

# Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel Finalité Électronique

<b>HELHa Mons - Campus</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 digitales 2			
Code	TEML1M06	Caractère	Obligatoire
Bloc	1M	Quadrimestre(s)	Q1
Crédits ECTS	7 C	Volume horaire	108 h
Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE	Fabrice TRIQUET (fabrice.triquet@helha.be)		
Coefficient de pondération	70		
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.

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

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

- Compétence 1 **Communiquer avec les collaborateurs, les clients**
  - 1.1 Rédiger des rapports, cahiers des charges, fiches techniques et manuels.
  - 1.2 Contacter et dialoguer avec les clients, les fabricants et les fournisseurs
- Compétence 2 **Agir de façon réflexive et autonome, en équipe, en partenariat**
  - 2.1 Organiser son temps, respecter les délais
  - 2.3 Actualiser ses connaissances et compétences
  - 2.4 Collaborer activement avec d'autres dans un esprit d'ouverture
  - 2.5 Mener et accompagner une équipe
  - 2.6 Assumer les responsabilités associées aux actes posés
- Compétence 3 **Analyser une situation en suivant une méthode de recherche scientifique**
  - 3.1 Identifier, traiter et synthétiser les données pertinentes
  - 3.2 Rechercher les ressources nécessaires
  - 3.3 Transposer les résultats des études à la situation traitée
  - 3.5 Effectuer des choix appropriés
- Compétence 4 **Innover, concevoir ou améliorer un système**
  - 4.5 Modéliser, calculer et dimensionner des systèmes
- Compétence 6 **Utiliser des procédures, des outils spécifiques aux sciences et techniques**
  - 6.1 Exploiter le logiciel approprié pour résoudre une tâche spécifique
  - 6.2 Effectuer des tests, des contrôles, des mesures, des réglages
  - 6.3 Exécuter des tâches pratiques nécessaires à la réalisation d'un projet

## Acquis d'apprentissage visés

Au terme de l'activité d'apprentissage "Microcontrôleurs" , les étudiants seront capables de :

- Analyser un problème (communications série, interruption, timing, gestion de mémoire,...) donné sur base d'un cahier des charges imposé, de représenter la méthode choisie sous forme d'un ordiogramme pour résoudre ce problème, de traduire cette méthode en langage C ou assembleur, 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 (machine d'états et callbacks).
- Interpréter les informations pertinentes d'un datasheet de tous les composants.
- Réaliser un système embarqué complet fonctionnel (sur breadboard) suivant un cahier des charges.
- Améliorer un système embarqué existant, quelques soient le type de microcontrôleur et d'IDE
- Ecouter, traduire et expliquer de manière technique les propositions provenant des discussions avec le(s) différents intervenant(s) dans le cadre d'un projet.
- Rédiger un rapport contenant le cahier des charges, la méthode de résolution, l'ordiogramme, le programme commenté selon un canevas de rapport scientifique.
- Présenter et de défendre oralement son projet.

Au terme de l'activité d'apprentissage "Régulation numérique" , les étudiants seront capables de :

A partir d'un signal analogique donné, l'étudiant sera capable de :

- Calculer la transformée en Z de ce signal en utilisant la méthode appropriée,
- Visualiser ce signal échantillonné sur un intervalle de temps donné en utilisant l'équation de récurrence et en s'aidant d'un tableur ou de Matlab.

A partir de la fonction de transfert exprimée en Laplace  $G(p)$ , l'étudiant sera capable de :

- Déterminer la fonction de transfert échantillonnée  $G(z)$  en utilisant la méthode appropriée,
- Visualiser sur un même graphe (via l'application Simulink de Matlab) la réponse indicielle continue (basée sur  $G(p)$ ) et la réponse indicielle échantillonnée (basée sur  $G(z)$ ) déterminée auparavant (la période d'échantillonnage est donnée).

A partir de la fonction de transfert exprimée en Laplace  $G(p)$  d'un processus décrit et des méthodes de correction étudiées (discrétisation d'un correcteur continu, transformation bilinéaire, lieux d'Evans, matching des pôles, méthodes directes), RST, l'étudiant sera capable de :

- Calculer  $G_e(z)$  à l'aide des outils mis à sa disposition (calcul, tables, Matlab),
- Calculer le correcteur pour que le système réponde aux exigences de rapidité et de précision 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 sur un même graphe (via l'application Simulink de Matlab) la réponse indicielle du système non corrigé et celle du système corrigé,
- Simuler le processus de manière à valider l'algorithme du correcteur (via un simulateur)

En vue de mettre au point une régulation numérique d'un processus identifié ( $G(p)$  connu), dont les exigences sont renseignées dans un cahier des charges élaboré par le professeur, les étudiants, par groupe de deux, seront capables :

- D'interpréter les informations pertinentes d'un datasheet de tous les composants imposés,
- De dessiner le schéma électronique,
- De déterminer l'algorithme du correcteur et de l'implémenter dans le microcontrôleur,
- De réaliser le système hardware sur breadboard.
- D'identifier et de réaliser les mesures finales nécessaires qui attestent de la conformité du produit au CdC.

## 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 les activités d'apprentissage suivantes :

## Contenu

Microcontrôleurs :

Spécificités du langage de programmation C aux microcontrôleurs.

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

Gestion de la consommation du processeur, utilisation du Watch-dog, . . .

Communication série avec utilisation de buffers tampons.

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

Régulation numérique :

- Fonctionnement d'un régulateur PID industriel, implémentation de l'algorithme PID dans un microcontrôleur ;
- Transformée en z ;
- Discrétisation d'un correcteur continu ;
- Méthodes de corrections numériques : lieu d'Evans, transformation bilinéaire, méthodes directes, espace d'état, RST ;
- Utilisation des outils de calculs et de simulations (Matlab, simulink) ;
- Implémentation d'un correcteur sur base d'un microcontrôleur et d'autres périphériques électroniques (simulation et réalisation hardware sur breadboard).

## Démarches d'apprentissage

Explications des nouveaux concepts lors de séances magistrales et mises en application systématique sur base de travaux pratiques. Projets.

## Dispositifs d'aide à la réussite

Encadrement et suivi des projets.

## Ouvrages de référence

Plusieurs livres disponibles dans la bibliothèque de la Haute Ecole.

## Supports

Documents et slides disponibles sur la plateforme Moodle.

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

AVR STUDIO, MPLAB, PROTEUS

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

Evaluation en Q1 et Q3 :

Pour l'activité d'apprentissage "Microcontrôleurs" : (70% des 67% de l'AA, soit 47% de l'UE)

Défense du projet réalisé pendant le quadrimestre (examen oral), rapport et réalisation à livrer à la fin du quadrimestre.

Les consignes du projet ainsi que les modalités d'évaluation sont communiquées sur base d'un cahier des charges à la fin du mois de septembre au plus tard.

En seconde session, les modalités de cette partie d'évaluation sont définies au cas par cas (amélioration et poursuite du projet, ajout de fonctionnalité(s) ... ) sur base d'un nouveau cahier des charges communiqué à la fin du mois de juin.

Pour l'activité d'apprentissage "Régulation numérique" : (70% des 33% de l'AA, soit 23% de l'UE)

Examen écrit reprenant la totalité de la matière

Evaluation intégrée : (pondération 30% des 67% de l'AA Microcontrôleur et 30% des 33% de l'AA Régulation numérique, soit

30% de l'UE).

Implémentation d'une boucle de régulation numérique à l'aide d'une interface de développement à microcontrôleur.

### ***Dispositions complémentaires***

Si l'étudiant obtient une note strictement inférieure à 8/20 dans l'évaluation d'une des deux activités d'apprentissage, son UE peut ne pas être validée. L'information NV (non validé) sera notée sur ses relevés de notes.

Si l'étudiant fait une note de présence lors d'une évaluation ou ne se présente pas à une évaluation, la note de PR ou PP sera alors attribuée à l'UE et l'étudiant représentera les parties pour lesquels il n'a pas obtenu 10/20.

D'autres modalités d'évaluation peuvent être prévues en fonction du parcours académique de l'étudiant. 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'absences répétées et injustifiées à une activité obligatoire, les sanctions administratives prévues dans le REE seront appliquées.

### **Référence au REE**

Toute modification éventuelle en cours d'année ne peut se faire qu'exceptionnellement et en accord avec le Directeur de Catégorie ou son délégué et notifiée par écrit aux étudiants (article 10 du Règlement des études).