

N° d'ordre : D -

THESE

présentée

devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes

en vue de l'obtention du

DOCTORAT

spécialité : Electronique

par M YEO Katiembiyaha Brahima

Intitulé : Contrôle du front d'onde pour des scénarios d'agression électromagnétique à distance et de communications en environnement à trajets multiples

Directeurs de Thèse : BESNIER Philippe – Matthieu DAVY

Date, heure et lieu de soutenance : 07/03/2023 – 10h00 - INSA Rennes – Amphi Bonnin

Membres du jury (nom, prénom, titre et établissement de rattachement, fonction)

| Nom - Prénom | Titre et établissement de rattachement |
|--------------------|---|
| Pierre BONNET | Professeur des Universités, Université Clermont Auvergne |
| Cyril DECROZE | Professeur des Universités, Université de Limoges |
| Claire PRADA | Directrice de Recherche, CNRS, Institut Langevin, Paris |
| Erwan NOGUES | Expert DGA-MI, Rennes |
| Jose LOPES-ESTEVEZ | Expert ANSSI, Paris |
| DAVY Matthieu | Maître de Conférences HDR, Université de Rennes, IETR |
| BESNIER Philippe | Directeur de Recherche CNRS à IETR (UMR-CNRS 6164), Rennes |

RESUME DE LA THESE

Dans le contexte de la cybersécurité, l'illumination d'une cible par des sources d'interférence électromagnétique intentionnelle vise à maximiser le couplage vers cette cible. Les techniques de pré-codage conventionnelles nécessitent une coopération directe de celle-ci. Toutefois ces approches ne sont pas envisageables dans un scénario d'agression électromagnétique réaliste. Dans cette thèse, nous démontrons de nouvelles approches de pré-codage qui s'appuient sur les propriétés de diffusion du milieu, caractérisées par la matrice diffusion, afin de maximiser le couplage vers la cible de manière non-invasive.

Dans un premier temps, nous nous basons sur l'opérateur de Wigner-Smith généralisé (WSG) appliqué à la modulation d'impédance de la cible. Cet opérateur nous permet en effet de déterminer le front d'onde, en régime harmonique, à injecter dans le milieu afin d'optimiser l'excitation de la cible sur la seule perception de ce changement d'état. Nous avons ensuite étendu cette technique au régime transitoire pour des applications large bande. La technique de pré-codage basée sur l'opérateur WSG peut avoir de nombreuses applications en plus de la cybersécurité, notamment dans le domaine des communications où nous démontrons la transmission d'une image à un récepteur sans connaissance préalable de l'information du canal. Dans un second temps, plutôt que de façonner le front d'onde en émission, nous démontrons une nouvelle technique de pré-codage basée sur la modification de la matrice de diffusion à l'aide de métasurfaces reconfigurables, afin que tout front d'onde incident défini arbitrairement puisse maximiser l'intensité focalisée au même titre que la technique précédente. Cette nouvelle technique facilite la transition vers des protocoles de pré-codage plus simple ouvrant ainsi un grand panel d'applications dans l'ingénierie ondulatoire.