

Module Photonique et capteurs :

Les bases de la Microélectronique et de la Photonique Intégrée

Programme de génie électrique – sessions d’hiver

L’électronique moderne, des puissants serveurs centralisés jusqu’aux systèmes resautés de toutes sortes de *l’Internet-of-Things*, repose sur le développement de technologies de capteurs de lumière, de chaleur, de vibration toujours plus poussées. C’est le développement des techniques de micro/nanofabrication qui permet d’intégrer toutes ces fonctions dans des petits composants à faible consommation, comme des téléphones intelligents ou des laboratoires-sur-puce (*lab-on-a-chip*).

Le module Photonique et capteurs du bloc Microélectronique vise à équiper les étudiants avec les bases du design de composants semi-conducteurs et de photonique intégrée afin de leur ouvrir les portes à la conception de puces et de microsystèmes pour l’industrie microélectronique et des capteurs intégrés.

Ce domaine est l’un des plus actifs en recherche à la Faculté de Génie et regroupe des chercheurs de génie électronique, de physique, et de génie mécanique. La plupart des projets de recherche sont faits en lien avec des industriels ou sur des problématiques industrielles facilitant ainsi grandement le placement des étudiants après des études aux cycles supérieurs. La plupart de nos diplômés se place dans l’industrie au Québec tant en microélectronique qu’en électronique plus conventionnelle.

GEI 769 – Physique des composants microélectroniques

Tuteur : Serge Charlebois

L’activité est composée de deux APP¹ (habituellement les 2 dernière semaines de janvier et les 2 première de février). Durant ces activités, les étudiants utilisent un logiciel de simulation industriel afin de concevoir et optimiser les composants pour répondre à un cahier de charge. Ils sont ainsi amenés à étudier la physique des semi-conducteurs qui est à la base du fonctionnement de ces composants.

L’unité « Conception d’une photodiode avalanche » porte sur le fonctionnement d’une photodiode qui est à la base de tous les senseurs optiques des caméras CCD et CMOS, aux systèmes de télécommunications optiques en passant aux caméras à très faible luminosité par comptage de photons, les détecteurs de radiation, les systèmes d’imagerie médicale, etc.

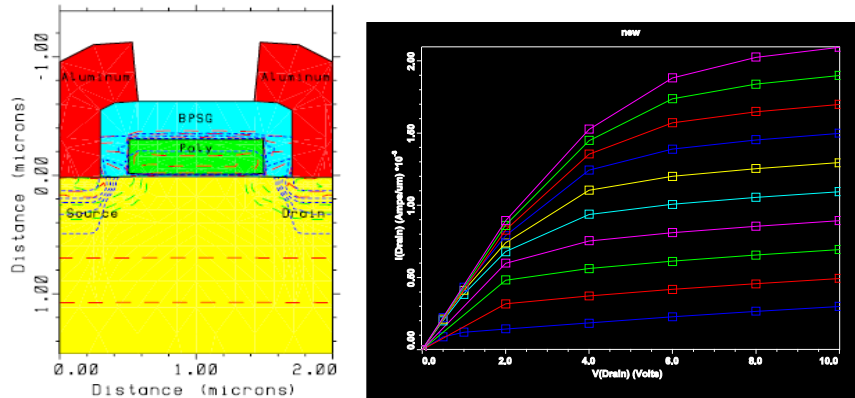
¹ Unités d’apprentissages par problème d’une durée de 2 semaines, basé sur une problématique et se complétant par un examen et la production d’un rapport sur la solution à la problématique.

L'unité « Conception d'un transistor MOSFET » permet aux étudiants de comprendre les composants modernes pour la technologie CMOS jusqu'aux SOI, FINFET, etc.

Ces activités sont à la base du travail de tout concepteur de puce et s'inscrivent en continuité avec le module « Microélectronique » (automne).

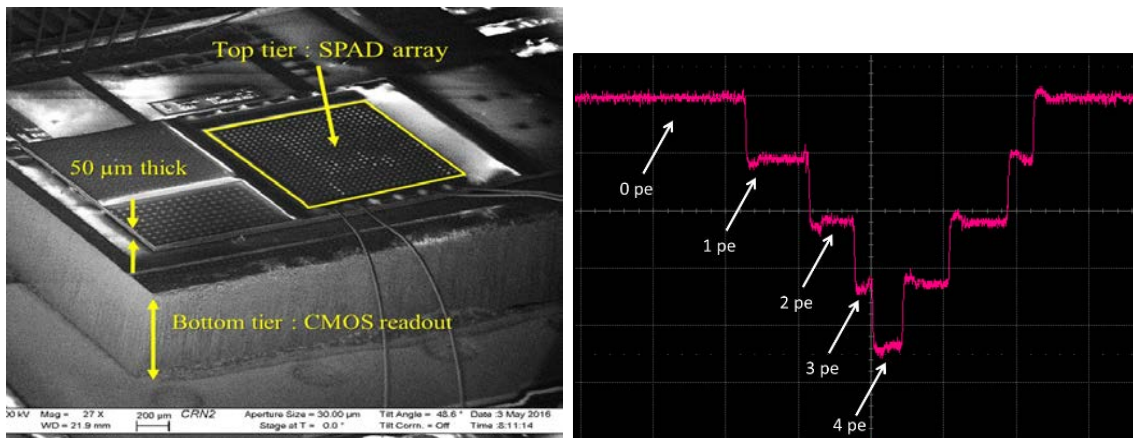
Transistor nMOS réalisé par les étudiants

Vue en coupe et caractéristique I_D - V_{DS}



Module de comptage de photons

Microsystème conçu et réalisé par des étudiants gradués. Signal obtenu pour 4 photons.



GEI 724 – Optique intégrée et capteurs photoniques

Tuteur : Paul Charette

L'activité se donne sur un APP de 3 semaines (habituellement les 3 semaines suivant la semaine de relâche) constituée de deux tutorats, de 3 procéduraux, et de 3 périodes de laboratoires.



Pourquoi s'intéresser à l'optique intégrée, i.e. *la lumière sur puce*? Parce que c'est l'avenir des interconnexions et du traitement de l'information sur puce à très haute vitesse. C'est aussi l'avenir des technologies médicales miniaturisées.



Dans l'APP, les étudiants apprennent les principes physiques fondamentaux à base des équations de Maxwell qui permettent de *guider* la lumière sur puce, c'est-à-dire de *confiner* la lumière dans des structures microfabriquées. De cette manière, les photons, plutôt que les électrons, sont utilisés pour exécuter des fonctions sur la puce, dans ce cas-ci une fonction de *capteur*.

Forts de ces nouvelles compétences, les étudiants conçoivent un logiciel Matlab entièrement de leur cru capable de modéliser le confinement de la lumière dans un guide d'onde sur puce et de mesurer un paramètre physique dans l'environnement externe de la puce.

Enfin, les étudiants apprennent à lire des articles scientifiques dans le domaine. Dans la dernière semaine de l'APP, les étudiants présentent par équipes un article scientifique de leur choix portant sur une application récente de la photonique intégrée, ce qui permet au groupe d'entrevoir l'envergure de ce vaste domaine de pointe.

