

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			
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	Fabrice TRIQUET (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 "Électronique". 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 **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
- Compétence 2 **Concevoir et gérer des projets de recherche appliquée**
 - 2.1 Réunir les informations nécessaires au développement de projets de recherche
 - 2.3 Mener des études expérimentales, en évaluer les résultats et en tirer des conclusions
 - 2.4 Valider les performances et certifier les résultats en fonction des objectifs attendus
- Compétence 3 **Concevoir et réaliser un système électronique**
 - 3.1 Exprimer les besoins du client en termes de spécifications électroniques
 - 3.2 Concevoir et simuler une architecture basée sur la sélection des technologies appropriées (plateforme, normes, composants, modèles, dimensionnement, langage...)
 - 3.3 Réaliser et programmer un prototype du système électronique
 - 3.5 Rédiger la documentation technique du système électronique
- Compétence 5 **S'intégrer et contribuer au développement de son milieu professionnel**
 - 5.3 Travailler en autonomie et en équipe dans le respect de la culture d'entreprise
- Compétence 6 **Entreprendre et innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise**
 - 6.1 Prendre en compte les missions, visions stratégiques et enjeux de son cadre professionnel
 - 6.2 Traduire des stratégies en actions concrètes en s'ajustant à la vision de l'entreprise
 - 6.3 Intégrer les enjeux sociétaux, économiques et environnementaux dans ses décisions
- Compétence 8 **S'engager dans une démarche de développement professionnel**
 - 8.2 S'autoévaluer pour identifier ses besoins de développement
 - 8.4 Organiser son savoir de manière à améliorer son niveau de compétence

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, protothread.
 - Réaliser le système embarqué sur breadboard.
 - Interpréter les informations pertinentes d'un 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 (AVR, PIC, STM32).

Au terme de la partie "Régulation numérique" :

- 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 donné et des méthodes de correction étudiées (discretisation d'un correcteur continu, transformation bilinéaire, lieux d'Evans, méthodes polynômiales, l'étudiant sera capable de :
 - Calculer $G_e(z)$ à l'aide des outils mis à sa disposition (calcul, tables, Matlab),
 - Concevoir un 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)

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), PIC (8 bits) et STM32 (ARM, 32 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.

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

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

Microcontrôleurs : Manipulations @home. 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 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.

AVR STUDIO, MPLAB, PROTEUS, atollic TrueStudio.

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 (carte de développement Nucleo en ce qui concerne le STM32).

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

En première session et seconde session :

Examen oral (sur la base d'une préparation écrite) reprenant la totalité de la matière (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.

La note globale de L'UE est calculée suivant une moyenne géométrique pondérée par le poids de chaque partie

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.

En cas d'absence justifiée par certificat médical, la note "CM" est attribuée et l'évaluation est alors automatiquement reconduite dans une autre session d'examens.

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'absences répétées et injustifiées à une activité obligatoire, 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 de département, et notifiée par écrit aux étudiants. (article 67 du règlement général des études 2021-2022).