

5.00 crédits	22.5 h + 22.5 h	Q1
--------------	-----------------	----

Enseignants	Bol David (coordinateur(trice)) ;Jacques Laurent ;Louveaux Jérôme ;Standaert François-Xavier ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>In information and communication technologies (ICTs), embedded systems are computing systems that interact with the physical world with a dedicated function. They fill up our industrial world: from cash machines to consumer connected objects and IoT devices to automotive regulation systems to production-line control systems to medical equipment.</p> <p>This integrated project deals with wireless embedded sensing systems and their core technologies from both the disciplines of the Master degree in electrical engineering (electronic circuits and systems, communication systems, information and signal processing, cryptography, electronic materials and devices, and energy) and from embedded software programming. We will specifically practice the multi-objective optimization of these embedded systems with respect to sensing performance, communication range, robustness, power consumption and resource usage.</p> <p>Within the social-ecological transition, an important point is to use technologies like ICTs for meaningful applications with positive societal and/or environmental outcomes. In this project, we will focus on an audio monitoring system for natural ecosystem preservation.</p>
Acquis d'apprentissage	<p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</p> <p>a. <u>Contribution of the activity to the learning outcomes of the program</u> In view of the LO reference framework of the "Master in Electrical Engineering", this course contributes to the development, acquisition and evaluation of the following learning outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • LO1.1, 1.2 and 1.3 • LO2.1, 2.2, 2.3, 2.4 and 2.5 • LO4.1, 4.2, 4.3 and 4.4 • LO5.1, 5.4 and 5.6 • LO6.1 <p>b. <u>Learning outcomes</u> After this course, the students in electrical engineering should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluate the requirements (e.g. detection level, datarate, communication range, security, power budget, ...) of a wireless embedded sensing system in a given applicative context from the characteristics of the signals to be sensed • Characterize experimentally the multi-objective performance of a wireless embedded sensing system : communication performance (e.g. range, sensitivity, blocker tolerance), sensing performance (e.g. limit of detection), security, resource usage (memory footprint, power consumption, bill of material, spectrum bandwidth). • Program a microcontroller with limited resources (memory, computing performance, power budget) to acquire sensor data, perform simple processing and transfer them wirelessly • Program an MPSoC to implement a DSP algorithm • Deploy a wireless communication system according to PHY- and MAC-level specifications • Tune a simple event detection algorithm for a given dataset <p>Select a simple encryption and authentication protocol for wireless data transfer</p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>Dans le cadre de ce cours, les étudiant-es sont évalué-es par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une évaluation continue certificative en groupe qui inclut des brefs résumés de séances de travail en groupe, cette évaluation continue intervient pour 20% de la note finale pour l'ensemble des résumés, chaque résumé étant coté de manière binaire; • une évaluation certificative du projet en groupe basé sur un rapport à remettre en fin de quadrimestre, qui intervient pour 50% de la note finale; • un examen individuel oral, réalisé en session, qui intervient pour 30% de la note finale.

Méthodes d'enseignement	La méthode d'enseignement est basée sur quelques cours pour introduire le projet et les notions de bases des technologies centrales impliquées, suivis de séances de mise en pratique de ces concepts dans le cadre de développement du projet avec les équipements matériels fournis. Une partie significative du travail consiste dans la réalisation d'un projet en groupe jalonné par des séances de consultance avec l'équipe enseignante.
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes embarqués: programmation bare metal et basé sur un système d'exploitation en C/C++ et/ou des langages de plus haut niveau, entrées-sorties et couche d'abstraction matérielle (HAL), séquençage, gestion de la mémoire, implémentation d'algorithmes DSP.. • Communications sans fil: schémas de modulation digitale, synchronisation, digital modulation schemes, synchronisation, techniques simples de contrôle d'accès au canal (MAC), traitement de signal en bande de base.. • Systèmes électroniques digitaux: architecture et opération des systèmes embarqués à base de microcontrôleur et de FPGAs, gestion de l'alimentation, arithmétiques et virgule fixe, accélération matérielle sur FPGA. • Traitement de signaux audios: effets d'échantillonnage et de quantification, réduction du bruit, extraction de caractéristiques temps-fréquence, méthodes de bases de classification statistiques ou d'apprentissage machine. • Sécurité des données / cryptographie: encryption à base de clé privée, authentification.
Ressources en ligne	https://moodle.uclouvain.be/course/view.php?id=4829
Faculté ou entité en charge:	ELEC

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil électricien	ELEC2M	5		