



Sujet : Etude et conception d'un interféromètre hyperfréquence pour la mesure de vitesse au sein de matériaux inertes ou énergétiques

(sujet désigné début 2017 comme sujet « phare » par le Haut-Commissariat à l'Energie Atomique et la Direction des Applications Militaires du CEA)

Contexte : Le CEA Gramat étudie le comportement de matériaux sous choc nécessitant l'usage de métrologies dynamiques. L'interférométrie Doppler radiofréquence (plusieurs dizaines de GHz) a été identifiée comme une technique très prometteuse de mesure de vitesse de choc au sein de matériaux radio-transparents dans une plage de mesure de 0 à 10 km/s. Cette mesure de vitesse de choc va permettre d'analyser la micro structuration de matériaux pour l'amélioration de leurs performances. Pour les matériaux inertes (bétons composites, céramiques, ...), l'étude à cœur de leurs propriétés sous choc va permettre de renforcer la compréhension des phénomènes dynamiques. Pour les matériaux énergétiques, cette étude permettra de maîtriser de manière fiable leurs conditions d'amorçage et d'évaluer leurs performances détoniques. Lorsqu'une onde de choc se propage dans un matériau radio-transparent dispersif, elle provoque un saut de permittivité diélectrique. Cette discontinuité est liée à un changement de densité volumique. Dans le cas d'une onde réactive, elle peut être liée à un couplage complexe entre de multiples phénomènes comme une ionisation locale et une accélération du choc. Une onde électromagnétique transmise dans un échantillon énergétique est donc en partie réfléchi avec l'effet Doppler sur cette discontinuité en mouvement. Le traitement de l'interférogramme obtenu permet de déduire la vitesse instantanée de choc et la vitesse matérielle.

Objectif de la thèse : Ce travail de thèse consistera à concevoir, développer et réaliser un interféromètre hyperfréquence en gamme de fréquence millimétrique ou submillimétrique pour mesurer la vitesse au sein de matériaux inertes ou énergétiques repoussant significativement les limites de performances des systèmes de mesure actuels en termes de résolution spatiale, de localisation et de dynamique. Les technologies microondes et TéraHertz seront étudiées afin de choisir la bande de fréquence, les technologies, l'architecture et le système antennaire les plus adaptés au besoin notamment en termes de résolution et de profondeur de champ.

Pour atteindre ces objectifs, un montage expérimental adapté devra être conçu avec le support de la modélisation et ensuite validé expérimentalement. Un traitement des signaux adaptés sera aussi à mettre en place, basé sur la connaissance déjà acquise par le CEA. Enfin, la fonction de transfert globale de la chaîne de mesure devra être modélisée et maîtrisée par l'estimation de son incertitude de mesure.

Déroulement de la thèse : Le travail débutera par une étude bibliographique sur les techniques connues d'interférométrie Doppler afin d'appréhender leurs avantages et inconvénients.

Sur la base des travaux déjà menés sur les mesures de vitesses de choc par radio-interférométrie, une première partie théorique sera réalisée afin de définir la gamme de fréquence, les technologies et l'architecture retenue. Pour cela une phase de modélisation électrique de chaque composant constituant le système choisi sera à effectuer à l'IEMN Lille et MC2 Technologies.

La deuxième partie de ce travail de thèse consistera à réaliser l'interféromètre et à le qualifier en laboratoire à l'IEMN Lille et MC2 Technologies.

Enfin, la troisième partie sera la validation expérimentale du système sur les moyens expérimentaux du CEA Gramat.

Directeur de thèse : Pr. Christophe Gaquière, IEMN Lille (Institut d'Electronique, de Micro-électronique et de Nanotechnologie - UMR 8520) et MC2 Technologies

Ecole Doctorale : Ecole doctorale des Sciences pour l'Ingénieur de l'Université Lille 1

Contact : CEA/DAM/Gramat : Dr. Yohan Barbarin - tél : 05 65 10 55 99 - yohan.barbarin@cea.fr

Niveau de priorité : Important