseaux sociaux



À chaque nouvelle génération, l'univers de la connectivité mobile a bénéficié d'avancées significatives dans le domaine des réseaux et des technologies cellulaires. Ce 35e numéro du magazine Focus revient sur le chemin parcouru depuis l'émergence au Japon des communications cellulaires analogiques de première génération (1G) jusqu'au potentiel de la 5G et à la façon dont cette technologie va révolutionner le monde des communications.

Dans notre premier article consacré à l'évolution des réseaux cellulaires, Martin Keenan, directeur technique d'Avnet Abacus, passe en revue l'évolution des réseaux cellulaires et fait le point sur les différences qui caractérisent la cinquième génération, ainsi que les nombreux avantages attendus sur le plan économique.

Mathias Goebel, responsable des relations avec les fournisseurs d'Avnet Abacus pour l'Europe, explore les principaux composants qui sous-tendent les performances des réseaux, ainsi que les investissements majeurs qui devront être consacrés aux infrastructures pour que la 5G exprime tout son potentiel. Il s'intéresse également à l'importance de l'intégrité et de la sécurité, ainsi qu'aux défis de la densification des réseaux.

Enfin, Adam Chidley, responsable du marketing Produits pour l'Europe, pense à l'avenir de la 5G, notamment aux capacités définies des réseaux de cinquième génération et aux applications émergentes. Nous tablons d'ores et déjà sur le fort potentiel des innovations technologiques et leurs nombreux avantages, notamment dans les domaines de la téléchirurgie ou des véhicules autonomes.

La 5G n'est pas une nouvelle mouture perfectionnée de la 4G : c'est une avancée considérable vers la réduction des temps de latence qui nécessite de nouveaux équipements. Les analystes sont convaincus que la 5G sera le prochain moteur de la croissance économique mondiale. Pour sa part, Avnet Abacus est prêt pour la révolution 5G et dispose des meilleurs atouts pour jouer un rôle majeur dans le succès de cet avenir connecté.



Rudy Van Parijs,
Président, Avnet Abacus

focus

A stylized, handwritten signature in white ink, likely belonging to Martin Keenan, the technical director mentioned in the text.

L'évolution des réseaux cellulaires

« L'adoption de la 5G devrait être plus rapide que celle des générations cellulaires précédentes. Elle suscite de très fortes attentes en termes d'impact futur sur l'économie mondiale. »

Depuis le lancement des premiers services 5G par Verizon et AT&T aux États-Unis, des réseaux 5G ont été déployés dans 17 autres pays. La Corée du Sud, le Royaume-Uni, l'Allemagne et les États-Unis sont dans le peloton de tête, suivis de près par la Chine.

Alors que les analystes tablent sur 2,7 milliards de connexions 5G d'ici à 2025 (figure 1), l'adoption de la 5G devrait être plus rapide que celle des générations cellulaires précédentes. Elle suscite de très fortes attentes en termes d'impact futur sur l'économie mondiale.

Dans cet article consacré à l'évolution des réseaux cellulaires, nous allons brièvement revenir sur les réseaux de précédentes générations, avant de voir en quoi la 5G est différente et de passer en revue les nombreux bénéfices attendus sur le plan économique.

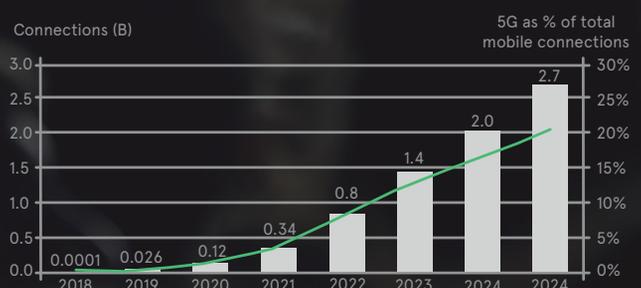


Figure 1 - Prévisions de croissance du nombre de connexions 5G dans le monde (Source : CCS Insight)

Martin Keenan,

Technical Director,
Avnet Abacus



Retour sur les générations

Depuis son apparition à la fin des années 70, la technologie des réseaux cellulaires a considérablement évolué, les générations successives (2G à 4G) marquant des étapes cruciales dans l'essor de la connectivité mobile (figure 2).

Première génération

S'ils ne portaient alors pas encore la dénomination 1G, les réseaux mobiles de première génération ont fait leur apparition au Japon en 1979, avant d'être déployés dans d'autres pays : aux États-Unis en 1980 et au Royaume-Uni en 1985. Basés sur la technologie analogique AMPS (Advanced Mobile Phone System) qui utilisait la modulation

d'accès multiple par répartition en fréquence (FDMA), les réseaux 1G offraient une bande passante de 30 kHz par canal et un débit de 2,4 kbits/s. Ils permettaient uniquement de téléphoner, souffraient de problèmes de fiabilité et d'interférences entre signaux, et étaient mal protégés contre les pirates informatiques.

Deuxième génération (2G)

Malgré ses défauts, le réseau 1G a perduré jusqu'en 1991 et l'introduction des réseaux 2G. Utilisant la technologie de signalisation numérique GSM (Global System for Mobile Communication) qui a permis d'accroître la sécurité et la capacité disponibles, les réseaux 2G affichaient une bande passante de 30 à 200 kHz et permettaient d'envoyer des SMS et des MMS à un débit toutefois modeste (jusqu'à 64 kbit/s). L'amélioration continue de la technologie GSM a abouti au lancement de la « 2,5G », qui intègre la commutation par paquets sous la forme du service GPRS (General Packet Radio Service), ainsi que la technologie EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution). Avec la 2,5G, le débit a atteint 144 kbit/s, ce qui permet d'envoyer et de recevoir des messages électroniques et de naviguer sur Internet.

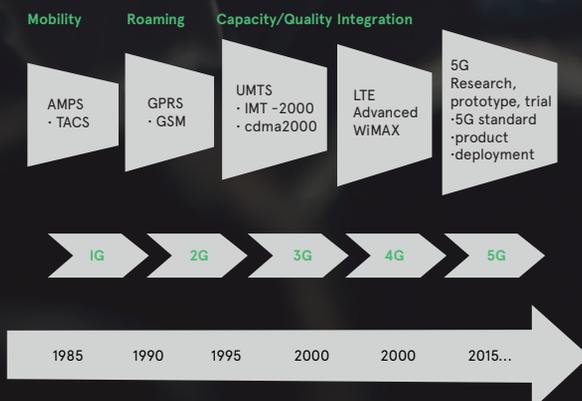


Figure 2 : Chronologie de l'évolution des réseaux cellulaires
(Source : www.researchgate.net/figure/Mobile-Cellular-Network-Evolution-Timeline_fig1_263657708)

L'évolution des réseaux cellulaires

Troisième génération (3G)

L'arrivée en l'an 2000 de la 3G – alias UMTS en Europe et CDMA2000 aux États-Unis – a amorcé un changement radical dans la façon dont les téléphones portables sont considérés et utilisés, leur propriétaire s'intéressant moins à leurs fonctions téléphoniques qu'à leurs possibilités de connectivité sociale. Également basée sur le protocole GSM, la 3G avait pour principal objectif de prendre en charge les échanges de données à haut débit avec, dans un premier temps, des débits pouvant atteindre 14 Mbit/s. Capable de transmettre de plus grandes quantités de données à des débits supérieurs, la 3G a permis aux utilisateurs de passer des appels vidéo, de surfer sur Internet, de partager des fichiers, de jouer en ligne et même de regarder la télévision ! Alors que 6 à 9 minutes environ étaient nécessaires à la 2G pour télécharger une chanson de 3 minutes au format MP3, un délai compris entre 11 et 90 secondes suffisait avec la 3G. Aujourd'hui, la 3G est essentiellement utilisée comme protocole de repli en l'absence de couverture 4G.

Quatrième génération (4G)

L'introduction de la 4G a réellement inauguré l'ère du smartphone et des terminaux mobiles portables. La 4G est en effet la première génération à utiliser la technologie LTE (Long-Term Evolution) pour atteindre des vitesses de téléchargement théoriques comprises entre 10 Mbit/s et 1 Gbit/s, avec à la clé une latence réduite (moins de mise en mémoire tampon), une meilleure qualité vocale, des services de messagerie instantanée et l'accès aux réseaux sociaux, un streaming de qualité et des débits de téléchargement supérieurs. La 4G est également le premier réseau mobile basé sur le protocole IP, traitant la voix comme un service parmi d'autres. En outre, cette technologie a été développée

pour répondre aux exigences de qualité de service (QoS) et de débits que requièrent des applications telles que l'accès sans fil à large bande, les messages multimédias (MMS), le chat vidéo, la télévision mobile, les contenus HDTV ou la diffusion vidéo numérique (DVB).

Mais malgré la période relativement brève écoulée depuis leur apparition, les réseaux 4G peinent déjà à répondre aux exigences des utilisateurs. Portée par des technologies émergentes telles que la réalité augmentée (RA), les véhicules autonomes ou la croissance exponentielle de l'Internet des objets (IoT), la demande mondiale de bande passante mobile progresse à un rythme explosif. Le géant du secteur, Ericsson, prévoit que le trafic mondial de données mobiles va progresser au taux de croissance annuel composé (CAGR) de 39 % d'ici à 2023, ce qui représente 107 exaoctets (Eo) par mois. Gourmandes en bande passante, les applications émergentes requièrent également des débits plus élevés et des temps de latence plus brefs. Le nombre croissant d'appareils connectés à l'Internet des objets accroît sans cesse le nombre de connexions, lequel devrait franchir le cap des 29 milliards d'ici à 2022, selon Ericsson.

Ayant compris que la saturation des réseaux 4G/LTE était proche, l'Union internationale des télécommunications (UIT) a défini, en 2015, le cahier des charges de la 5G.

La révolution 5G

Réunies dans le document référencé UIT-R IMT-2020 (5G), les spécifications de l'UIT pour la 5G sont résumées à la figure 3. Ces spécifications ambitieuses marquent un tournant par rapport à la 4G et entendent répondre aux exigences des applications émergentes décrites ci-dessus : les débits allant jusqu'à 10 Gbit/s (soit 100 fois supérieurs aux réseaux 4G) visent à étancher la soif croissante en bande passante ; des temps de latence de 1 ms (au lieu de 30 à 50 ms pour la 4G) assureront une réactivité en temps quasi réel ; et les densités de connexion de 1 000 appareils au kilomètre carré (soit 100 fois plus que la 4G) prendront en charge le nombre croissant de terminaux et de capteurs raccordés à l'Internet des objets.

« La téléphonie mobile a vu le jour il y a tout juste une quarantaine d'années ; au cours de cette période, les capacités des réseaux cellulaires ont évolué à un rythme qui a favorisé à la fois le changement social et l'innovation aux quatre coins du monde. »

L'évolution des réseaux cellulaires

La technologie 5G NSA permet de fournir des services 5G en utilisant l'actuelle infrastructure LTE. Le débit des macrocellules existantes peut être accru en ajoutant des couches MIMO (Multiple Inputs/Multiple Outputs), tandis que les opérateurs peuvent utiliser le spectre existant dans le « point d'équilibre » MIMO, c'est-à-dire autour de 3,5 GHz, pour offrir des performances essentiellement adaptées au grand public et des services plus rapides sur les nouveaux appareils 5G.

La version 15 comprend également les spécifications de la technologie 5G NR autonome SA (StandAlone) tandis que la version 16, qui devrait être achevée début 2020, couvre les spécifications de la technologie en ondes millimétriques mmWave, en fonction des décisions d'attribution du spectre de fréquences prises à la suite de la Conférence mondiale des radiocommunications (CMR) de l'UIT d'octobre 2019.

L'examen des annonces de lancement de la 5G (Tableau 1) confirme que l'approche NSA est plébiscitée par de nombreux opérateurs à travers le monde, à l'exception notable d'AT&T et de Verizon qui utilisent leurs propres licences mmWave pour fournir des services d'accès fixe sans fil (FWA – Fixed Wireless Access) à leurs abonnés.

La 5G est sur le point de changer la façon dont nous vivons

La téléphonie mobile a vu le jour il y a une quarantaine d'années ; au cours de cette période, les capacités des réseaux cellulaires ont évolué à un rythme qui a favorisé à la fois l'innovation et le changement social aux quatre coins du monde. Les capacités des réseaux 3G, puis 4G, ont été développées pour

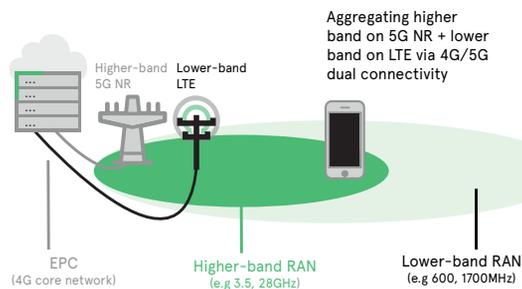


Figure 5 : 5G NR NSA non autonome
(Source : Qualcomm)

répondre aux attentes d'un Internet mobile, faisant du smartphone et de la tablette des accessoires indispensables de notre quotidien. Toutefois, l'essor inexorable de l'Internet des objets et les exigences d'applications émergentes telles que la réalité augmentée, l'intelligence artificielle ou les voitures autonomes, ont poussé les capacités des réseaux 4G à leurs limites, aboutissant au développement de la prochaine génération de réseaux cellulaires, la 5G.

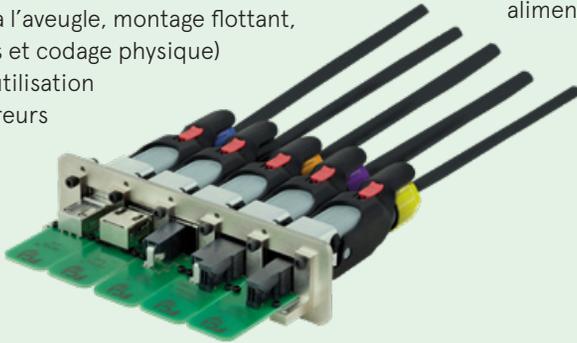
Alors que les réseaux 3G et 4G étaient centrés sur la téléphonie, la transmission des données et le smartphone, la 5G va beaucoup plus loin en rendant possible l'interconnexion de milliards d'appareils de toutes sortes. Davantage qu'un moyen de communications sans fil plus rapide, la 5G promet de transformer les actuels processus grand public, professionnels et industriels en libérant de nouvelles possibilités de productivité et d'innovation, et en stimulant la prochaine vague de croissance économique mondiale. Le déploiement de la 5G ne fait que débuter, mais dans la mesure où les opérateurs sont prêts à investir dans l'infrastructure nécessaire pour exploiter toute la puissance de la 5G, l'économie mondiale se trouve aujourd'hui à l'aube d'une nouvelle vague de croissance.

OPÉRATEUR	FRÉQUENCES	SERVICES
AT&T	39 GHz	Haut débit domestique
Verizon	28/39 GHz	Haut débit domestique
T-Mobile (USA)	600 MHz	Grand public, combinés téléphoniques, tablettes, etc.
EE	3,4 GHz	Grand public, combinés téléphoniques, tablettes, etc.
Vodafone	3,4 GHz	Grand public, combinés téléphoniques, tablettes, etc.
China Unicom	3,5 – 3,6 GHz	Grand public, combinés téléphoniques, tablettes, etc.
Corée du Sud (les 3 opérateurs)	3,5 GHz	Grand public, combinés téléphoniques, tablettes, etc.

Tableau 1 - Plannings de lancement de la 5G des principaux opérateurs

Amphenol ICC Octis™ – Un système d'entrée/sortie haute fiabilité pour applications en extérieur

Réunissant plusieurs interfaces standard, le système d'entrée/sortie (E/S) polyvalent OCTIS™ se caractérise par la transmission de signaux et de puissance à haut débit, une protection contre la foudre, un blindage contre les interférences électromagnétiques (EMI) et une grande facilité d'installation qui convient aux environnements extérieurs, compacts et difficiles. Grâce à son dispositif de protection contre la foudre, à ses caractéristiques de blindage EMI et à sa conception robuste et résistante aux intempéries, ce système de connexion est idéalement adapté aux applications utilisées dans les environnements les plus austères. Ses principales caractéristiques (raccordement à l'aveugle, montage flottant, codage couleurs et codage physique) simplifient son utilisation et évitent les erreurs d'enfichage.



Amphenol ICC

CARACTÉRISTIQUES ET APPLICATIONS

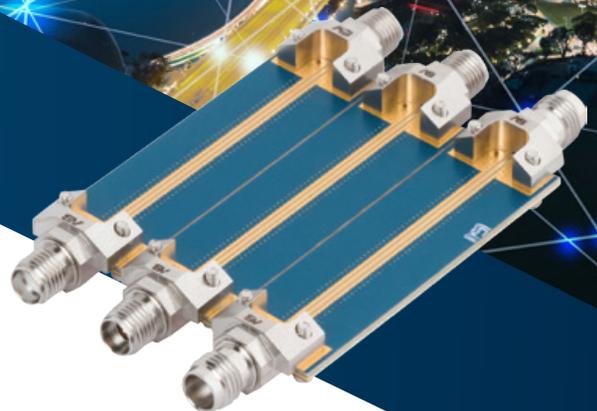
- assemblage de câbles avec installation sur site ou certifié en usine
- utilisation d'interfaces compactes standard pour une plus grande densité port à port. Cette fonction convient idéalement aux applications extérieures : petites cellules, macrocellules, radios intelligentes et tête radio déportée (RRU/RRH)
- convient à de nombreuses applications avec des interfaces de connecteur standard : SFP/SFP+, QSFP, signal, PoE (alimentation sur Ethernet), MDR26, alimentation, hybride alimentation/signal et RJ45

Pour plus d'informations :
avnet-abacus.eu/amphenol-icc

Amphenol ICC



SV MICROWAVE



5G Wireless RF Interconnects

Pour plus d'information :
avnet-abacus.eu/amphenol-sv-microwave

- Industry leading extreme frequencies (DC - 100 GHz)
- Millimeter wave connectors & cable assemblies
- When precision is key, #ConnectwithSV!

Connecteurs haute fréquence et communications 5G, par Cinch

Tandis que le déploiement mondial de la 5G monte en puissance, de nouveaux produits sont annoncés chaque jour d'un bout à l'autre de la chaîne de valeur de l'industrie et les opérateurs de réseau ne ménagent pas leurs efforts en proposant un large éventail de services, qu'il s'agisse d'abonnements grand public à haut débit, d'offres d'accès fixe sans fil (FWA) ou de réseaux en bande étroite pour l'Internet des objets (NB-IoT). Des fabricants comme Qualcomm lancent des modems 5G, les constructeurs d'équipements de test modernisent leur portefeuille de produits, et des entreprises telles que Huawei, Nokia ou Ericsson développent des infrastructures de réseau telles que les systèmes d'antennes avancés (AAA).

Dans tous ces domaines, les connecteurs électriques jouent un rôle-clé. Face à l'augmentation des bandes de fréquence 5G, la précision de leur conception devient un paramètre essentiel pour les performances des systèmes 5G, de leurs sous-systèmes ou de leurs composants. Acteur majeur de l'écosystème mobile, Cinch Connectivity-Johnson mesure les défis auxquels sont confrontés les concepteurs face à l'évolution des

technologies 5G. L'expérience acquise depuis 50 ans dans le domaine des technologies RF, à laquelle s'ajoute une solide connaissance des technologies mobiles, permet à Cinch d'adapter en permanence le portefeuille de produits Johnson aux exigences de la 5G. Faisons le point sur ces exigences et la façon dont Johnson réagit en lançant de nouveaux produits.

LES ONDES MILLIMÉTRIQUES (MMWAVE), CLÉ DES PERFORMANCES DU RÉSEAU 5G

Les trois principaux modes d'utilisation de la 5G (eMBB, mMTC et URLLC) correspondent à trois bandes de fréquences distinctes (Figure 1) ; toutefois, ce sont les fréquences les plus élevées, en particulier à partir de 30 GHz – appelées fréquences d'ondes millimétriques (mmWave) – qui font toute la différence sur le plan du débit et de la bande passante disponible.

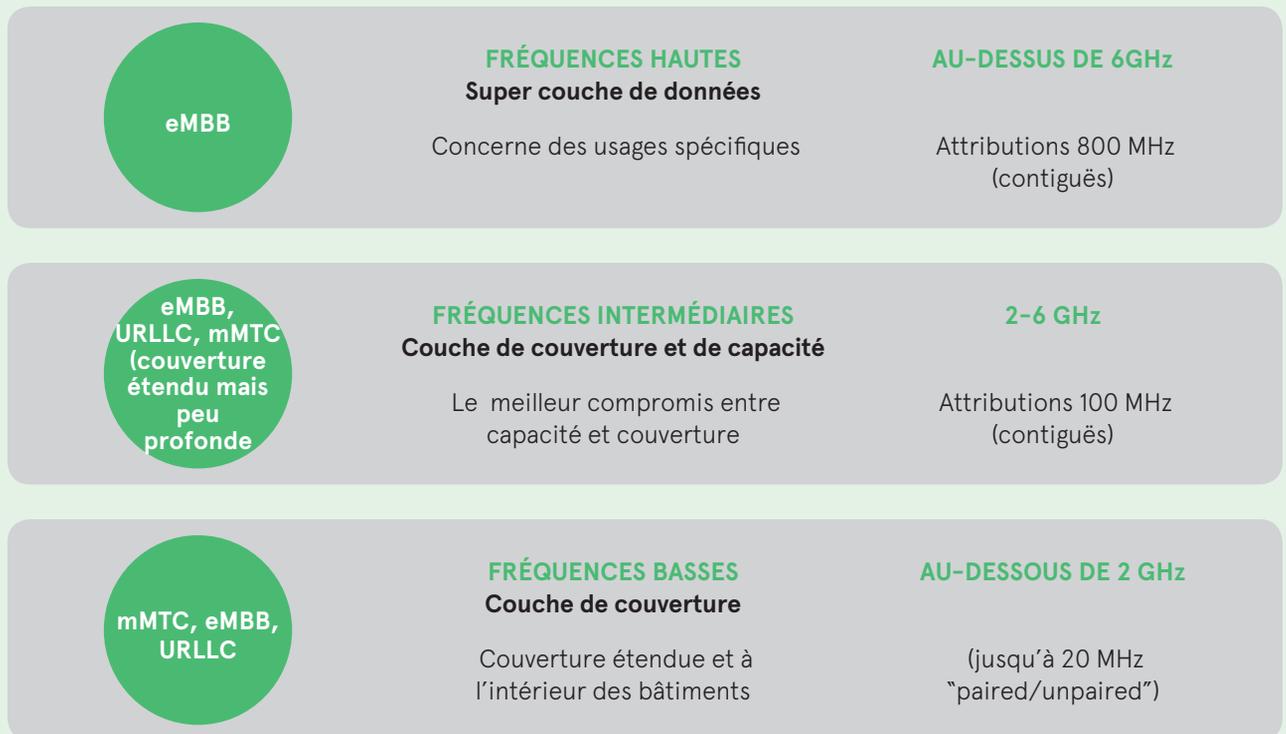


Figure 1: 5G spectrum bands allocated to 5G use cases (source Huawei.com)

Les caractéristiques de propagation du signal aux fréquences d'ondes millimétriques soulèvent un certain nombre de défis pour les concepteurs de réseaux 5G. Plusieurs techniques innovantes, parmi lesquelles le MIMO multi-utilisateurs (MU-MIMO), la formation de faisceaux et la densification des réseaux, ont été développées pour y répondre.

UN COMPOSANT DISCRET, MAIS ESSENTIEL

Par ailleurs, les caractéristiques de transmission des signaux en ondes millimétriques se traduisent par des exigences spécifiques au niveau des connecteurs électriques. À ces fréquences, les conducteurs deviennent effectivement des lignes de transmission, et les connecteurs RF doivent transférer de l'énergie électromagnétique d'une ligne à l'autre, tout en minimisant les pertes et les réflexions – ce qui fait de la précision un élément capital de leur conception.

Le design des connecteurs RF doit respecter certaines contraintes de géométrie, de dimensions et de transmission, tout en garantissant que leur impédance correspond à celle des autres éléments de la ligne de transmission. À mesure que la fréquence augmente, il devient de plus en plus difficile de maintenir la valeur d'impédance, et chacune des caractéristiques électriques, mécaniques (figure 2) et environnementales des connecteurs RF joue un rôle essentiel pour garantir le niveau de performances.

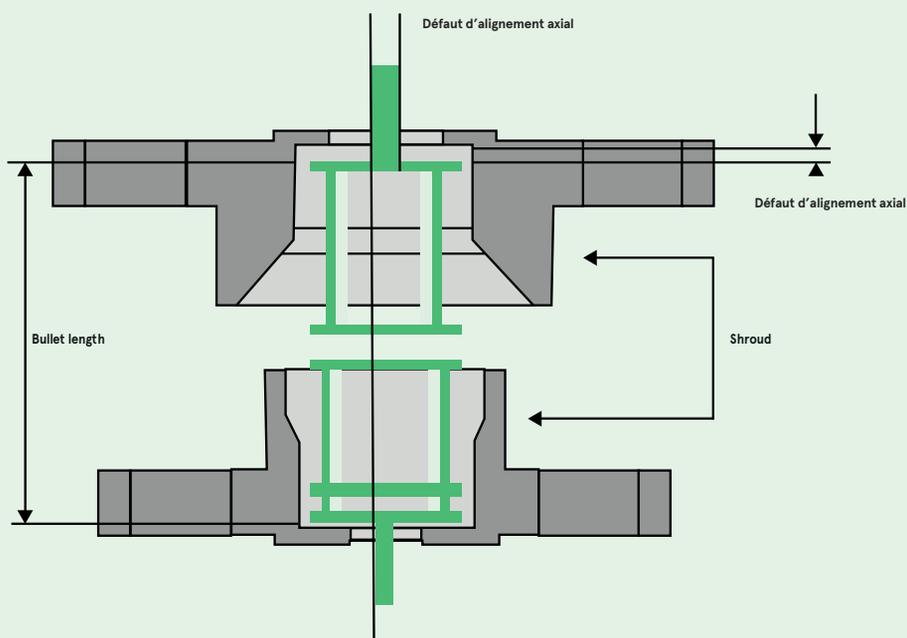


Figure 2 : Aux fréquences élevées, le moindre défaut d'alignement des connecteurs peut avoir des conséquences significatives sur les caractéristiques électriques

Johnson propose l'une des gammes de connecteurs RF les plus complètes du marché, et s'appuie sur ses ressources et l'expérience accumulée depuis plus de 50 ans pour développer et étendre son offre de produits afin de répondre à l'évolution des exigences de la 5G. Les connecteurs SMA (Sub-Miniature-Type A) 50 Ω de Johnson sont conçus pour fonctionner à des fréquences pouvant atteindre 26,5 GHz et sont disponibles en laiton ou en acier inoxydable avec diverses configurations possibles dont le montage sur carte PC (montage en surface et par trou traversant), montage de type « end launch », montage par bride sur cloison et câble.

En réaction à l'évolution des besoins du marché sous l'effet du déploiement de la 5G, Johnson a lancé plusieurs nouveaux produits fonctionnant à des fréquences plus élevées et de dimensions plus compactes :

- famille de connecteurs 2,92 mm jusqu'à 40 GHz
- famille de connecteurs 2,4 mm jusqu'à 50 GHz
- famille de connecteurs 1,85 mm jusqu'à 67 GHz
- extension de la famille SMP jusqu'à 40 GHz
- extension de la famille SMPM jusqu'à 65 GHz
- connecteurs 4 ports jumelés SMP à 40 GHz

Johnson dispose de centres de vente, de conception et de fabrication aux États-Unis et en Chine. Idéalement positionnée pour répondre aux exigences du marché émergent de la 5G, la société continue d'investir dans son portefeuille de produits afin de répondre aux besoins futurs des réseaux 5G.

Pour plus d'informations :

avnet-abacus.eu/cinch-connectivity-solutions

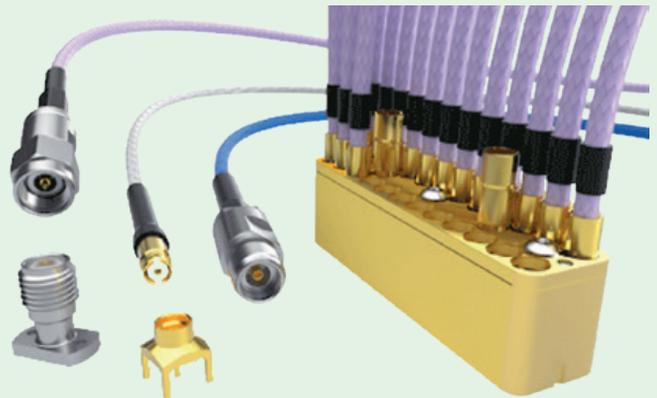
Samtec : des interconnexions de haute performance pour relever les défis de conception de la 5G

Samtec

Au cœur de tout appareil compatible 5G, le circuit intégré en silicium à ondes millimétriques a pour mission de transmettre et recevoir les données « des bits à l'antenne ». De façon générale, le processus de développement de systèmes 5G relie plusieurs cartes de développement de circuits intégrés numériques et chaînes de signal RF pour reproduire les applications finales.

Les essais des systèmes 5G de nouvelle génération doivent valider les solutions radio en ondes millimétriques (mmWave) et fonctionnant au-dessous de 6 GHz (sub-6GHz) compatibles avec les normes et standards définis par les gouvernements, l'industrie et les opérateurs.

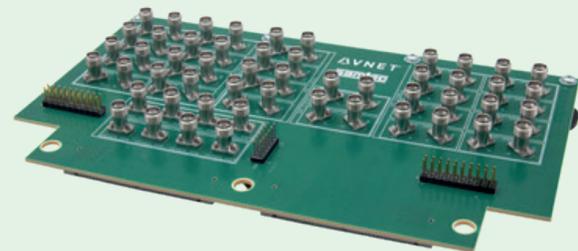
Alliant une vaste gamme de produits et une solide expertise en interconnexion de haute performance, Samtec facilite le prototypage de systèmes 5G et la connectivité entre les équipements de test et mesure.



INTERCONNEXIONS RF DE PRÉCISION

Pour répondre aux exigences de systèmes de plus en plus complexes et à des besoins en bande passante de plus en plus importants dans un encombrement toujours plus réduit, Samtec doit en permanence concevoir, développer et étendre son portefeuille d'interconnexions RF de précision.

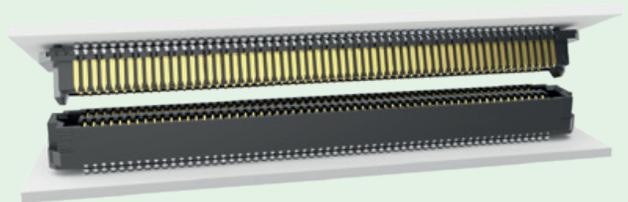
- conception, fabrication et assemblage de solutions RF
- connecteurs pour câbles, ensembles de câbles et connexions au niveau carte
- composants d'interconnexion jusqu'à 110 GHz
- ensembles de câbles complets jusqu'à 70 GHz
- intégration verticale pour un service client et une assistance de qualification de premier ordre



CARTE « BREAKOUT » DIFFÉRENTIELLE POUR SYSTÈME SUR PUCE RFSOC ZYNQ ULTRASCALE+

En tant que carte-fille destinée au kit d'évaluation RFSoc Zynq UltraScale+ ZCU111 de Xilinx, la carte « breakout » AES-LPA-502-G route les signaux de conversion analogique-numérique RF (CA/N-RF) et numérique-analogique RF (CN/A-RF) entre le système sur puce RFSoc et des équipements de test externes via l'interconnexion haute performance Samtec à des fréquences de porteuse supérieures ou égales à 20 GHz.

- intègre les connecteurs ultra-rapides et de faible épaisseur Samtec LP Array™ pour supports RFMC et cartes-filles
- huit convertisseurs N/A et huit convertisseurs A/N routés vers des connecteurs RF
- quatre paires d'horloges d'entrée externes pour les CA/N routés vers des connecteurs RF
- deux paires d'horloges d'entrée externes pour les CN/A routés vers des connecteurs RF
- utilise le connecteur SMA droit à montage par vis Samtec RSP-208784-01



CONNECTEURS MEZZANINE ACCELERATE® ULTRA-DENSES ET RAPIDES

De conception innovante, ce connecteur réunit des centaines d'entrées/sorties dans un encombrement réduit, tout en assurant une excellente intégrité du signal aux débits PAM4 de 56 Gbit/s.

- très haute densité, jusqu'à 400 entrées/sorties
- ultra-mince, 5 mm de large
- le brochage de conception « open pin field » assure une flexibilité maximale pour le routage et la mise à la terre
- compatible avec les applications PAM4 à 56 Gbit/s
- contacts Edge Rate® durcis conçus pour les hauts débits et les rapports cycliques élevés

samtec

Pour plus d'informations : avnet-abacus.eu/samtec

L'ÉCOSYSTÈME 5G

Selon les experts, plus de 75 milliards d'objets et appareils seront connectés d'ici à 2025, la plupart utilisant des réseaux sans fil. Il est évident que la 4G ne sera pas capable de suivre le rythme. TE Connectivity permet d'atteindre le prochain palier de connectivité avec des solutions conçues pour fonctionner jusqu'à 100 fois plus rapidement que sur les réseaux 4G. Avec une bande passante élargie et une latence très faible, la 5G sera

intégrée à l'infrastructure pour connecter les terminaux et appareils au monde qui les entoure en conjuguant une rapidité et une fiabilité hors pair. Grâce à cette bande passante considérablement élargie, les utilisateurs pourront télécharger, téléverser et consulter d'énormes quantités de données. Avec la 5G, la réalité virtuelle et la réalité augmentée, les véhicules connectés et les villes plus intelligentes deviennent possibles et fiables.



Connecteurs durcis (FullAXS et RF)



Antennes et RF

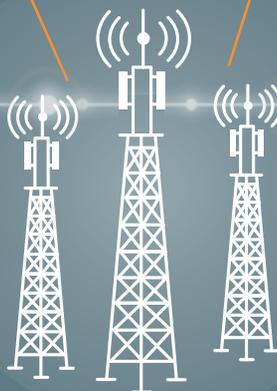


LES APPAREILS CONNECTÉS EN PÉRIPHÉRIE DE RÉSEAU

créeront un écosystème complet de dispositifs interactifs, qu'il s'agisse de commandes intelligentes pour applications domestiques, de solutions d'horticulture verticale, de téléphones portables ou de lampadaires connectés.



Antennes, capteurs et connecteurs USB Type C



LA TECHNOLOGIE DES PETITES CELLULES

est optimisée pour les applications riches en données sur de courtes distances. Les petites cellules sont essentiellement des relais miniaturisés de la taille d'un routeur wifi qui conviennent aux zones urbaines à haute densité d'appareils connectés en périphérie et qui consomment de grandes quantités de données. Les petites cellules joueront un rôle essentiel dans l'infrastructure et le déploiement des réseaux 5G.

LES ANTENNES 5G distribueront les données à l'aide de techniques innovantes telles que la formation de faisceaux (beamforming) ou le multiplexage MIMO (Multiple Inputs/Multiple Outputs), qui contribuent à la fiabilité et à l'évolutivité des réseaux 5G. Les petites cellules et les processus en périphérie amélioreront encore les performances des réseaux.



LE CLOUD mettra l'efficacité et la puissance d'énormes data centers à la disposition des appareils 5G les plus compacts, leur permettant ainsi d'accéder à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage automatique (ML).

LA 5G EN PÉRIPHÉRIE DE RÉSEAU (Edge Computing) est synonyme de capacité accrue, de latence réduite, de mobilité et de précision supérieures, ainsi que d'une fiabilité et d'une disponibilité à toute épreuve.



Haut débit

© 2020 Famille de sociétés TE Connectivity Ltd. Tous droits réservés. TE Connectivity, le logo TE Connectivity et FullAXS sont des marques appartenant à ou utilisées sous licence par TE Connectivity.

POUR PLUS D'INFORMATIONS :
avnet-abacus.eu/te-connectivity



AUTHORIZED DISTRIBUTOR

Les défis de l'ingénierie de la 5G

La technologie à l'origine des performances du réseau 5G

Les nouvelles capacités de la 5G apportent des avantages significatifs à un large éventail d'applications dans de multiples secteurs. Pour en tirer pleinement parti, les opérateurs de réseau devront toutefois investir de façon considérable dans les nouvelles technologies et les équipements. Le présent article examine les éléments clés de l'infrastructure de la 5G, notamment le déploiement des petites cellules, les systèmes d'antennes actives et la technologie MIMO (Multiple Input Multiple Output) massive. Il fait également le point sur les composants et les équipements développés à l'heure actuelle pour répondre aux exigences de la 5G, en mettant l'accent sur les défis techniques majeurs inhérents à l'augmentation de la densité, aux différentes fonctionnalités et au rendement énergétique.

Pour répondre aux ambitieuses exigences définies par la norme IMT-2020 (5G) de l'UIT-R, une approche transformationnelle de la conception des réseaux s'est avérée nécessaire, ce qui a mené à la mise au point d'une interface radio entièrement nouvelle baptisée 5G NR (Nouvelle Radio). La 5G NR utilise un ensemble de technologies de pointe sophistiquées.

- Le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM) est une technique de modulation du signal selon laquelle un grand nombre de sous-porteuses très proches les unes des autres et fonctionnant chacune à de faibles débits, sont transmises en parallèle. Le multiplexage OFDM permet aux transmissions RF d'utiliser le spectre radioélectrique avec une très grande efficacité ; il est compatible avec des débits élevés et les largeurs de bande importantes.
- La 5G utilisera un spectre de fréquences radio étendu ; trois couches distinctes sont définies (figure 1) en fonction des besoins de chaque utilisation :

La 5G utilise différentes bandes de fréquence

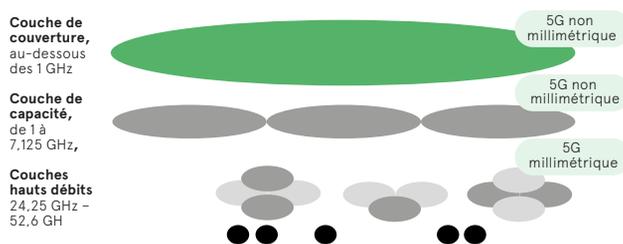


Figure 1 : Couches de fréquences 5G

(Source : [slideshare.net/3G4GLtd/beginners-5g-spectrum-long-version](https://www.slideshare.net/3G4GLtd/beginners-5g-spectrum-long-version))

- la « couche de couverture » (coverage layer), avec des fréquences inférieures à 1 GHz, assure une large couverture et une bonne propagation à l'intérieur des bâtiments ;
- entre 1 et 6 GHz, la « couche de couverture et de capacité » (coverage and capacity layer) offre le meilleur compromis entre capacité et couverture ; cette couche inclut la bande C, autour des 3,5 GHz.
- la « super couche de données » (super data layer), de 6 GHz jusqu'aux fréquences d'ondes millimétriques (au-delà de 30 GHz), convient aux usages nécessitant un ultra-haut débit et une très grande bande passante pour les données, conformément à la spécification IMT2020.
- Les techniques de formation de faisceaux et de multiplexage MIMO multi-utilisateurs (figure 2) sont des éléments essentiels de la 5G NR ; ensemble, elles permettront à la 5G de prendre en charge plus de 1 000 appareils de plus que la 4G par mètre carré, en envoyant des données à un débit ultra-élevé à un plus grand nombre d'utilisateurs, avec une grande précision et une faible latence.



Mathias Goebel,

Supplier Business
Manager, European
Product Marketing
Avnet Abacuse



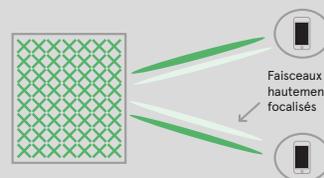
La formation de faisceaux est une technologie relativement nouvelle qui permet à la station de base 5G d'envoyer le faisceau directement vers l'appareil mobile de l'utilisateur, avec à la clé des niveaux de transmission optimaux, tout en minimisant les interférences avec les autres appareils mobiles situés à proximité.

La technologie MIMO utilise le multiplexage spatial pour transmettre des signaux de données indépendants et codés séparément (appelés « flux ») en réutilisant les mêmes ressources en temps et en fréquence. Le système MIMO à utilisateur unique (SU-MIMO), dans lequel l'équipement de l'utilisateur et la station de base possèdent tous deux plusieurs antennes, a été introduit pour améliorer le débit des réseaux LTE existants. L'efficacité et la capacité spectrale peuvent être améliorées en ajoutant des flux ou des couches jusqu'à un point où le partage de la puissance et les interférences entre utilisateurs entraînent une baisse des gains et, à terme, des pertes.

Les actuels réseaux 4G LTE utilisent un multiplexage de type « MIMO 4x4 », soit quatre antennes pour quatre flux de données simultanés, tandis que les réseaux 5G Nouvelle Radio utiliseront un multiplexage MIMO Multi-Utilisateurs (MU-MIMO), autrement dit un grand nombre d'antennes dans la station de base (32 selon la release 15 du 3GPP, et 64 ou plus dans les versions futures). La technologie

MIMO MASSIF

- plusieurs points de transmission avec plusieurs antennes pilotées de façon dynamique
- les informations sont directement envoyées à l'appareil au lieu d'être diffusées par l'intermédiaire de la cellule
- cette approche accroît le débit et la capacité de façon significative



Avantages
MIMO
Multi
Utilisateurs



Débit
supérieur



Bonnes
performances
des cellules



Haute capacité

Figure 2 – MIMO massif et formation de faisceaux
(source : Ericsson)

MU-MIMO emploie un algorithme complexe et des informations spatiales dérivées d'un signal de référence d'informations relatives à l'état du canal CSI-RS (Channel State Information Reference Signal) pour permettre à la station de base 5G de communiquer simultanément et indépendamment avec plusieurs appareils.

- Les systèmes d'antennes avancés (AAS – Advanced Antenna System) ont évolué parallèlement aux technologies MIMO et à la formation de faisceaux (figure 3). Un système AAS combine une radio AAS et un ensemble de fonctionnalités AAS, parmi lesquelles la formation de faisceaux et le multiplexage MIMO. Un système AAS intègre un réseau d'antennes aux éléments matériels et logiciels de transmission RF nécessaires ; il comprend également les algorithmes de traitement du signal que requièrent les technologies de formation de faisceaux et MIMO. Tandis que les réseaux d'antennes associés au multiplexage

"Les applications émergentes, dont un grand nombre jouent un rôle essentiel, s'appuieront sur les réseaux 5G, avec à la clé des exigences élevées en matière de sécurité et de stabilité des réseaux."

MU-MIMO sont de plus en plus en nombre, les antennes conventionnelles ont du mal à prendre cette technologie en charge pour des raisons de poids et d'encombrement. Le système AAS résout ce problème en permettant d'utiliser les techniques de formation de faisceaux et MIMO de pointe tout en améliorant considérablement les performances du réseau sur les liaisons montantes et descendantes.

- La structuration du réseau en différentes couches (slicing) est l'une des nombreuses fonctions de gestion de réseau avancées disponibles avec la 5G ; le slicing permet aux opérateurs d'adapter les services proposés en fonction des besoins de l'application utilisée. À

titre d'exemple, la chirurgie à distance nécessite des connexions extrêmement rapides et à faible latence, alors que dans les cas où plusieurs capteurs sont connectés, la priorité va à la durée de vie de la batterie et aux communications longue distance à bas débit.

- L'implémentation sur le cloud et le traitement en périphérie de réseau (edge computing) mettent les avantages du cloud à la portée des réseaux radio et répondent aux exigences de latence ultra-basse en rapprochant le contenu au plus près du réseau, ainsi qu'en fournissant un accès local (Local Break Out – LBO) et des fonctions de traitement en périphérie de réseau multi-accès selon la norme MEC (Multi-access Edge Computing).

RÔLE DES ANTENNES ACTIVES ET PASSIVES

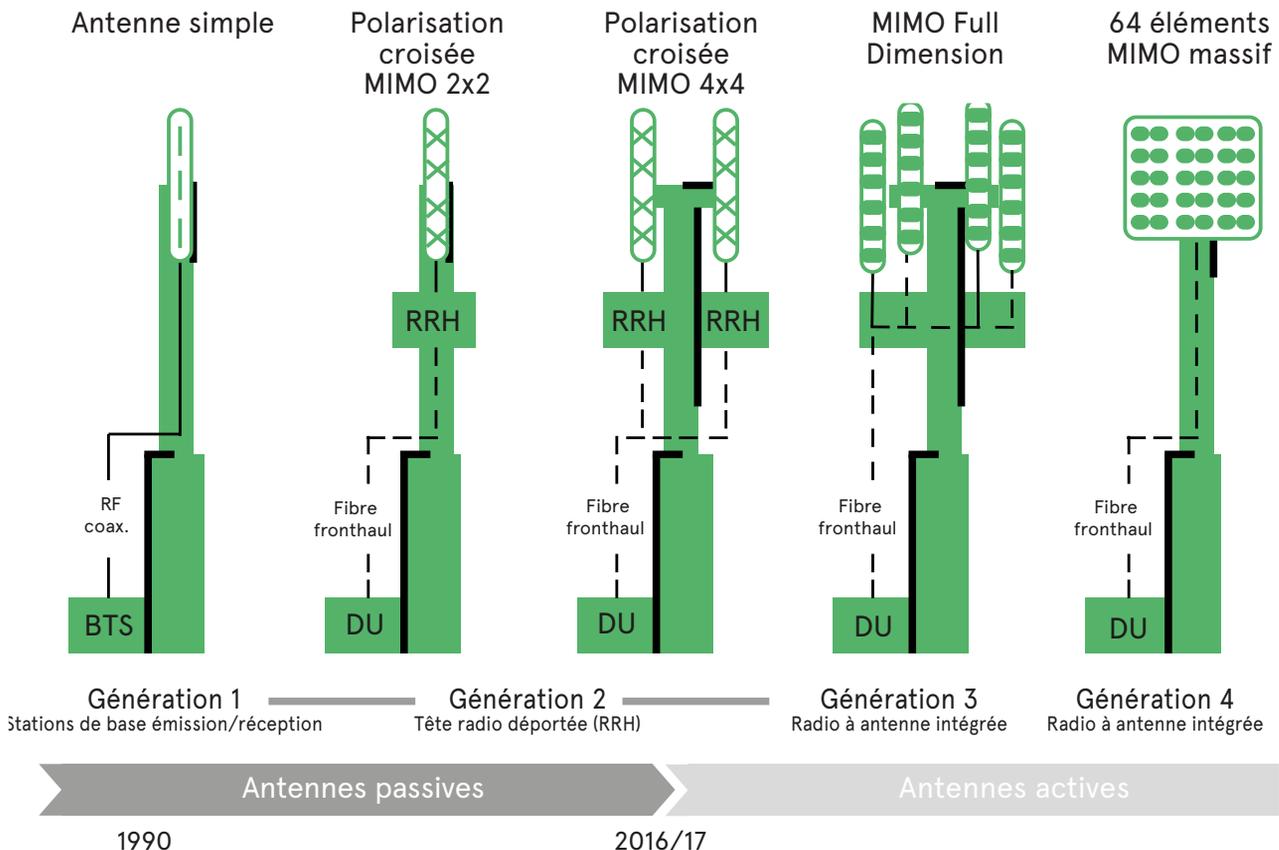


Figure 3 – Évolution des antennes

(Source: <https://www.rcrwireless.com/20180624/wireless/analyst-angle-the-rise-and-outlook-of-antennas-in-5g>)

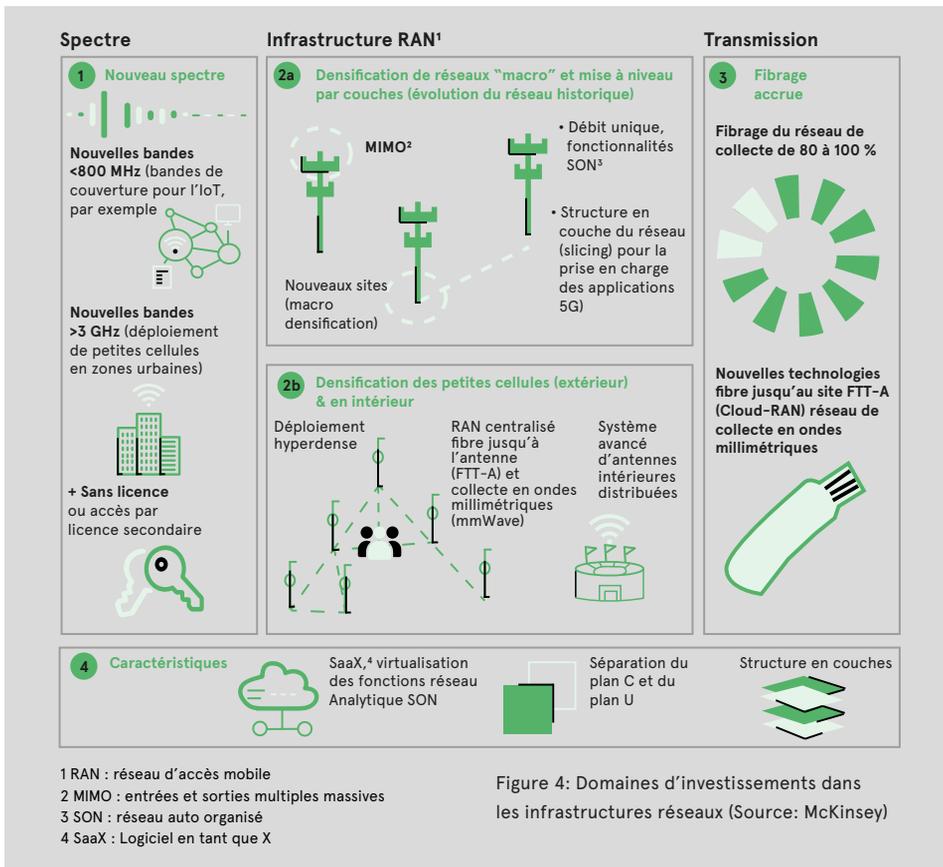


Figure 4: Domaines d'investissements dans les infrastructures réseaux (Source: McKinsey)

Le déploiement de la 5G nécessite d'importants investissements dans les infrastructures

Si les opportunités offertes par la 5G semblent considérables, les opérateurs de réseau vont devoir investir dans tous les domaines (figure 4), avant que de nouvelles sources de revenus puissent voir le jour. Selon un récent rapport publié par GSMA, une association professionnelle représentant les intérêts des opérateurs de réseaux mobiles, les investissements en capital (CAPEX) réalisés par les opérateurs de réseaux mobiles du monde entier atteindront 1 300 milliards de dollars entre 2019 et 2025, dont 75 % pour la 5G.

C'est un défi potentiel pour de nombreux opérateurs qui n'ont pas encore achevé la construction de leur réseau 4G/LTE, et dont bon nombre voient leurs revenus fondre à mesure que les services existants deviennent plus courants. La technologie 5G NR non autonome (NSA), telle que définie dans la version 15 du 3GPP, représente une voie de migration en permettant aux opérateurs de s'appuyer sur l'infrastructure 4G/LTE existante et d'utiliser la technologie MU-MIMO pour augmenter le débit et commercialiser des services 5G dans la couche de couverture et de capacité. Certes, il s'agit d'une

situation provisoire, dans la mesure où la largeur de bande disponible dans la couche de couverture est limitée et où les capacités complètes de la 5G seront uniquement accessibles sur une infrastructure en ondes millimétriques. Les principaux domaines d'investissement concernés par la mise en œuvre et le support des transmissions en ondes millimétriques sont les suivants :

Densification du réseau

La courte distance de propagation des ondes millimétriques et la nécessité de communiquer sur une ligne de visée (LoS) entraîneront une importante densification du réseau, notamment dans les zones urbaines – ce qui signifie une augmentation du nombre de stations de base dans le réseau mondial. La densification du réseau implique l'augmentation de la capacité et du débit des macrocellules en élevant les niveaux de multiplexage MIMO multi-utilisateurs et en ajoutant des sites de petites cellules et des pico-sites. Le multiplexage MU-MIMO nécessite des réseaux multi-antennes, ce qui exerce une pression en termes de taille et de poids sur les pylônes existants, et requiert une augmentation du nombre de systèmes d'antennes avancés AAS dans le réseau.



Fibres optiques

Les opérateurs de réseaux mobiles vont également se trouver dans l'obligation d'investir massivement dans la connectivité par fibre optique, que ce soit pour améliorer la capacité et réduire la latence des réseaux de collecte (backhaul) existants en vue de leur utilisation en 5G, ou pour accompagner le déploiement de petites cellules supplémentaires dans les environnements urbains.

On estime que la technologie 5G requiert des niveaux de fibrage de 70 %, contre 25 à 30 % actuellement. Selon le rapport Tendances des réformes dans les télécommunications publié par l'Union internationale des télécommunications (UIT), 144,2 milliards de dollars ont été investis dans le monde en faveur des infrastructures à fibres optiques depuis 2014, la 5G représentant une part importante de ce montant.

Alimentation électrique

En l'absence de toute mesure de l'efficacité, l'augmentation du nombre de stations de base et donc d'antennes ira de pair avec une hausse des besoins en énergie pour les réseaux 5G. Une station de base 4G typique (deux émetteurs) nécessite une puissance d'entrée de 300 watts, soit 1500 W pour une station 5G comptant 64 émetteurs. Cependant, la facture énergétique des opérateurs se situant à hauteur d'environ 15 % de leurs dépenses opérationnelles (OPEX), cette augmentation ne pourra être tolérée longtemps, et des mesures d'efficacité innovantes devront être intégrées dès la conception des réseaux 5G. La nécessité de réduire la consommation d'énergie va se traduire par une hausse des besoins en alimentations numériques avancées et en convertisseurs continu-continu haute efficacité. Ces besoins se manifesteront également dans les data centers, lesquels devront traiter des volumes de données plus importants à mesure que les appareils et les applications connectés à l'Internet des objets s'appuieront sur les performances des réseaux 5G pour se délester des tâches de calcul intensives.

Connecteurs

Les caractéristiques des fréquences des ondes millimétriques imposent des exigences spécifiques aux connecteurs électriques, par exemple au sein des stations de base. Les dimensions réduites intrinsèques aux fréquences élevées exercent des contraintes de conception et de fabrication d'ordre mécanique et électrique, la précision étant essentielle pour assurer un transfert efficace et sans perte d'énergie électromagnétique.

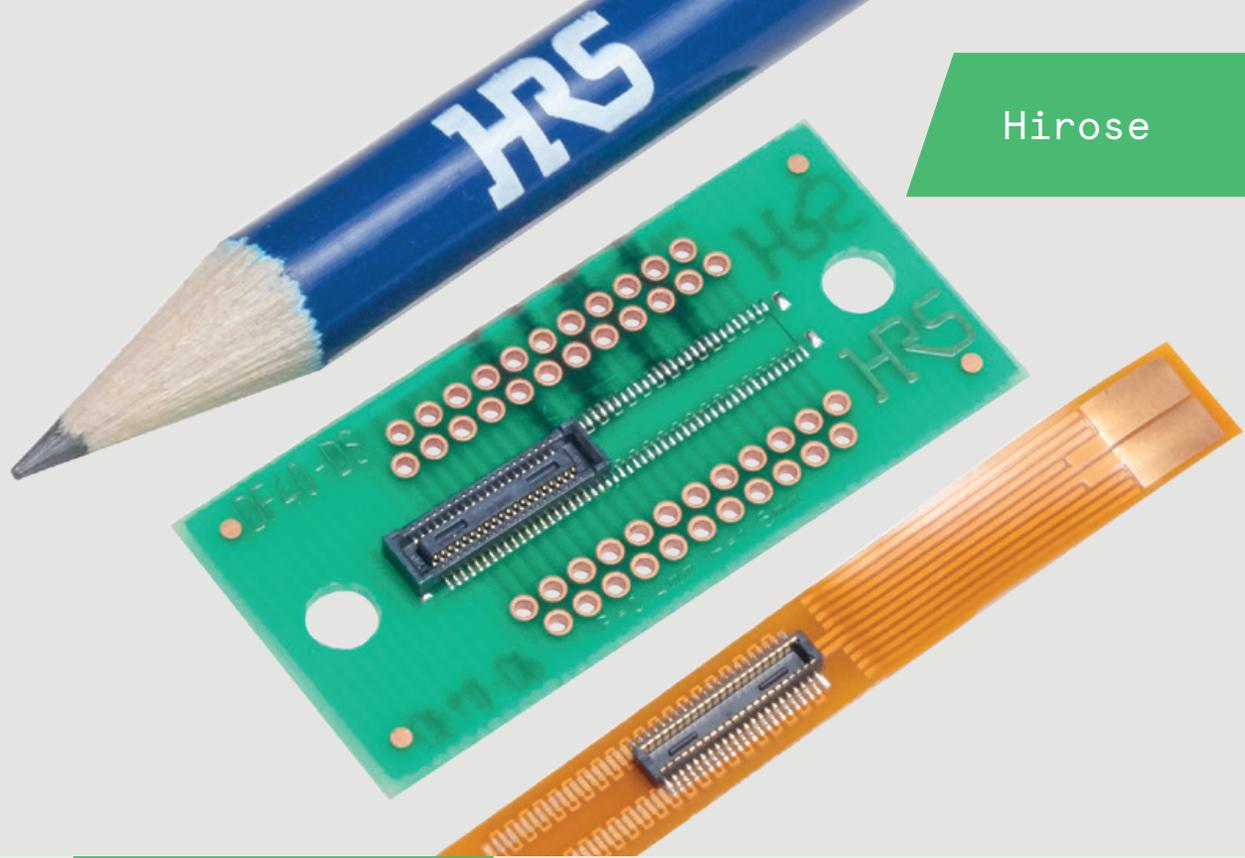
Équipements de test

Les applications existantes et émergentes, dont un grand nombre jouent un rôle essentiel, s'appuieront sur les réseaux 5G, avec à la clé des exigences élevées en matière de sécurité et de stabilité des réseaux. En outre, la multiplication des dispositifs connectés pourrait menacer l'intégrité et la sécurité des réseaux. Des outils et des systèmes de gestion de réseau doivent par conséquent être développés pour minimiser ces menaces.

Conclusion

Si le déploiement de la 5G a déjà commencé, les premiers services lancés correspondent principalement à la couche de couverture et de capacité, les opérateurs offrant essentiellement des débits de données supérieurs aux particuliers.

La 5G ne tiendra toutes ses promesses qu'avec le déploiement d'une infrastructure adaptée aux fréquences en ondes millimétriques, ce qui nécessitera des investissements significatifs dans la plupart des domaines du réseau. Les opérateurs seront alors amenés à effectuer des choix stratégiques, de sorte que nous allons assister, au cours des prochaines années, à l'apparition de différentes stratégies en fonction des opportunités locales et régionales, ainsi qu'à une évolution permanente des réglementations applicables.



Connecteurs Hirose DF40 carte à FPC au pas de 0,4 mm

HIROSE Electric Co., spécialiste des connecteurs, a lancé la série DF40 de connecteurs carte à FPC (Flexible Printed Circuit) ultra-rapides.

AVANTAGES

- idéal pour les appareils portables « wearables », médicaux et compacts
- fonctionne à un débit élevé (jusqu'à 10 Gbit/s) et est conforme aux normes USB3.2 Gen. 2
- le boîtier intègre des nervures d'absorption de chocs robustes qui évitent d'endommager ses parois dans les applications nécessitant une résistance aux impacts en cas de chute
- un clic tactile clair confirme que l'enfichage est correctement effectué et que la connexion est sécurisée
- la profondeur minimale (seulement 3,38 mm) réduit la surface de montage requise, créant ainsi un espace supplémentaire sur la carte pour optimiser la conception
- la hauteur d'empilement variable de 1,5 à 4 mm autorise une grande souplesse de conception
- les nervures de guidage assurent une large plage d'auto-alignement de $\pm 0,33$ mm sur les axes XY pour simplifier les opérations d'accouplement
- le connecteur offre une longueur de connexion effective de 0,45 mm, pour une sécurité de contact maximale

CARACTÉRISTIQUES

- nombre de contacts : 10–100 (la plupart des tailles)
- pas d'assemblage : 0,4 mm
- courant nominal : 0,3 A
- tension nominale : 30 V(ca / cc)
- sans halogène
- conforme à la directive RoHS



L'Ethernet automobile et la 5G au service de la conduite autonome

LE SYSTÈME NERVEUX DU VÉHICULE CONNECTÉ

L'être humain est une créature complexe : notre cerveau transmet des signaux à nos muscles par l'intermédiaire de notre système nerveux. Dans le même temps, les impulsions perçues par nos organes sensoriels sont transmises au cerveau par nos nerfs. Cette organisation nous permet de communiquer, d'agir et de réagir à l'intérieur de notre environnement et avec lui. La conduite autonome fonctionne sensiblement de la même manière : la voiture doit réagir à des influences extérieures tout en communiquant avec le monde qui l'entoure.

Les principaux organes requis par ce type de véhicul sont : un cerveau, sous la forme de puissants ordinateurs disséminés aux quatre coins de sa structure ; un sens du toucher, sous la forme de capteurs ; un réseau Ethernet automobile ; et des systèmes de communications 5G performants. L'Ethernet automobile jouera le rôle du système nerveux tandis que la (ou les) antenne(s), en seront la bouche et les oreilles. Ensemble, ces organes contribueront à faire de l'avenir de la conduite autonome une réalité.

DANS LA VOITURE CONNECTÉE, LA SÉCURITÉ VIENDRA DE L'INTÉRIEUR

À l'image des êtres humains, un véhicule autonome doit produire sa propre sécurité, « de l'intérieur », et fonctionner de manière indépendante. Les véhicules hautement et entièrement automatisés doivent être capables de gérer eux-mêmes ces problèmes en faisant appel à leurs propres systèmes sensoriels et de commande – et ce, sans recourir aux données produites par d'autres véhicules circulant sur la route ou par l'infrastructure environnante. C'est pourquoi ce type de véhicule a besoin de données transmises par des capteurs et d'un système nerveux agile qui transmettra lesdites données aux unités de calcul qu'il embarque. C'est ici qu'intervient l'Ethernet automobile. Le réseau Ethernet peut être le système nerveux dont ont besoin les constructeurs automobiles,

étant donné que les technologies issues de l'informatique ont déjà fait leurs preuves et qu'elles peuvent répondre aux besoins de l'industrie automobile en termes de vitesse de transmission, de tolérance aux pannes et, surtout, de sécurité. En outre, l'Ethernet est considéré comme une technologie parée pour l'avenir, un atout essentiel pour la conduite autonome.

DÉBITS ÉLEVÉS ET FIABILITÉ : DEUX CRITÈRES DÉCISIFS

L'Ethernet automobile permettra aux véhicules d'atteindre des débits de transmission élevés. Rappelons qu'actuellement, les réseaux de données automobiles atteignent 10 Gbit/s.

La large bande passante et la haute vitesse de traitement des signaux sont deux paramètres essentiels pour la conduite autonome. En outre, l'Ethernet doit être à la fois sûr et fiable. Pour ce faire, les voitures seront équipées de faisceaux de câbles redondants capables de compenser une défaillance partielle et de permettre à l'ensemble du système de fonctionner sans interruption. Pour accroître le niveau de fiabilité de l'Ethernet, il est également possible de disposer les câbles en anneau, de sorte que les différents composants peuvent continuer de communiquer si une panne totale survient en un point donné de l'anneau. Entre autres tâches essentielles, l'Ethernet devra transmettre aux unités de calcul les données de sécurité produites par les capteurs des véhicules et ce, de façon fiable et rapide. Le véhicule pourra ainsi fonctionner de manière autonome dans le trafic urbain. D'autres données seront nécessaires pour la conduite autonome, notamment pour rendre la conduite plus confortable.

DES SYSTÈMES DE COMMUNICATIONS 5G POUR ACCROÎTRE LE CONFORT DES VÉHICULES AUTONOMES

Les antennes jouent déjà un rôle clé dans la conduite connectée. Elles sont utilisées pour transmettre au cerveau de la voiture les signaux envoyés par d'autres véhicules ou l'infrastructure routière via Ethernet et une plateforme de connectivité. Ce système de capteurs « de prétraitement » peut être considéré comme la voix du véhicule connecté, dans la mesure où il lui permet de communiquer avec son environnement, ainsi que d'envoyer et de recevoir des signaux. Les signaux reçus

molex

ont pour fonction d'accroître le niveau de confort. C'est par exemple le cas lorsque le véhicule freine plus tôt que prévu — et donc plus doucement — parce que le véhicule qui le précède a signalé sa décision de freiner en mode « sans fil ». C'est également le cas lorsqu'une ambulance annonce sa présence aux véhicules qui la précèdent pour qu'ils puissent lui ouvrir la voie.

Aujourd'hui, les données collectées par les capteurs sont transmises après avoir subi un prétraitement considérable en raison du manque de bande passante — c'est-à-dire quelques centaines de kilobits par véhicule. C'est suffisant à l'heure actuelle, mais trop peu pour la conduite autonome. Les véhicules devront être capables de recevoir davantage de données fournies par des capteurs, dont une partie non-traitée. Face à de telles exigences, une bande passante supérieure est indispensable. Dans l'idéal, les véhicules devraient être capables de recevoir des données brutes en provenance des capteurs dans une quantité correspondant à ses propres données déjà disponibles. D'autres scénarios, dans lesquels d'énormes quantités de données sont transférées, sont également importants pour la conduite autonome. Il s'agit notamment du téléchargement de cartes haute résolution où seront affichées les zones de travaux en cours et les obstacles que le véhicule devra anticiper.

ÉLARGIR À TOUT PRIX LA PLAGE DE FRÉQUENCES

Pour offrir la bande passante requise, les antennes devront couvrir une gamme de fréquences élargie, ce qui nécessitera une nouvelle norme sur laquelle planchent plusieurs groupes de normalisation. Baptisée 5G V2X, cette nouvelle norme permettra d'atteindre une bande passante de plusieurs centaines de Mbits, idéalement plusieurs Gbits par seconde. Les véhicules seront ainsi en mesure de recevoir et d'envoyer les quantités de données nécessaires pour augmenter le niveau de confort. Les groupes de normalisation se réunissent actuellement pour définir les cas d'application, et les experts prévoient que les premiers produits apparaîtront sur le marché au début de la prochaine décennie et qu'une conduite entièrement autonome sera possible à partir de 2025 environ. Reste une question importante : quelle sera la fréquence utilisée pour la norme 5G V2X ? Après tout, aucune gamme de fréquences gratuite et disponible au-dessous de 60 GHz dans le monde entier ne permet de véhiculer un tel volume de données. La gamme des 60 GHz présente par ailleurs un problème d'ordre physique qui implique la fréquence de résonance de la molécule d'oxygène. Quand cette molécule commence à osciller, elle retire l'énergie des ondes radio et limite leur portée à quelques mètres, de sorte que des applications comme les communications entre des véhicules et l'infrastructure deviennent inopérantes.

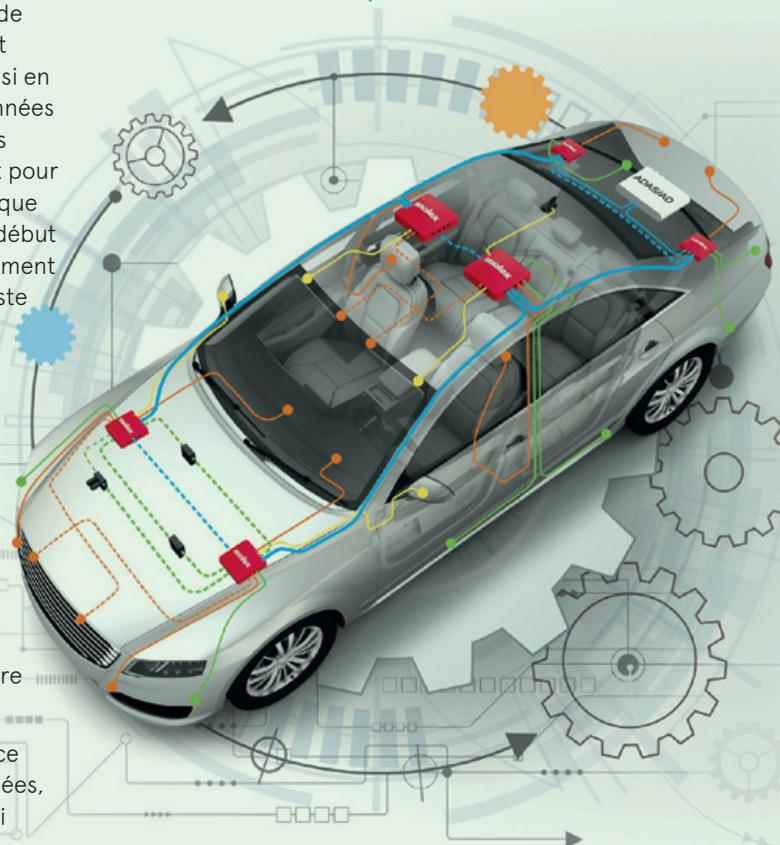
La technologie des antennes apporte une solution à ce problème : plusieurs antennes dirigées seraient utilisées, et non plus une seule antenne omnidirectionnelle qui

envoie des ondes radio dans une configuration en anneau. Ces antennes pourraient émettre leurs ondes en continu dans une direction et augmenter la portée au fil de leur trajet. Elles seront nécessaires pour recevoir les signaux émis par d'autres véhicules, ainsi que pour envoyer leurs propres signaux. Elles devront également être connectées les unes avec les autres et avec les ordinateurs du véhicule. Bien évidemment, une telle approche exige de l'Ethernet automobile qu'il transmette les données à un débit très élevé.

L'AVENIR COMMENCE MAINTENANT

Les constructeurs automobiles ont d'ores et déjà commencé à tester des voitures automatisées dans le cadre d'essais sur le terrain. Les premiers résultats montrent que les conducteurs acceptent les voitures autonomes et qu'ils sont prêts à leur céder le volant. La voiture autonome agit comme un être humain : des capteurs reçoivent un signal, le transmettent au cerveau par l'intermédiaire du système nerveux et les systèmes de communication, et échangent des informations avec les autres véhicules au moyen d'antennes (dirigées).

Par Guido Dornbusch, vice-président Gestion des produits, Molex Connected Vehicle Solutions, et Alex Bormuth, directeur du développement commercial, Molex Connected Mobility Solutions



Pour plus d'informations : avnet-abacus.eu/molex

L'avenir s'écrit en 5G

« La croissance explosive de l'Internet des objets ne montre aucun signe de ralentissement : si le cabinet Gartner estime que 20,8 milliards d'objets seront connectés en 2020, IHS Markit table sur 125 milliards d'ici à 2030. »

Alors que le cycle de déploiement de la 5G n'en est encore qu'à ses débuts, les caractéristiques et les capacités de performances de ce nouveau réseau sont clairement définies et son potentiel de création d'applications nouvelles ou améliorées ne fait aucun doute. Toutefois, au-delà des applications qui ont déjà vu le jour, il est probable que la 5G transformera de nombreux aspects de notre vie en permettant de franchir de nouveaux paliers sur le plan de l'innovation dans un large éventail de secteurs industriels, notamment la santé, l'automobile, les villes intelligentes et l'automatisation industrielle.

La plupart des analystes et des observateurs s'accordent sur un point : la 5G soutiendra la prochaine vague de croissance du PIB mondial. Une étude récemment commandée par la GSMA, une association professionnelle représentant les intérêts des opérateurs de réseaux mobiles mondiaux, souligne que la 5G contribuera au développement de l'économie mondiale à hauteur de 2 200 milliards de dollars au cours des 15 prochaines années (figure 1), les principaux bénéficiaires étant le secteur

manufacturier, les compagnies de services publics ainsi que les services professionnels et financiers.

La 5G ouvre la voie à un large éventail de scénarios d'utilisation

Les capacités de connexion de la 5G ont été spécifiées pour répondre aux exigences de trois scénarios d'utilisation majeurs, comme l'illustre le diagramme publié par l'UIT (figure 2) dont vous trouverez le résumé page 23.

Haut débit mobile amélioré (eMBB)

Avec des débits extrêmement élevés pouvant atteindre 20 Gbit/s, le protocole eMBB (enhanced Mobile Broadband) offre au consommateur une expérience supérieure et prend en charge des applications nécessitant une large bande passante, telles que la réalité augmentée (RA), l'intelligence artificielle (AI) ou la réalité virtuelle (RV).

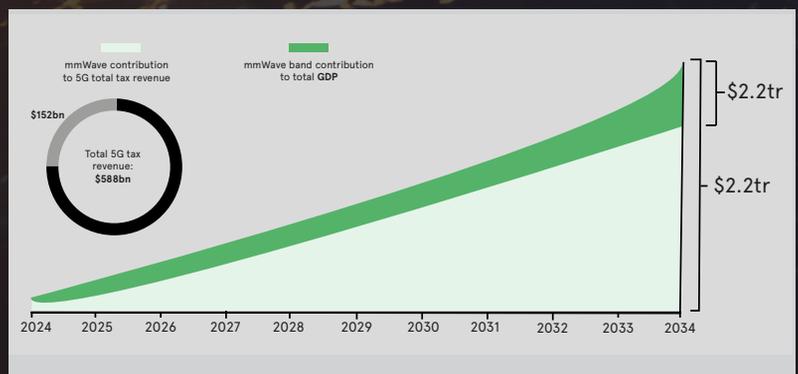


Figure 1 – Impact estimé de la 5G sur l'économie mondiale (Source: GSMA)

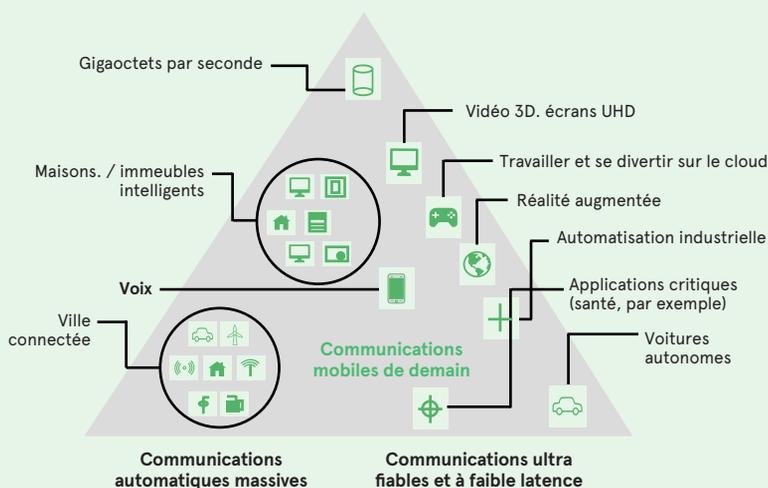
Adam Chidley

Marketing Manager,
European Product
Marketing

Avnet Abacus



Scénarios d'utilisation de la 5G



Communications de type machine massive (mMTC)

Le mode mMTC (massive Machine Type Communication) conjugue une couverture étendue et une pénétration profonde à l'intérieur des bâtiments pour un très grand nombre d'appareils connectés (jusqu'à 1 million par kilomètre carré). Ce cas d'utilisation répond aux exigences d'un Internet des objets mobile en pleine croissance avec des technologies LPWA (Low Power Wide Area) qui conjuguent une consommation d'énergie peu élevée, une couverture améliorée et des transmissions optimisées pour des blocs de données compacts et intermittents.

Communications ultra-fiables et à faible latence (URLLC)

La technologie URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) convient aux applications hautement critiques qui exigent des temps de latence de bout en bout extrêmement faibles (1 ms, voire moins), ainsi qu'un haut niveau de fiabilité et de disponibilité.

Figure 2 – Scénarios d'utilisation de la 5G
(Source: ITU)



L'avenir s'écrit en 5G

AMÉLIORATIONS	EXEMPLES	SERVICES
Amélioration de la connectivité	Connexions plus rapides et plus fiables pour un grand nombre d'utilisateurs dans des environnements tels que la route et le train, les zones haute densité, et à domicile	Valeur ajoutée et productivité accrues pour les particuliers
Nouveaux appareils et services pour les particuliers	Services et appareils intelligents : média et divertissements en immersion, appareils de santé « wearables » et véhicules autonomes	De nombreux avantages pour le grand public et les entreprises, portés par l'innovation
Services publics et infrastructures plus intelligents	Suivi d'actifs avancé, prise de contrôle à distance, maintenance prédictive et processus pilotés par des capteurs dans de multiples secteurs	Productivité accrue
Services publics et infrastructures plus intelligents	Éclairage urbain, gestion de la circulation, réseaux d'énergie	Fourniture de services plus efficaces et sécurisés, avantages environnementaux

Tableau 1 – Résumé des avantages attendus de la 5G

Dans la pratique, toutes les applications n'utiliseront pas la totalité des capacités offertes par la 5G, certaines nécessitant différentes combinaisons (figure 2) qui varient souvent de manière dynamique. Par exemple, tous les capteurs IoT distants devront allier une faible consommation de batterie, une basse consommation et un débit de communications peu élevé, ce qui convient au mode mMTC. Comme nous le verrons plus tard, la téléchirurgie robotique nécessitera la combinaison des capacités eMBB et URLLC, dans la mesure où l'application doit envoyer au chirurgien les grands volumes de données détectées par le robot tout en autorisant une capacité de réaction en temps quasi réel pendant les opérations.

Ces exigences variables sont « gérées » par la structure en couches (slicing) du réseau 5G qui permet aux ressources réseau allouées de changer de manière dynamique en fonction des besoins de l'application.

Les applications émergentes donnent une indication de la puissance de 5G

Comme nous l'avons vu, la 5G devrait contribuer dans une large mesure à la future prospérité économique de la planète. Bien qu'une grande partie de cette contribution provienne d'applications qui n'ont pas encore vu le jour, les avantages potentiels de la 5G peuvent être classés en différentes catégories (Tableau 1). Dans les paragraphes qui suivent, nous allons nous intéresser à quelques applications qui intègrent déjà les capacités de la 5G.

Véhicules autonomes

La voiture sans chauffeur est l'exemple parfait d'une évolution technologique actuelle de grande envergure, qu'il s'agisse des véhicules Waymo de Google, Vision iNext de BMW ou des modèles de Tesla qui font fréquemment la une des journaux. Bien que ces véhicules soient encore en phase de développement, les analystes prévoient une forte croissance de ce secteur au cours des cinq prochaines années, la disponibilité généralisée des réseaux 5G étant considérée comme le préalable indispensable à cette croissance.

Pour fonctionner de façon fiable et sûre, le véhicule autonome doit être en mesure d'interagir en permanence avec son environnement, en communiquant avec les autres véhicules, l'infrastructure routière, les piétons et d'autres entités, telles que les datacentres distants. Cette interaction s'appuiera abondamment sur les capacités de la 5G : le mode URLLC permet au véhicule de répondre et réagir en temps réel ; le protocole eMBB permet de transférer de grandes quantités de données (jusqu'à 2 millions de Gbit/s), tandis que le véhicule « scanne » son environnement pour communiquer avec lui ; enfin, le mode mMTC permet de constituer un réseau de capteurs étendu en bordure de la chaussée. Le sous-ensemble regroupant les technologies cellulaires que requièrent les véhicules autonomes a été baptisé V2X (Vehicle To Everything) ; pour sa part, le groupe 3GPP intègre progressivement la prise en charge des technologies cellulaires pour le V2X dans ses versions successives (figure 3).

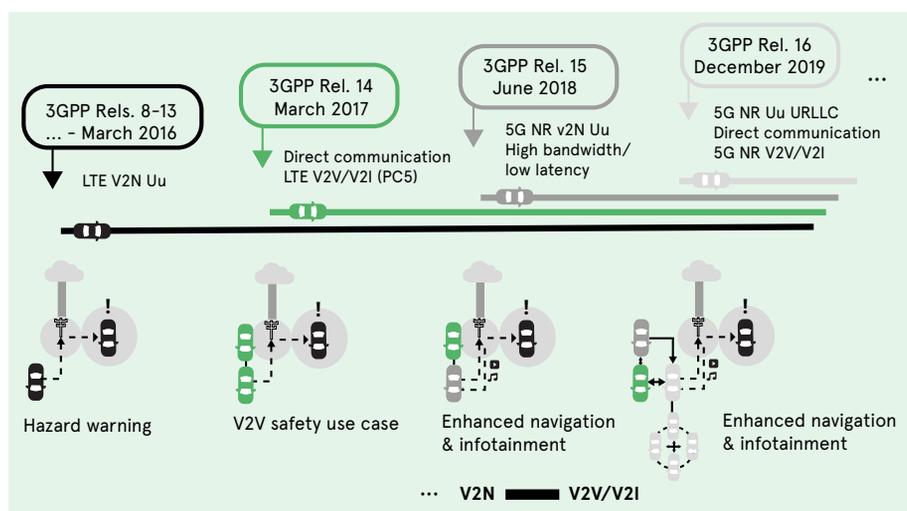


Figure 3 – Évolution des normes 3GPP V2X (source : 5GAA, Timeline for deployment of c-V2X - Update)

Téléchirurgie robotique

La téléchirurgie robotique fait partie des applications qui bénéficient déjà des premiers déploiements de la 5G. La notion de « retour » haptique et visuel est essentielle, car le chirurgien doit réagir à ces deux types de stimuli en moins de 10 millisecondes – un délai considéré jusqu'alors comme un obstacle rédhibitoire pour cette discipline. C'est pour cette raison que les appareils de chirurgie robotique devaient jusqu'à présent être directement pilotés par un chirurgien physiquement présent au côté de son patient.

Aujourd'hui, le géant des télécommunications Ericsson et le King's College de Londres (KCL) collaborent à l'utilisation de la technologie 5G dans le domaine de la téléchirurgie. Ericsson a développé des gants haptiques spéciaux grâce auxquels le chirurgien peut opérer un patient au moyen d'un dispositif robotisé en conservant son sens du toucher. Les capacités eMBB de la 5G sont utilisées pour lire les données haptiques envoyées par les réseaux de capteurs avancés dont dispose le dispositif robotique, ainsi que les vidéos du bloc opératoire. Les fonctions URLLC de la 5G sont cruciales pour permettre au praticien de visionner les données captées dans le bloc opératoire dans le délai requis de 10 ms.

Les réseaux 5G ont déjà permis de réaliser des opérations en situation réelle grâce à la téléchirurgie à distance. En mars 2019 en effet, Ling Zhipei, médecin en chef de l'hôpital général de l'Armée Populaire de Libération (PLAGH), a pratiqué une opération du cerveau sur un patient atteint de la maladie de Parkinson. Le patient se trouvait à Pékin, le chirurgien à l'hôpital de Hainan, à 3 000 km de distance.

Internet des objets

La croissance exponentielle de l'Internet des objets ne montre aucun signe de ralentissement : si le cabinet Gartner estime que 20,8 milliards d'objets seront connectés en 2020, IHS Markit table sur 125 milliards d'ici à 2030. Les applications de l'Internet des objets couvrent

la plupart des secteurs, y compris les usines et l'Industrie 4.0, les villes intelligentes, la surveillance agricole, la surveillance des pipelines, la maintenance des avions, etc., avec le capteur intelligent (l'« objet ») en dénominateur commun. Un grand nombre de ces applications utilise les technologies LPWAN qui se caractérisent par une couverture étendue à l'intérieur, à l'extérieur et même sous terre, et permettent de prolonger la durée de vie des batteries, de sorte que les appareils alimentés par batterie et qui transmettent des données de façon occasionnelle pourront fonctionner jusqu'à 10 ans. De nombreux opérateurs développent des offres LPWAN basées sur les réseaux NB-IoT ou LTE-M définis dans la version 13 du 3GPP ; pour sa part, l'alliance GSMA fait état de 89 réseaux NB-IoT et de 34 lancements LTE-M depuis octobre 2019. Conscient de cet investissement, le groupe 3GPP a confirmé la conformité des deux technologies aux spécifications 5G et la prise en charge du mode mMTC à mesure que la norme 5G continuera d'évoluer, garantissant ainsi une migration en douceur pour les solutions existantes.

Le voyage vers la 5G ne fait que commencer

Le déploiement de la 5G a débuté voici un peu plus d'un an mais, même avant la mise en œuvre du premier réseau, les attentes que cette technologie suscite étaient exceptionnellement élevées. En effet, les analystes voient en elle le moteur de la future croissance économique mondiale, avec pour corollaire une création de valeur importante dans de multiples secteurs. La valeur réelle de la 5G reposera davantage sur la mise en place d'applications émergentes que sur l'utilisation de téléphones plus rapides. Dans cet article, nous avons examiné comment les capacités de la 5G sont déjà au service de certaines applications. C'est une évidence, nous ne sommes qu'au début d'un long chemin avec la 5G, mais le rythme de l'innovation va sans aucun doute s'accélérer à mesure que les opérateurs saisiront les opportunités qui se présentent en investissant dans des réseaux 5G entièrement fonctionnels.

Avec les références PAN1740A et PAN1780, Panasonic Industry élargit sa gamme de produits de connectivité sans fil. Par rapport aux solutions à puce, ces modules Bluetooth® 5.0 se caractérisent par une complexité réduite, un coût en baisse et l'élimination des exigences de certification. Avec une mise en œuvre rapide et des performances fiables, il n'a jamais été aussi simple d'ajouter un mode de connexion sans fil à un projet.

Module PAN1740A

Le nouveau module PAN170A est le successeur du module Bluetooth® PAN1740, optimisé pour offrir un démarrage plus rapide et supporter jusqu'à huit connexions afin d'assurer une flexibilité accrue et de créer des applications plus avancées. Il peut être utilisé comme processeur d'application autonome ou pompe de données dans des systèmes hébergés. Outre ses caractéristiques Bluetooth® 5.0 de base, le module PAN170A se caractérise par un rapport cyclique élevé et un mode « advertising » non connecté efficace. Le module est optimisé pour les unités de commande à distance (RCU) qui requièrent la prise en charge de commandes vocales et de la reconnaissance des mouvements/gestes. Très compact (9,0 x 9,5 x 1,8 mm), ce module est conçu pour connecter de petites applications entre elles ou à un smartphone.

Module PAN1780

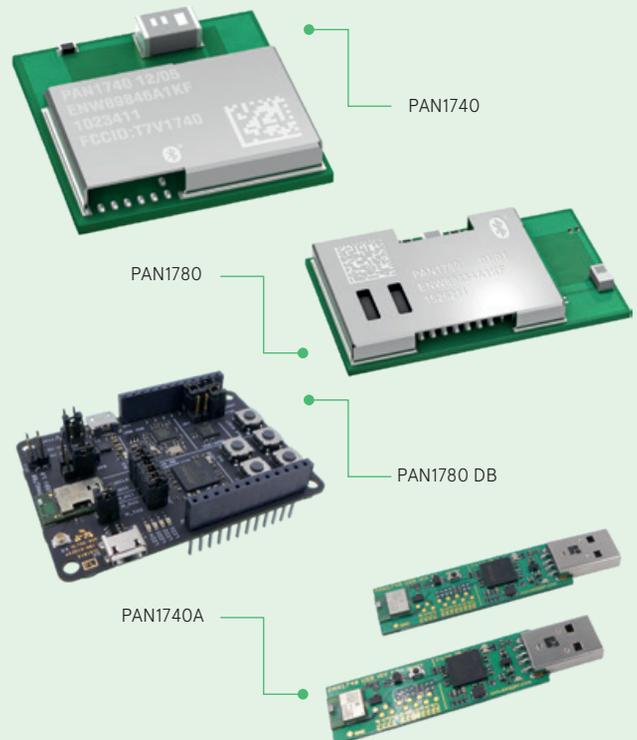
Le module Bluetooth® 5.0 basse consommation PAN1780 est basé sur le contrôleur monopuce nRF52840 de Nordic Semiconductor. Outre le mode Bluetooth® 5.0 avec la pile logicielle qualifiée pour Bluetooth® Mesh (Bluetooth maillé), il est conforme aux normes 802.15.4 et NFC-A. Avec son processeur Cortex™ M4F, sa mémoire vive de 256 ko et sa mémoire flash intégrée de 1 Mo, le module PAN1780 peut être facilement utilisé en mode autonome, évitant ainsi de recourir à un processeur externe. Conjuguant une puissance de sortie pouvant atteindre +8dBm, le haut niveau de sensibilité du contrôleur nRF52840 et le codage basse consommation (LE) de la couche PHY, ce module convient parfaitement aux applications nécessitant un long rayon d'action. De plus, sa très faible consommation de courant en fait un choix idéal pour les appareils alimentés par batterie.

Avec le module PAN1780, les maisons connectées gagnent en efficacité en permettant de faire fonctionner différents systèmes de contrôle et réseaux maillés à un très bas niveau de consommation électrique avec des applications potentielles comme l'éclairage intelligent ou le contrôle d'accès. De plus, ce module ouvre la voie à un large éventail d'applications interconnectées.

Par ailleurs, le module PAN1780 constitue une option intéressante pour les applications connectées à l'Internet des objets industriel (IIoT), telles que les nœuds de capteurs ou l'automatisation industrielle. De manière générale, cette technologie convient parfaitement aux applications qui requièrent des performances maximales (1 Mo de Flash et 256 ko de RAM) et une consommation d'énergie minimale (4,8 mA pour l'émission-réception des données).

CARACTÉRISTIQUES	PAN1740A	PAN1780
Catégorie RF	Bluetooth® 5.0	Bluetooth® 5.0, IEEE® 802.15.4 & NFC-A
Logiciels et pilotes	Kit SDK de Dialog	Kit SDK de Nordic
Circuit intégré	DA14585	nRF52840
Dimensions [mm]	9,0 x 9,5 x 1,8	15,6 x 8,7 x 2,0
Sensibilité Rx [dBm]	-93 @ 1 Mbit/s	-95 @ 1 Mbit/s -103 @ 125 kbit/s
Puissance émission Tx (max.) [dBm]	0	8
Alimentation [V]	2,2 à 3,3	1,7 à 5,5
Consommation de courant	Tx: 4,9 mA @ 0 dBm Rx: 4,9 mA	Tx : 4,8 mA @0 dBm Rx : 4,8 mA
Microcontrôleurs & mémoire	ARM® Cortex® -M0 SRAM 96 ko, OTP 64 ko	ARM® Cortex® -M4F, RAM 256 ko, Flash 1 Mo

Pour plus d'informations : avnet-abacus.eu/panasonic



Omron G6K : des relais haute fréquence miniatures pour montage en surface

Omron

Compact, le relais G6K d'Omron est idéalement adapté aux montages à haute densité. La structure unique des bornes assure d'excellentes propriétés de soudure tandis que sa légèreté (0,7 g) permet un montage plus rapide.

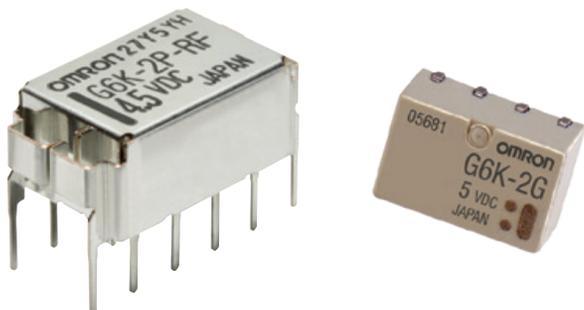
CARACTÉRISTIQUES

- modèle subminiature (seulement 10 x 6,5 x 5,2 mm) (L x l x h) ; idéal pour un montage haute densité (G6K(U)-2F(-Y))
- la faible épaisseur (5,2 mm) améliore l'efficacité du montage (G6K(U)-2F(-Y))
- rigidité diélectrique de 1 500 Vca ; conforme à la norme FCC Part 68
- les modèles -Y peuvent supporter une tension d'impulsion de 2 500 V pendant 2 x 10 µs
- modèle standard conforme aux normes UL/CSA, certifié BSI (EN62368-1)
- modèles disponibles au pas de 2,54 mm
- courant porteur nominal : 2 A

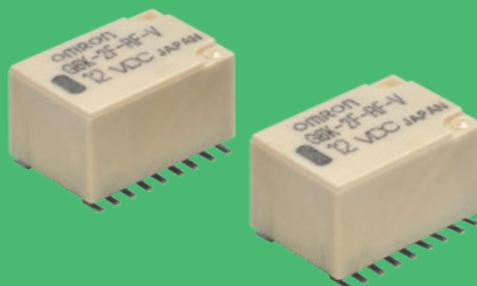
APPLICATIONS

- télécommunications
- bureautique
- test et mesure
- immotique
- sécurité
- industrie
- équipements de loisirs
- électroménager

G6K-RF RELAYS



G6K-RF-V RELAYS



Les deux versions en fréquences élevées (G6K-RF à 3 GHz et G6K-RF-V à 8 GHz) sont spécifiquement adaptées aux applications de communications et de télécommunications.

RELAIS G6K-RF

- caractéristiques des fréquences élevées (pertes d'insertion de 0,2 dB max à 1 GHz)
- taille compacte : 10,3 x 6,9 x 5,4 mm (L x l x h)
- consommation électrique nominale de 100 mW haute sensibilité
- modèles monostables et à enroulement simple disponibles
- modèles d'encombrement réduit (G6K(U)-2F-RF-S) disponibles pour minimiser l'espace occupé
- les références G6K(U)-2F-RF-T adaptées à la bande des 3 GHz rejoignent la gamme en proposant un encombrement réduit
- de nouveaux modèles à blocs de jonction pour circuits imprimés sont disponibles

RELAIS G6K-RF-V

- caractéristiques supérieures aux fréquences élevées (pertes d'insertion de 3 dB max à 8 GHz)
- taille compacte 11,7 x 7,9 x 7,1 mm (L x l x h)
- consommation électrique nominale de 100 mW haute sensibilité

Pour plus d'informations et télécharger le livre blanc : avnet-abacus.eu/omron

OMRON

Thermistances Murata pour réseaux 5G

THERMISTANCE CTN (SÉRIE NCU)

Les thermistances à coefficient de température négatif (CTN) de la série NCU proposées par Murata peuvent être utilisées pour la détection et la compensation dans une large plage de température ; elles conviennent idéalement aux applications automobiles qui exigent un haut niveau de fiabilité.

Thermistance CTN, série NCU



CARACTÉRISTIQUES

- le plus haut niveau de QCDS de différentes gammes
- tolérance (R) haute précision : $\pm 1\%$, $\pm 0,5\%$
- certifié UL/cUL : 1005, 1608 mm

MURATA

INNOVATOR IN ELECTRONICS

THERMISTANCE CTN À CONNEXIONS LONGUES (SÉRIE NXF, NXR)

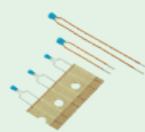
Les thermistances CTN à fil thermique avec connexions flexibles de la série NXF sont conçues pour détecter et mesurer la température.

CARACTÉRISTIQUES

- petite tête de détection contenant la puce CTN de Murata
- haut niveau de précision et de réactivité
- connexion flexible, autonome



Thermistance CTN, série NXF



Thermistance CTN, série NXR

Pour plus d'informations, consultez le site avnet-abacus.eu/murata

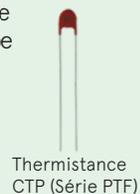
Murata

THERMISTANCE CTP (SÉRIES PRF, PTF)

Utilisant le coefficient température positif (CTP), c'est-à-dire une forte augmentation de la résistance au-dessus d'une certaine température, les thermistances CTP de la série PRF proposées par Murata sont conçues pour détecter les surchauffes dans les transistors FET, les circuits intégrés de puissance et autres zones génératrices de chaleur.

CARACTÉRISTIQUES

- miniaturisation de circuits électroniques
- grande réactivité thermique
- résistance aux chocs et aux vibrations mécaniques
- fonctionnement sans contact
- fonctionnement sans bruit



Thermistance CTP (Série PTF)



PTC Thermistance (Série PTF)



PTC Thermistance (Série PTF)

L'avenir de la 5G avec Bourns

Le cycle de déploiement de la 5G n'en est encore qu'à ses balbutiements, mais ses caractéristiques sont déjà définies et son potentiel d'applications nouvelles et améliorées ne fait aucun doute. À l'heure où la 5G permet à l'Internet des objets de franchir un nouveau palier, Bourns propose une gamme complète de produits en appui des applications concernées.

PUISSANCE

- composants de protection hybride GMOV™ pour la protection des entrées en courant continu
- inductances entièrement blindées pour convertisseurs continu/continu au point de charge (inductances SRR, SRU et SRP moulées)
- tubes à éclateur à gaz (GDT) empilés pour la protection des alimentations en courant continu (Série 2033)
- résistances shunt à puce pour la surveillance des alimentations en courant continu (résistances shunt CSS et détection de courant CRF)
- diodes de suppression de tensions transitoires (TVS) pour la protection des alimentations en courant continu (PTVS2, PTVS1 et PTVS3/6/10)



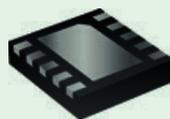
Tubes à éclateur à gaz (GDT) empilés pour la protection des alimentations en courant continu (Série 2033)



Composants de protection hybride GMOV™ pour la protection des entrées en courant continu

SIGNAL

- transformateurs LAN à puce et bobines de mode commun pour Ethernet >1Gb
- perles de ferrite pour le filtrage EMI (MG, MU, MZ et MH)
- réseaux de diodes TVS pour la protection ESD des ports signaux (DDFN10-3304NA)
- transformateurs pour alimentations sur Ethernet (PoE) (SM51589PEL)



Réseaux de diodes TVS pour la protection ESD des ports signaux, modèle cddf10-3304na



Transformateurs pour alimentation sur Ethernet (PoE), modèle SM51589PEL 5kV



Transformateurs ChipLAN et bobines de mode commun CMC pour Ethernet >1 Go, modèle SM453229



Perles de ferrite pour le filtrage EMI

BOURNS®

Bourns

Pour plus d'informations, consultez le site avnet-abacus.eu/bourns

Engineers' Insight: the Avnet Abacus blog

Relever les défis de conception

Le blog technique d'Avnet Abacus, Engineers' Insight, a pour vocation de vous aider à relever les principaux défis qui touchent l'ensemble des marchés que nous servons et des technologies que nous distribuons.

Depuis les phénomènes électroniques tels que les résistances série équivalentes (ESR) dans les condensateurs électrolytiques aux discussions sur les meilleures façons d'aborder les nouvelles technologies sans fil en passant par des guides de conception approfondis pour solutions d'alimentation, ce blog est rédigé par des ingénieurs, pour des ingénieurs.

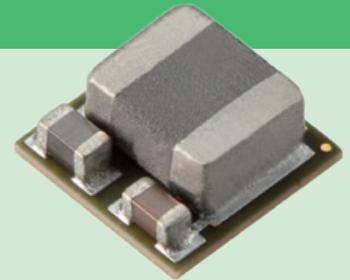
Pour lire le blog :
avnet-abacus.eu/engineers-insight

Modules d'alimentation TDK μ POL™ FS1406

La solution compacte et puissante pour alimenter vos
FPGA, ASIC et processeurs multicœurs

LES MODULES μ POL DE TDK CONJUGENT LES MEILLEURES PERFORMANCES
ET LE MEILLEUR RAPPORT TAILLE/DENSITÉ DE COURANT

CI + CIRCUIT DE COMMANDE + MOSFET + INDUCTANCE + DÉRIVATION LOCALE + BOÎTIER EMBARQUÉ (SESUB) =



Un régulateur de tension micropoint de charge (μ POL™) 6 A, 4 A et 3 A facile à utiliser, entièrement intégré et à très haute efficacité

CARACTÉRISTIQUES ET AVANTAGES

- contrôleur monté sur substrat embarqué (SESUB) avec interface numérique I2C
- MOSFET intégrés
- inductance et condensateurs intégrés pour une régulation extrêmement compacte, précise et silencieuse
- mode plug & play (aucune compensation externe requise)
- boîtier compact et de faible encombrement (3,3 x 3,3 x 1,5 mm)
- plusieurs macros de conception prêtes à l'emploi
- des outils logiciels complets
- tableaux de conception multi-composants
- courant de sortie échelonné, encombrement identique (3 A - 6 A)
- large plage de tension d'entrée (2,5-16 V)
- tension de sortie réglable, précision initiale de $\pm 0,5\%$
- gamme de température de fonctionnement : -40 à 125 °C

OPTIONS DE SYSTÈME D'ALIMENTATION

- réglage de la tension de sortie par pas de ± 5 mV
- points de consigne de surtension/ sous-tension/ surintensité
- alimentation avancée PMBus /I2C

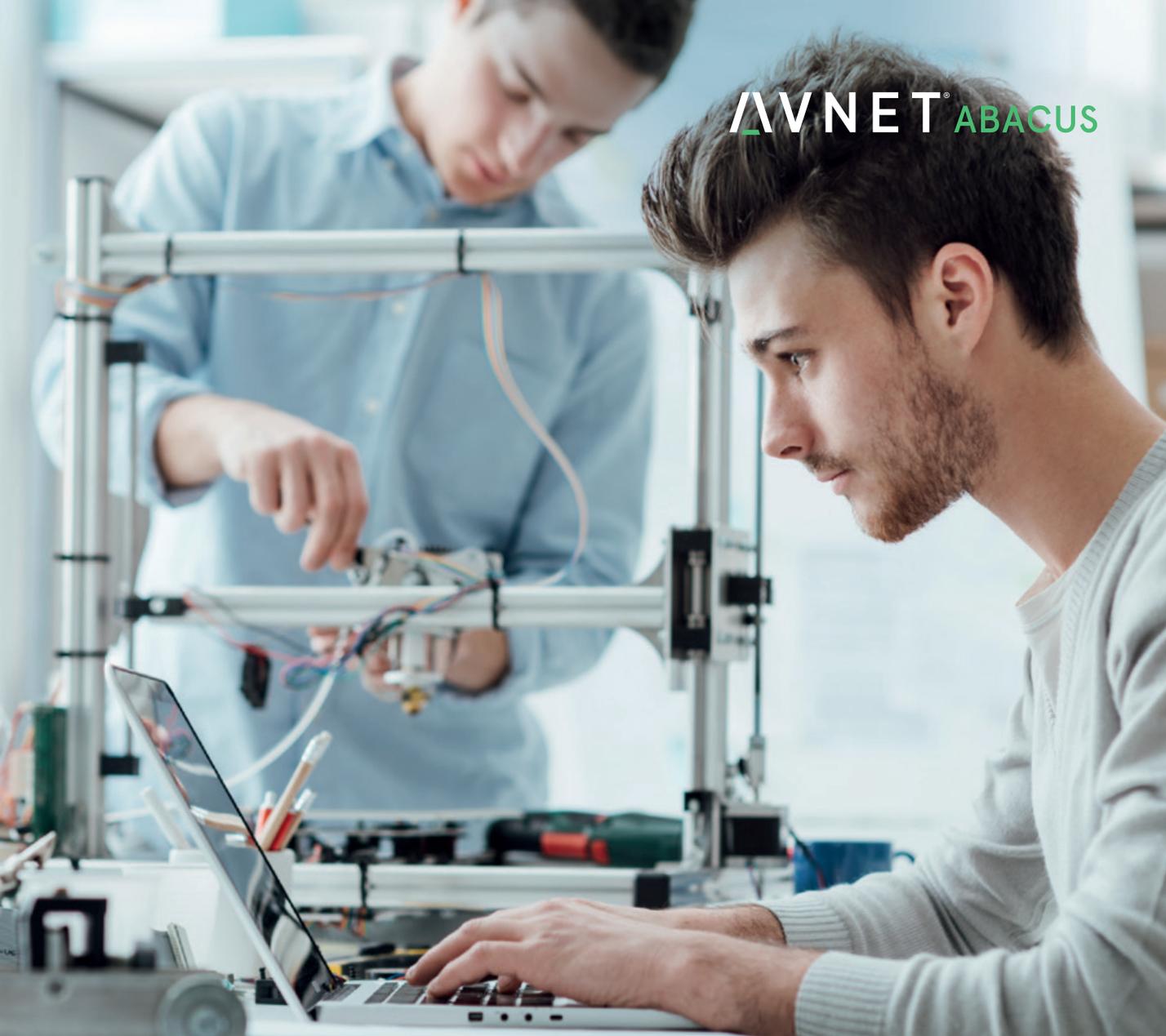
FACILITÉ DE CONCEPTION

Xilinx : Artix 7, Spartan 7, Zynq 7, UltraScale
Intel/Altera : Cyclone, Arria
Microchip : Microsemi PolarFire
Autres : NXPi.Mx8, Marvell/Cavium, ARM, Générique 5 à 150 W

Pour plus d'informations :
avnet-abacus.eu/tdk



Small and powerful
TDK's μ POL™



Avnet Abacus - une composante essentielle de votre succès

Avnet Abacus est spécialisé dans la distribution des produits d'interconnexion, passifs, électromécaniques, d'alimentation électrique, de stockage d'énergie, de communications sans fil et de détection commercialisés par les plus grands fabricants mondiaux. La société allie une expertise technique approfondie et un soutien logistique et d'approvisionnement hors pair.

En assurant le lien entre les clients et les fournisseurs, nous guidons vos projets à chaque étape, de l'idée jusqu'au produit, et du produit au marché.

En tous points du cycle de vie de votre technologie, Avnet Abacus peut vous aider à aller plus loin. Pour en savoir plus, consultez le site [avnet-abacus.eu](https://www.avnet-abacus.eu).

Sentez-vous le potentiel ?



Les progrès accomplis dans le domaine des capteurs de pression rendent possible une large gamme de nouvelles applications.

Vérifiez que vos connaissances sont à jour en consultant The Design Engineer's Guide.

avnet-abacus.eu/pressure-sensors

AVNET ABACUS