Étude, réalisation et caractérisation d'un système de télécommunication térahertz

Isidore Diouf, Stéphane Blin, Annick Penarier, Philippe Nouvel, Luca Varani
IES, UMR 5214 CNRS, Université de Montpellier, 34095 Montpellier
Dominique Coquillat
L2C, UMR 5221 CNRS, Université de Montpellier, 34095 Montpellier
Virginie Nodjiadjim, Muriel Riet, Agnieszka Konczykowska
III-IV lab, campus de polytechnique, 91767 Palaiseau
contact : *isidore.diouf@ies.univ-montp2.fr*

Le domaine de fréquences térahertz (1 THz = 10^{12} Hz) s'étend environ de 300 GHz à 10 THz, soit des longueurs d'ondes de 1 mm à 30 µm. Une télécommunication basée sur des fréquences porteuses térahertz permet d'atteindre des transmissions à très haut débit jusqu'à potentiellement la centaine de gigabit par seconde, d'où son importance dans les transmissions sans fil. Par contre il existe peu de dispositifs électroniques capables de générer et de détecter les radiations térahertz.

Nous nous intéressons à l'étude de la détection de ces radiations par un transistor bipolaire à hétérojonction issu de la filière technologique basée sur le phosphure d'indium (InP). Nous caractérisons ainsi ce transistor monté en émetteur commun, polarisé uniquement sur sa base ($V_{BE} \simeq 0,65$ V), et étudions le signal détecté constitué par une tension continue mesurée sur le collecteur lorsque le transistor est irradié avec le faisceau généré par une source térahertz commerciale aux alentour de 0,3 THz. La sensibilité du détecteur ainsi mesurée est de 0,35 V/W avec une fréquence de coupure proche de 10 GHz et une impédance de sortie relativement grande (kΩ) comparée au standard pour les lignes de télécommunication hyperfréquences (50 Ω). Dès lors, cette sensibilité mesurée n'est pas suffisante pour établir un système de communication ultra-rapide (débit d'au moins 10 Gbps) avec la source térahertz actuellement disponible fonctionnant à une puissance de 10 µW. En effet, pour une telle sensibilité et un rapport signal à bruit (uniquement thermique) pris égal à 10, la bande passante maximale de communication calculée est de 0,1 MHz. Par la suite, des mesures d'impédances et de sensibilité montrent que l'augmentation de la tension de polarisation diminue l'impédance et la sensibilité. Par conséquent, un compromis est à faire pour améliorer l'adaptation de l'impédance du transistor à celle du circuit extérieur tout en préservant la sensibilité térahertz. Aussi, nous prévoyons d'utiliser des lentilles teflon à focale plus petite afin de réduire la taille du faisceau propagé jusqu'à la limite de diffraction, ainsi coupler plus d'énergie sur le détecteur et donc gagner un facteur considérable sur la sensibilité.

Nous nous sommes aussi intéressés à l'étude du même transistor couplé sur sa base avec une antenne spirale logarithmique pour augmenter la sensibilité. Nous présenterons les enjeux associés à cette antenne par des simulations électromagnétiques 3D à l'aide du logiciel commercial CST microwave studio. Nous montrerons qu'un design adéquat associé à un montage sur lentille silicium devrait permettre une augmentation suffisante de la sensibilité pour réaliser une communication haut débit.