

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse		
PhD Title	GaN PIN diodes for ultra-fast high-power RF switching and limiter circuits	
(Co)-Directeur	Farid Medjdoub	E-mail : farid.medjdoub@iemn.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant (s)		E-mail :
Laboratoire		Web :
Groupe(s)	WIND	Web :
Projet phare principal	composants	
Financement acquis Oui ☐ Non ☒ Partiel ☐	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère...) :	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille ☒ Centrale Lille ☐ JUNIA ☐
	Région ou Autre ☐ Préciser : contrat ANR en phase 2	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé (français)

Les systèmes radar et de communication de nouvelle génération nécessitent des architectures RF capables de fonctionner à très haute fréquence tout en supportant des puissances élevées et des vitesses de commutation extrêmement rapides. Dans les front-ends actuels, ces fonctions sont généralement assurées par des circulateurs ferrites encombrants et des limiteurs à diodes PIN en GaAs, ce qui limite fortement l'intégration, la compacité et les performances globales du système.

Le projet ANR ISLAND vise à développer une nouvelle génération de circuits RF intégrés combinant les fonctions de commutation et de limitation de puissance au sein d'un même composant basé sur des diodes PIN en nitrure de gallium (GaN). Grâce aux propriétés exceptionnelles du GaN, large bande interdite, fort champ de claquage et robustesse thermique, ces dispositifs peuvent potentiellement fonctionner à des fréquences allant jusqu'à 40 GHz tout en supportant des puissances RF supérieures à 100 W et des temps de commutation inférieurs à 50 ns. Dans ce contexte, la thèse se déroulera à l'IEMN (CNRS UMR 8520) et portera sur l'étude, la modélisation et la caractérisation RF de diodes PIN en GaN destinées à des applications de commutation et de protection dans les circuits micro-ondes. Les travaux viseront à comprendre les mécanismes limitant les performances haute fréquence et forte puissance de ces dispositifs et à proposer des solutions pour améliorer leurs performances.

Le doctorant contribuera en particulier à :

- la caractérisation électrique et RF des diodes PIN en GaN (mesures DC, S-paramètres jusqu'à plusieurs dizaines de GHz, mesures sous forte puissance RF) ;
- l'étude des mécanismes dynamiques des diodes (temps de commutation, temps de recouvrement) ;
- le développement de modèles compacts et physiques des diodes permettant leur intégration dans des outils de simulation de circuits micro-ondes ;
- des simulations TCAD et électro-thermiques afin d'analyser l'impact de l'architecture du dispositif et du substrat (saphir vs SiC) sur les performances RF et la dissipation thermique ;
- l'intégration et la validation des diodes dans des circuits RF démonstrateurs (commutateurs et limiteurs).

Ces travaux seront menés dans un environnement collaboratif associant plusieurs partenaires académiques et industriels couvrant l'ensemble de la chaîne technologique : croissance épitaxiale (CRHEA), fabrication de dispositifs (GREMAN), caractérisation RF et modélisation (IEMN) et conception de circuits (III-V Lab).

Cette thèse contribuera au développement de nouveaux composants RF haute puissance et ultra-rapides, ouvrant la voie à des front-ends radar plus compacts, plus robustes et plus performants.

Abstract (anglais)

Next-generation radar and communication systems require RF front-end architectures capable of operating at high frequencies while handling large power levels and extremely fast switching speeds. In current systems, these functions are typically performed using bulky ferrite circulators and multi-stage GaAs PIN diode limiters, which limit system integration, compactness, and performance.

The ANR ISLAND project aims at developing a new generation of integrated RF circuits combining switching and limiter functions within the same component using gallium nitride (GaN) PIN diodes. Thanks to the outstanding physical properties of GaN, including wide bandgap, high breakdown field and excellent thermal robustness, such devices could operate at frequencies up to 40 GHz, handle RF power levels above 100 W, and achieve switching times below 50 ns.

Within this framework, the PhD project will be carried out at IEMN (CNRS UMR 8520) and will focus on the study, modeling, and RF characterization of GaN PIN diodes for high-power microwave switching and protection circuits. The main objective is to identify the physical mechanisms limiting the high-frequency and high-power performance of these devices and to develop strategies to improve their operation.

The PhD candidate will notably work on:

- electrical and RF characterization of GaN PIN diodes (DC measurements, S-parameters up to tens of GHz, large-signal RF measurements);
- investigation of the dynamic behavior of the devices, including switching and recovery times;
- development of compact and physics-based models suitable for microwave circuit simulations;
- TCAD and electro-thermal simulations to analyze the influence of device architecture and substrate choice (sapphire vs SiC) on RF performance and heat dissipation;
- validation of the developed devices through integration into RF demonstrator circuits, such as switches and limiters.

The work will be conducted within a collaborative research framework involving several academic and industrial partners covering the entire technological chain: epitaxy (CRHEA), device processing (GREMAN), RF characterization and modeling (IEMN), and circuit design (III-V Lab).

This PhD project will contribute to the development of ultra-fast and high-power RF components, paving the way for more compact, robust, and efficient radar front-end systems.