

Invitation à la soutenance de thèse

Étude, conception et réalisation d'un démonstrateur RADAR ULB impulsif
embarquable à source optoélectronique

Souhail El Maqri Sid Ahmed

Date : 6 mai 2025 à 10h00

À l'IUT GEII de Brive-la-Gaillarde, Amphithéâtre

Lien de visioconférence :

Thèse préparée dans l'unité de recherche **Électronique des Hautes Fréquences, Photonique et Systèmes** (Université de Limoges, XLIM), sous la direction de **Michèle Lalande**, Professeure des Universités, XLIM, le co-encadrement de **Romain Négrier**, maître de conférence (Université de Limoges, XLIM), le co-encadrement de **Rémi Baqué**, ingénieur de recherche au DEMR, ONERA,

Devant le jury composé de :

Noëlle Lewis	Professeure, Université de Bordeaux, IMS	Rapportrice & Examinatrice
Laurent Pécastaing	Professeur, Université de Pau, SIAME	Rapporteur & Examineur
Jean-François Nouvel	Ingénieur de recherche, ONERA	Examineur
Philippe Pouliguen	Ingénieur de recherche, DGA	Examineur
Vincent Couderc	Directeur de recherche, XLIM	Examineur
Romain Négrier	Maître de Conférences, XLIM	Examineur

Membres invités

Rémi Baqué, Ingénieur de recherche, ONERA
Michèle Lalande, Directrice de Recherche XLIM

Résumé

Ces travaux s'inscrivent dans une démarche de recherche sur les architectures et solutions radars visant à démontrer la faisabilité d'une source optoélectronique Ultra Large Bande pour des applications radars embarquées. L'objectif est d'explorer l'intégration de cette technologie et d'évaluer ses performances en tenant compte des contraintes d'embarquabilité et des exigences radars. Une première étape a consisté à analyser et sélectionner un système laser compact compatible avec le générateur optoélectronique qu'il éclaire. Ce générateur a été conçu, modélisé et fabriqué, offrant une fréquence centrale de 1.25 GHz et une bande passante de 1 GHz à -3 dB. Pour assurer la robustesse mécanique et la stabilité temporelle du signal généré, un support d'alignement a été conçu et réalisé par impression 3D. Le démonstrateur radar intègre également le récepteur compact ADQ7WB, dont la fréquence d'échantillonnage de 5 GSa/s et la bande passante analogique de 6.5 GHz ont été exploitées après une phase de tests et de comparaison avec le récepteur RFSOC. Une chaîne de réinjection a été mise en place pour synchroniser précisément l'acquisition des données avec l'émission, garantissant une haute précision des mesures radars. Deux antennes K compactes adaptées aux signaux générés ont été intégrées au système. Le développement du démonstrateur a été jalonné par plusieurs phases d'évaluation : des simulations, suivies d'essais en laboratoire et en chambre anéchoïque, ont permis d'optimiser les performances du système. Des essais rayonnés sur

cible étalon ont ensuite validé expérimentalement le bon fonctionnement du démonstrateur dans un environnement représentatif. Ces tests ont confirmé la cohérence des signaux générés et numérisés avec les spécifications et résultats calculés et simulés. Ce travail contribue à la recherche sur les systèmes radars embarqués en démontrant la pertinence des sources optoélectroniques pour ces applications. Il met en évidence les enjeux liés à leur intégration et ouvre la voie à des perspectives d'amélioration en matière de miniaturisation, robustesse et extension des performances spectrales.

Abstract

This work is part of a research project on radar architectures and solutions aimed at demonstrating the feasibility of an Ultra Wide Band optoelectronic source for on-board radar applications. The aim is to explore the integration of this technology and to assess its performance, taking into account on-board constraints and radar requirements. The first step was to analyse and select a compact laser system compatible with the optoelectronic generator it illuminates. This generator was designed, modelled and manufactured, offering a centre frequency of 1.25 GHz and a bandwidth of 1 GHz at -3 dB. The radar demonstrator also incorporates the compact ADQ7WB receiver, whose 5 GSa/s sampling frequency and 6.5 GHz analogue bandwidth were exploited after a phase of testing and comparison with the RFSoc receiver. A feedback chain was set up to precisely synchronise data acquisition with transmission, guaranteeing high precision radar measurements. Two compact K antennas adapted to the signals generated were integrated into the system. The development of the demonstrator involved several evaluation phases: simulations, followed by laboratory and anechoic chamber tests, were used to optimise the system's performance. Radiated tests on a standard target then validated experimentally that the demonstrator was functioning correctly in an operational context. These tests confirmed that the signals generated were consistent with the radar requirements, thereby validating the technological choices made. This work contributes to research into onboard radar systems by demonstrating the relevance of optoelectronic sources for these applications. It highlights the challenges associated with their integration and opens the way to potential improvements in terms of miniaturisation, robustness and extended spectral performance.

Mots clés

Guerre électronique, systèmes radars, générateurs optoélectroniques, photoconducteurs, antenne ultra-large bande.

Electronic warfare, radar systems, optoelectronic generators, photoconductors, ultra-wideband antennas.