

# Master en sciences de l'ingénieur industriel - électronique

|                                                           |                           |                           |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>HELHa Campus Mons</b> 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                          |                                                   |                 |             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| Code                                                       | TENE1M06                                          | Caractère       | Obligatoire |
| Bloc                                                       | 1M                                                | Quadrimestre(s) | Q1          |
| Crédits ECTS                                               | 9 C                                               | Volume horaire  | 108 h       |
| Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE | <b>Fabrice TRIQUET</b> (fabrice.triquet@helha.be) |                 |             |
| Coefficient de pondération                                 | 90                                                |                 |             |
| Cycle et niveau du Cadre Francophone de Certification      | master / niveau 7 du CFC                          |                 |             |
| Langue d'enseignement et d'évaluation                      | Français                                          |                 |             |

## 2. Présentation

### Introduction

Cette unité d'enseignement fait partie de la formation du master en sciences de l'Ingénieur Industriel, finalité "Electronique". Elle a pour but de donner une formation complémentaire dans l'étude de l'électronique embarquée. Elle abordera les différents aspects de la communication entre interfaces, la conversion Analogique/digitale, la transmission de données, la création d'O.S. de base, différents concepts de programmation.

Cette unité d'enseignement a également pour objectif la conception et la mise en œuvre de systèmes de régulation numérique.

L'activité d'apprentissage "Microcontrôleurs" est considérée obligatoire (**présence de l'étudiant à chaque séance**).

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

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

### Acquis d'apprentissage visés

**Au terme de la partie "Microcontrôleurs"** , les étudiants seront capables de :

- Concevoir un petit système embarqué sur base d'un cahier des charges imposé :
  - Dessiner l'ordinogramme sur base des concepts de programmation qui seront étudiés.
  - De coder le programme à implémenter dans le microcontrôleur en langage C.
  - De 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.
- Changer facilement d'architecture de microcontrôleur 8 bits (AVR, PIC).

**Au terme de la partie "Régulation numérique" :**

- A partir de la fonction de transfert exprimée en Laplace  $G(p)$  d'un processus donné et des méthodes de correction étudiées (discrétisation d'un correcteur continu, transformation bilinéaire, lieux d'Evans, méthodes polynômiales, l'étudiant sera capable de :
  - Concevoir un correcteur pour que le système réponde aux exigences de rapidité, de précision et de réjections de perturbations souhaitées,
  - D'écrire l'algorithme du correcteur en langage C après avoir déterminé préalablement l'équation de récurrence et après y avoir intégré les mises à l'échelle nécessaires à partir des données fournies des interfaces du correcteur (amplificateur, convertisseur ADC),
  - Visualiser (via l'application Simulink de Matlab) la réponse du système non corrigé et celle du système corrigé,
  - Simuler le processus de manière à valider l'algorithme du correcteur (via un simulateur)
  - Comprendre tous les concepts théoriques abordés dans une approche pragmatique : utilisation aisée, domaine d'utilisation, avantages et inconvénients des méthodes étudiées.

### 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 |
| TENE1M06B | Régulation numérique | 36 h / 3 C |

### Contenu

#### Microcontrôleurs :

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

Spécificités du langage de programmation C aux microcontrôleurs.

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

Interfacage hardware et software avec différents capteurs et actionneurs.

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

#### Régulation numérique :

- Transformée en  $z$  ;
- Discrétisation d'un correcteur continu ;
- Méthodes de corrections numériques : lieu d'Evans, transformation bilinéaire, prédicteur de Smith, correcteur à modèle interne, méthodes polynômiales;
- Implémentation de l'algorithme PID (avec système anti windup) ainsi que plusieurs équations de récurrence dans un microcontrôleur;
- Utilisation des outils de calculs et de simulations (Matlab, simulink, Proteus) ;
- Implémentation virtuelle d'un correcteur sur base d'un microcontrôleur et d'autres périphériques électroniques (simulation avec Proteus).

### Démarches d'apprentissage

Explications des nouveaux concepts lors de séances magistrales et mises en application systématique sur base de travaux pratiques et d'un projet individuel.

#### Régulation numérique :

Séances magistrales suivies par des travaux pratiques.

#### Microcontrôleur :

Séances magistrales suivies par des travaux pratiques, travail par projets.

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

**Régulation numérique** : Cours et travaux pratiques en direct via Teams.

**Microcontrôleurs** : 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 basse fréquence)

## Dispositifs d'aide à la réussite

Encadrement différencié lors des séances de travaux pratiques.

## Sources et références

Plusieurs livres disponibles dans la bibliothèque de la Haute Ecole.

Pour l'AA Régulation numérique :

- Commande numérique des systèmes. Approches fréquentielle et polynomiale , Emmanuel Godoy et Eric Ostertag (éd.ELLIPSES).
- Commande numérique de systèmes dynamiques, Roland Longchamp (Presses Polytechniques et universitaires Romandes)

## 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, MPLAB, VISUAL STUDIO CODE.

Outils d'analyse : MATLAB, SIMULINCK.

Simulation Spice : PROTEUS, MICROCAP.

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

Evaluation en Q1 et Q3 :

#### **Pour la partie "Microcontrôleurs" : (60% de l'UE)**

##### **En première session :**

Projet(s) réalisé(s) pendant le quadrimestre : évaluation de la fonctionnalité du système fourni, évaluation du rapport de projet, évaluation de la défense du (des) projet(s). Les consignes du projet sont disponibles après les séances théoriques et différents TP qui leurs sont associés

##### **En seconde session :**

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

#### **Pour la partie "Régulation numérique" : (40% de l'UE)**

##### **En première session et seconde session :**

Examen oral sur la base d'une préparation écrite (théorie et travail pratique) (100 % de la note).

Si l'évaluation en mode présentiel n'est pas possible, l'évaluation de la partie Régulation numérique est faite en mode distanciel via l'application Teams et l'évaluation de la partie Microcontrôleur (uniquement en seconde session) devient un take home exam (via Teams).

L'étudiant est tenu d'avoir à disposition les équipements nécessaires : pc avec micro et webcam fonctionnels et une connexion internet satisfaisante.

**Si une des parties présente une note inférieure ou égale à 7/20 et que la note de l'UE est supérieure ou égale à 10/20, la note de l'UE peut être fixée à 9/20.**

## Pondérations

|  |    |    |    |
|--|----|----|----|
|  | Q1 | Q2 | Q3 |
|--|----|----|----|

|                        | Modalités | %   | Modalités | % | Modalités | %   |
|------------------------|-----------|-----|-----------|---|-----------|-----|
| production journalière |           |     |           |   |           |     |
| Période d'évaluation   | Tvs       | 100 |           |   | Exo       | 100 |

Tvs = Travail de synthèse, Exo = Examen oral

### **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 justifiée par certificat médical, la note "CM" est attribuée. **A la demande formulée par écrit de l'étudiant**, un arrangement pourrait être trouvé avec le professeur afin que l'étudiant puisse être évalué pendant la même session d'examen. Cette possibilité n'est néanmoins pas garantie. Dans le cas où un arrangement est trouvé, l'évaluation consistera en un examen oral, dans le cas contraire, l'examen est automatiquement reconduit en seconde session.

En cas de modifications des contenus d'apprentissage, officialisées en début d'année par cette fiche ECTS, des modalités d'évaluation spécifiques seront imposées aux étudiants qui étaient en situation d'échec l'année antérieure à cette nouvelle année académique.

En cas d'absences répétées et injustifiées à une activité obligatoire, les sanctions administratives prévues dans le REE seront appliquées.

## **5. Cohérence pédagogique**

La partie microcontrôleur (électronique embarquée) a pour objectif d'étudier les différents notions et concepts de programmation qui permettront la mise en pratique des compétences théoriques travaillées dans la partie Régulation numérique.

Référence au RGE

En cas de force majeure, une modification éventuelle en cours d'année peut être faite en accord avec le Directeur de département, et notifiée par écrit aux étudiants. (article 67 du règlement général des études 2022-2023).