

Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel orientation 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	TEML1M06	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 "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.
- 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
- 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 **Innovier, 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 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.

Au terme de la partie "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 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),
 - 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)

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) :

TEML1M06A	Microcontrôleurs	72 h / 6 C
TEML1M06B	Régulation numérique	36 h / 3 C

Contenu

Microcontrôleurs :

Les types de microcontrôleurs étudiés sont : AVR Atmega (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, et 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), 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 dans un microcontrôleur (avec système anti windup);
- 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.

Ouvrages de référence

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).

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, atollic TrueStudio.

4. Modalités d'évaluation

Principe

Evaluation en Q1 et Q3 :

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

En première session :

Projet individuel réalisé pendant le quadrimestre : évaluation de la fonctionnalité du système fourni et évaluation du rapport de projet. 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 2020-2021).

Ces modes d'évaluation pourront être modifiés durant l'année académique étant donné les éventuels changements de code couleur qui s'imposeraient de manière locale et/ou nationale, chaque implantation devant suivre le code couleur en vigueur en fonction de son code postal (cfr. le protocole année académique 2020-2021 énoncé dans la circulaire 7730 du 7 septembre 2020 de la Fédération Wallonie Bruxelles).