

Master en sciences de l'ingénieur industriel - électronique

HELHa Campus Mons 159 Chaussée de Binche 7000 MONS
Tél : +32 (0) 65 40 41 46 Fax : +32 (0) 65 40 41 56 Mail : tech.mons@helha.be

1. Identification de l'Unité d'Enseignement

UE ML406 Techniques numériques II			
Ancien Code	TENE1M06	Caractère	Obligatoire
Nouveau Code	XIEM1060		
Bloc	1M	Quadrimestre(s)	Q1
Crédits ECTS	6 C	Volume horaire	72 h
Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE	Fabrice TRIQUET (fabrice.triquet@helha.be)		
Coefficient de pondération	60		
Cycle et niveau du Cadre Francophone de Certification	master / niveau 7 du CFC		
Langue d'enseignement et d'évaluation	Français		

2. Présentation

Introduction

Dans le monde moderne, l'électronique embarquée est devenue omniprésente, bien que souvent invisible aux yeux du grand public. Elle est la force silencieuse qui anime une vaste gamme d'appareils et de systèmes, des smartphones aux voitures, des appareils ménagers aux équipements médicaux, et bien plus encore. L'électronique embarquée est le cerveau technologique qui donne vie à ces objets de notre quotidien, les rendant plus intelligents, plus efficaces et plus connectés que jamais.

Cette discipline d'ingénierie électronique repose sur la conception et l'intégration de composants électroniques, de capteurs, de microcontrôleurs et de logiciels dans des appareils pour leur conférer des fonctionnalités spécifiques et des capacités d'interaction avec leur environnement. L'électronique embarquée représente le mariage harmonieux entre le monde physique et le monde numérique, permettant à des objets autrefois passifs de devenir des systèmes actifs et adaptatifs.

Contribution au profil d'enseignement (cf. référentiel de compétences)

Cette Unité d'Enseignement contribue au développement des compétences et capacités suivantes :

Compétence 1 **Identifier, conceptualiser et résoudre des problèmes complexes**

- 1.1 Intégrer les savoirs scientifiques et technologiques afin de faire face à la diversité et à la complexité des problèmes rencontrés
- 1.3 Concevoir, développer et améliorer des produits, processus et systèmes techniques
- 1.5 Sélectionner et exploiter les logiciels et outils conceptuels les plus appropriés pour résoudre une tâche spécifique
- 1.6 Établir ou concevoir un protocole de tests, de contrôles et de mesures

Compétence 3 **Concevoir et réaliser un système électronique**

- 3.3 Réaliser et programmer un prototype du système électronique
- 3.4 Elaborer, valider des scénarios de test, les effectuer afin d'amener le prototype dans les spécifications, les analyser et les critiquer pour caractériser le système final
- 3.5 Rédiger la documentation technique du système électronique

Compétence 4 **Intégrer un système électronique dans un projet global multidisciplinaire**

- 4.1 Sélectionner un ou plusieurs éléments existants (cartes électroniques, capteurs, code) à intégrer dans le projet global en veillant au respect des normes
- 4.2 Adapter ces éléments existants afin qu'ils rencontrent les spécifications demandées dans le projet global
- 4.3 Gérer l'interfaçage et les communications entre les différents éléments
- 4.4 Participer à l'insertion du ou des éléments électroniques dans le projet global en s'assurant que

ceux-ci remplissent correctement leurs rôles

Compétence 5 **S'intégrer et contribuer au développement de son milieu professionnel**

- 5.1 Planifier le travail en respectant les délais et contraintes du secteur professionnel (sécurité ...)
- 5.3 Travailler en autonomie et en équipe dans le respect de la culture d'entreprise

Acquis d'apprentissage visés

Au terme de cette activité d'apprentissage, les étudiants amenés à concevoir un petit système embarqué sur base d'un cahier des charges imposé seront capables de :

- Concevoir les algorithmes adaptés sur base des concepts de programmation étudiés.
- Coder le programme en langage C à implémenter dans un microcontrôleur.
- Vérifier son bon fonctionnement en s'aidant de l'instrumentation appropriée (oscilloscope, analyseur logique,...).
- Simuler avec un outil de simulation imposé le comportement temporel des différentes parties possibles dans l'objectif d'analyser des erreurs de conception.
- Mettre en pratique les différents concepts de programmation étudiés : machine d'états, callbacks, pthread.
- Réaliser le système embarqué sur breadboard.
- Interpréter les informations pertinentes d'une datasheet de tous les composants utilisés.
- Rédiger un rapport contenant le cahier des charges, la méthode de résolution, l'ordinogramme, le programme commenté selon un canevas de rapport scientifique.
- Comprendre, modifier ou traduire des fonctions déjà disponibles sur d'autres plateformes (Reverse Engineering) comme par exemple celles de Arduino.

Liens avec d'autres UE

Prérequis pour cette UE : aucun
Corequis pour cette UE : aucun

3. Description des activités d'apprentissage

Cette unité d'enseignement comprend l(es) activité(s) d'apprentissage suivante(s) :

TENE1M06A Microcontrôleurs

72 h / 6 C

Contenu

Les types de microcontrôleurs étudiés sont : AVR Atmega (8 bits).

Spécificités du langage de programmation C aux microcontrôleurs.

Utilisation des périphériques internes (timers, ADC, I/O, USART, I2C, SPI, ...).

Interfaçage hardware et software avec différents capteurs et actionneurs.

Etude de concepts de programmation pour l'électronique embarquée : machine d'états, fonctions de rappel (callback).

Démarches d'apprentissage

Première partie :

Explications des nouveaux concepts de programmation en langage C (séances magistrales) et mise en application systématique sur base de travaux pratiques.

Seconde partie : Réalisation d'une électronique embarquée (par groupe d'étudiants) mettant en application les concepts travaillés durant la première partie.

Les démarches d'apprentissage en cas d'enseignement à distance sont modifiées comme suit :

Cours et travaux pratiques en direct via Teams. Les composants sont fournis par l'institut. Il est conseillé à l'étudiant de s'équiper du matériel de mesure de base (multimètre, générateur de signaux et oscilloscope)

Dispositifs d'aide à la réussite

Encadrement différencié lors des séances de travaux pratiques.

Sources et références

- Le langage C (Peter Aitken & Bradley L. Jones), éditions Pearson.
- Embedded C Programming and the Atmel AVR (Barnett Cox and O'Cull), éditions Thomson.
- Embedded Systems Design with the Atmel AVR Microcontroller (Steven F. Barret), éditions Morgan & Claypool.

Supports en ligne

Les supports en ligne et indispensables pour acquérir les compétences requises sont :

Documents et slides disponibles sur la plateforme Moodle.

Maquettes, outils de développement, slides, livres de référence à disposition à la bibliothèque de l'Institut.

Interfaces de développement : AVR STUDIO, VISUAL STUDIO CODE.

Simulation Spice : PROTEUS.

4. Modalités d'évaluation

Principe

En première session :

- **Interrogation** organisée à la fin de la première partie visant à évaluer la compréhension des différents concepts de programmation (**25%**).

En cas d'absence pour raison médicale, cette interrogation sera réorganisée pendant les examens de janvier.

- **Projet d'électronique embarquée (75%)** réalisé pendant la seconde partie : évaluation de la fonctionnalité du système fourni, évaluation du rapport de projet, évaluation de la défense du (des) projet(s). **Les consignes des projets sont disponibles après les séances théoriques et différents TP qui leurs sont associés.**

En seconde session :

Examen écrit (**100%**) : codage d'un programme suivant un cahier des charges. Tests sur simulateur et/ou breadboard.

Pondérations

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière	Int	25				
Période d'évaluation	Trv	75			Exe	100

Int = Interrogation(s), Trv = Travaux, Exe = Examen écrit

Dispositions complémentaires

Si l'étudiant(e) fait une note de présence lors de l'évaluation la note "PR" lui sera attribuée, en cas d'absence injustifiée, la note "PP" lui sera alors attribuée.

D'autres modalités d'évaluation peuvent être prévues en fonction du parcours académique de l'étudiant(e). Celles-ci seront alors consignées dans un contrat didactique spécifique proposé par le responsable de l'UE, validé par la direction ou son délégué et signé par l'étudiant pour accord.

En cas d'absence pour raison médicale le jour de l'examen, l'évaluation sera reportée à la session suivante.

La présence à chaque séance est obligatoire. En cas d'absences répétées et injustifiées, les sanctions administratives prévues dans le REE seront appliquées.

Référence au RGE

En cas de force majeure, une modification éventuelle en cours d'année peut être faite en accord avec le Directeur adjoint de département, et notifiée par écrit aux étudiants. (article 66 du règlement général des études 2024-2025).