

# Journée Thématique : les communications de 5<sup>ème</sup> génération et l'Internet des Objets

## Session A : « Impact de la 5G sur la technologie »

- Didier Belot, CEA - LETI

Titre : La Roadmap Connectivité pour la 5G et l'après 5G, et son impact sur les roadmaps des micros et Nano technologies.

Auteurs : Didier Belot



Résumé :

Cette présentation traitera des attentes en matière de processus technologiques demandées par les futures fonctions de connectivité. Une feuille de route de connectivité pour les 5 à 10 prochaines années, pour les applications 5G et au-delà, basée sur les retours d'expérience de l'IRDS et des experts européens, sera présentée et nous tenterons de définir les défis technologiques à relever. Ce travail est l'un des résultats du projet CSA NEREID H2020. Les fonctions de connectivité sont partout, reliant toutes les autres fonctions électroniques. La nature de ces fonctions est sans fil (en fréquence radio mmW, bandes THz ou lumière visible), ou filaire (en cuivre, fibre optique ou autres matériaux). Leur gamme peut être triée en fonction de la distance, la gamme ultra courte portée, est dans la distance du  $\mu\text{m}$  au cm; la courte portée est inférieure à 100 m, tandis que la longue portée couvre des distances supérieures à 100 m. Nous aborderons différentes parties des blocs de construction de la connectivité, comme les FEM, RFFE ou DFE, et le traitement du signal. A titre d'exemple, si nous regardons les attentes FEM sur les Micro et Nanotechnologies, elles sont principalement définies par les différentes fonctions comme Amplificateurs de puissance, Amplificateurs à faible bruit, Antennes dans le domaine sans fil ; Modulateurs, laser-Driver, Amplificateurs Trans-Impédance, Diodes Laser, et les diodes PIN pour les applications filaires, que nous devons mettre en œuvre pour les différents émetteurs-récepteurs. Dans ce domaine, l'Axe « More Than Moore » est privilégié (actifs, NEMs et MEMs, et composants passifs), et l'assemblage multi-physique peut apporter des avantages par rapport aux solutions actuelles. À la fin de la présentation, nous aurons un aperçu des défis futurs auxquels nous serons confrontés dans les 5 à 10 prochaines années en ce qui concerne les applications de connectivité.

- **O. Tesson, NXP**

Titre : Développement des circuits 5G millimétriques, de la conception à l'industrialisation : de nombreux défis à relever

Auteurs : Olivier Tesson, Mike Bellanger et Grégory Bassement



Résumé :

L'arrivée programmée de la 5G a incité les fabricants de semi-conducteurs à adapter leur méthode de conception afin de répondre à de nombreux défis en lien avec la modélisation et la vérification. En effet, améliorer la prédictibilité des performances du circuit est primordiale avant de commander les masques qui serviront à la fabrication.

Néanmoins, de nouveaux défis ont émergé très vite au sein des équipes de développement sur des domaines aussi vastes que la validation et le test industriel. En effet, peu voire pas de solutions étaient disponibles sur le marché pour garantir les performances des circuits fournis en volume chez un client. La présentation abordera donc ces 3 différents aspects du développement avec une présentation des solutions qui ont été proposées. De nombreuses données seront également présentées pour supporter les analyses théorique et exploratoire. Enfin, les auteurs focaliseront aussi sur la nécessaire collaboration entre ces trois domaines afin d'améliorer l'efficacité du développement du produit et donc réduire le temps nécessaire pour une mise en production.

- **Cédric Corrège, OMMIC**

Titre : GaN/Si 100 nm : une technologie innovante pour la 5G millimétrique.

Auteur : Cédric Corrège



Résumé :

La 5G est une technologie de rupture qui, outre les augmentations de débits inhérentes à chaque nouvelle génération de téléphonie, ouvrira la porte à de nouvelles applications.

Aujourd'hui encore, de nombreuses technologies s'affrontent et tentent de prouver leur pertinence face aux spécifications des stations de bases. Parmi elles, le nitrure de gallium sur substrat silicium (GaN/Si) ou Carbure de silicium (GaN/SiC), l'arséniure de gallium (GaAs) et le Silicium-germanium (SiGe).

Le GaN/Si possède de nombreux avantages intrinsèques à la technologie. En effet, sa forte densité de puissance, ses capacités à faire du faible bruit et son rendement élevé sont des atouts qui permettent l'intégration de fonctions complexes dans une seule puce compacte. Pionnière dans le GaN millimétrique, la société OMMIC a présenté des démonstrateurs de frontend5G autour de 28 GHz et de 40 GHz. Parmi eux, un MMIC en bande Ka composée d'un PA à haut rendement (35 % de PAE) avec un LNA présentant 1,3 dB de bruit, et un PA à 40 GHz proposant 10 W de sortie avec 30 % de P.A.E.

La technologie GaN/Si répond en outre à d'autres problématiques systèmes tels que les coûts d'intégrations et la dissipation thermique. Cette technologie innovante se place donc parmi les candidats les plus attendus sur le marché des stations de bases.

- **Imene Lahbib, XFAB**

Titre : Les démonstrateurs d'XFAB destinés à la 5G sub-6 GHz et 28 GHz conçus avec une technologie hétérogène GaN/SOI.

Auteurs : I. Lahbib, F. Drillet, J. Loraine, A. Lazhar, H.Henchiri, G.Uren



MIXED-SIGNAL FOUNDRY EXPERTS

Résumé :

La cinquième génération (5G) est le nouveau standard qui permettra à la fois des hauts débits de télécommunication mobile (>100 Mbit/s, max de 20 Gbit/s), de plus hautes densités d'éléments connectés par km<sup>2</sup> et des temps de latence plus faibles. Pour satisfaire ces trois contraintes, la 5G utilisera, en plus des fréquences sub-6 GHz, des bandes millimétriques. Pour ces bandes de fréquences où les pertes sont critiques, placer les circuits d'émission/réception le plus proche des antennes devient crucial. Celles-ci étant espacées de  $\lambda/2$ , la taille de ces modules RF devra être compatible avec cet espacement. En tenant compte de ces contraintes (fréquence et surface), étudier la bonne option technologique est primordial. Cette technologie doit présenter en plus des bonnes performances RF, une haute densité d'intégration en termes de puissance. Les technologies III-V sont de bons candidats pour satisfaire ces contraintes.

Afin de réduire les inconvénients que présentent ces technologies (faible intégration, fort coût), XFAB développe une technologie hétérogène GaN / SOI. Cette dernière a pour objectif de combiner le meilleur de chacune des technologies.

Trois circuits démonstrateurs utilisant cette technologie « mixte » seront présentés. Ces circuits visent des applications 5G sub-6GHz et millimétriques. On présentera ainsi la conception et les résultats de simulation d' :

- Un amplificateur faible bruit conçu à 6.5 GHz. Il présente un IIP3 de 28 dBm et 120 mW.
- Un switch RF conçu à 6 GHz et qui vise une tension de claquage de 100V.
- Un module front-end à 28GHz composé d'un switch et d'un amplificateur faible bruit. Ce circuit millimétrique visera un gain de 16 dB, un bruit de 3.9 dB et une consommation de 30 mW

## **Session B : « Techniques de modélisation pour les communications de la 5G »**

- **David Prestaux, ANSYS**

Titre : Conception d'antenne 5G pour la voiture connectée

Auteur : David Prestaux



### Résumé :

Les constructeurs automobiles travaillent dur pour rendre leurs voitures plus sûres, connectées, autrement dit : intelligentes. Un monde intelligent a besoin de périphériques interconnectés et, dans ce cas, plus d'interaction signifie plus d'antennes à intégrer dans les carrosseries. La prise en compte de l'environnement complexe, les débits d'information souhaités et l'intégration de l'électronique conditionnent les choix techniques. Cet exposé examinera à quel point il est simple de gérer la conception d'antennes 5G grâce à la simulation multi physique. Grâce à l'approche de simulation hybride, les ingénieurs en antennes peuvent suivre chaque phase du projet, de la conception à l'installation.

- **Eddy Jehamy, Altair**

Titre : Relever les défis de la 5G avec FEKO

Auteur : Eddy Jehamy



Résumé :

« La croissance et l'évolution des communications mobiles et sans fil ont considérablement accru le besoin en termes de modélisation de la propagation et de la planification des réseaux. Les futurs systèmes s'appuieront sur les communications mobiles 5G pour fournir une grande variété d'applications, y compris de nouveaux services particuliers et professionnels répondant à des exigences et des besoins pointus. La 5G viendra ainsi renforcer ces besoins en répondant aux derniers challenges à soulevés et à alimenter l'IOT.

Afin de relever ces défis, des débits de données nettement plus élevés et un nombre beaucoup plus important d'appareils connectés doivent être pris en charge. Les défis présentés incluent la conception des antennes à la fois à la station de base et au terminal mobile, ainsi que les modèles de propagation d'onde rigoureux et nécessaires pour un déploiement et une optimisation des réseaux 5G. »

- **Tony Gasseling, AMCAD Engineering**

Titre : Du composant aux systèmes, la conception de systèmes de communications de 5G lève de nouveaux challenges à relever dans le domaine du test et de la modélisation.

Co-auteurs : Zacharia Ouairi, Tony Gasseling



Résumé :

De manière très générale, les systèmes de communication pour la 5G se répartissent en deux grandes catégories, les systèmes dont le déploiement se fera dans la bande de fréquence inférieure à 6GHz, et les systèmes qui fonctionneront aux fréquences millimétriques. La demande globale est d'obtenir des communications avec des temps de latence plus faibles, des débits plus élevés, une densité de connexion plus forte, une plus grande robustesse pour la mobilité, et donc de nouvelles architectures de réseaux.

La conception des systèmes "Front-End" s'en retrouve plus complexe. Une partie de cette complexité est liée à la nécessité de concevoir des systèmes agiles capables de fonctionner sur différentes bandes de fréquences, pour une communication respectant des normes strictes, en utilisant au mieux les infrastructures existantes. L'augmentation du coût de développement de ces systèmes est liée à des contraintes d'intégration plus fortes sur les parties analogiques et numériques des circuits. Cette complexité pousse les concepteurs de systèmes de communications à utiliser des outils logiciels de conception plus complets afin de minimiser le risque d'échec et ainsi améliorer les chances de conception réussie dès la première itération.

Le problème principal est que la précision de la simulation globale du système ne peut pas être plus précise que le modèle de qualité inférieure utilisé pendant cette phase de conception. Les modèles reposent eux-mêmes sur des mesures élémentaires lors des phases de caractérisations. Le risque généré dans ce flux de conception de systèmes est significatif, car les systèmes 5G vont reposer sur l'usage d'un nombre accru de composants élémentaires. Actuellement, la méthode la plus fiable consiste à modéliser chaque composant du circuit, et simuler la réponse globale avec un simulateur fonctionnant à l'échelle du circuit. Outre la complexité de cette approche, elle montre maintenant ses limites, car les formats de modulation des signaux à transmettre font que les méthodes classiques de simulations au niveau circuit ne pourront plus être mises en œuvre. En effet, les informations dans le domaine numérique et analogique au niveau du système front-end, associées à l'antenne chargée de recevoir ou d'émettre ce signal ne peuvent plus être traitées séparément par un simulateur circuit d'une part, un simulateur système d'autre part, puis par un simulateur électromagnétique, car les échanges d'informations d'une plateforme à l'autre seront source de pertes d'informations, et donc d'imprécisions.

Les concepteurs sont toujours à la recherche du «bon» modèle pour leurs composants, leurs circuits et leurs systèmes afin de prédire le comportement de leurs équipements agiles. Avec le développement continu des différentes technologies et architectures de semi-conducteurs, les exigences des concepteurs reposent désormais sur des faits pragmatiques. L'ingénieur en modélisation ne sera pas tenu de fournir le modèle le plus généraliste, mais plutôt fournir des modèles dont le champ d'application, même s'il est limité, sera bien défini. Ces modèles applicatifs devront être plus précis, plus facile à extraire et plus efficace en termes de calcul au niveau système.

Du point de vue des mesures, la préoccupation concerne la précision des mesures. Le challenge coté instrumentation sera de proposer des outils capables de caractériser un

composant de manière précise, lorsque le signal aura des bandes passantes instantanées plus larges (jusqu'au GHz), à des fréquences porteuses plus élevées (jusqu'au Thz).

Cette présentation tentera de mettre en lumière les différents challenges à relever, tant du point de vue de la mesure que des outils de modélisation qui devront faciliter le flux de conception des systémiers.

- **Sidina Wane, EV Technologies**

Titre : Unification of Instrumentation & EDA Tooling Platforms for Enabling Smart 5G and IoT Systems.

Auteurs : Sidina Wane, eV-Technologies France, Nicolas Gross, MVG-France, Riccardo Giacometti, Keysight Technologies France.



Résumé :

eV-Technologies, Keysight-Technologies and MVG demonstrate state of the art 5G & IoT Technology solutions for the following applications that will be covered during the proposed presentation:

- 28GHz MIMO hardware with video-streaming capabilities
- 60 GHz Point-to-Point hardware compliant with 802.11ad standard
- Low-Energy Smart IoT Modules for Smart Cities

Unification of instrumentation and EDA (Electronic Design Automation) tooling solutions is proposed for effective complementarities of Design and Instrumentation activities. These complementarities render possible broadband characterization, validation and qualification of emerging wireless technologies toward the deployment of 5G & IoT Technology solutions.