

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 ML415 Techniques numériques 3			
Ancien Code	TENE1M15	Caractère	Obligatoire
Nouveau Code	MIEM1150		
Bloc	1M	Quadrimestre(s)	Q2
Crédits ECTS	3 C	Volume horaire	36 h
Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE	Fabrice TRIQUET (triquetf@helha.be)		
Coefficient de pondération	30		
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 a pour objectif la conception et la mise en œuvre de systèmes de régulation numérique. À l'ère de la numérisation galopante, où les systèmes complexes et les processus automatisés sont omniprésents, la régulation numérique émerge comme une discipline cruciale qui transcende de nombreux domaines d'application. Elle constitue l'épine dorsale de l'automatisation industrielle, de la gestion de l'énergie, de la robotique, des télécommunications, et bien d'autres secteurs. La régulation numérique représente la capacité à contrôler, surveiller et optimiser des systèmes dynamiques en utilisant des algorithmes et des ordinateurs, remplaçant ainsi les méthodes de régulation traditionnelles basées sur l'analogique.

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
- 1.2 Analyser des produits, processus et performances, de systèmes techniques nouveaux et innovants
- 1.3 Concevoir, développer et améliorer des produits, processus et systèmes techniques
- 1.4 Modéliser, calculer et dimensionner des systèmes
- 1.5 Sélectionner et exploiter les logiciels et outils conceptuels les plus appropriés pour résoudre une tâche spécifique

Compétence 8 **S'engager dans une démarche de développement professionnel**

- 8.4 Organiser son savoir de manière à améliorer son niveau de compétence

Acquis d'apprentissage visés

A partir de la fonction de transfert d'un processus donné (exprimée en Laplace) et à partir des méthodes de correction étudiées (discretisation d'un correcteur continu, transformation bilinéaire, PID numérique, 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 ou application similaire) 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 ou un émulateur);
- Comprendre tous les concepts théoriques abordés dans une approche pragmatique : utilisation aisée, domaine d'utilisation, avantages et inconvénients des méthodes étudiées;
- D'analyser la robustesse de la commande.

Liens avec d'autres UE

Prérequis pour cette UE : aucun

Corequis pour cette UE : TENE1M06

3. Description des activités d'apprentissage

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

TENE1M15A Régulation numérique

36 h / 3 C

Contenu

- Transformée en z;
- Discrétisation d'un correcteur continu;
- Robustesse d'une commande;
- Méthodes de corrections numériques : transformation bilinéaire, PID numérique, méthodes polynômiales;
- Utilisation des outils de calculs et de simulations (Matlab, simulink, Proteus, applications similaires);
- Implémentation d'une équation de récurrence (ou algorithme PID avec anti wind-up) dans un microcontrôleur;
- Implémentation virtuelle d'un correcteur sur base d'un microcontrôleur et d'autres périphériques électroniques (simulation avec Proteus);
- Régulation d'un processus sur base d'un régulateur numérique (plateforme hardware avec microcontrôleur 8 bit).

Démarches d'apprentissage

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

Dispositifs d'aide à la réussite

Encadrement différencié lors des séances de travaux pratiques.

Sources et références

- Commande numérique des systèmes. Approches fréquentielle et polynomiale , (Emmanuel Godoy et Eric Ostertag), éditions ELLIPSES.
- Commande numérique de systèmes dynamiques, (Roland Longchamp) éditions Presses Polytechniques et universitaires Romandes.
- Synthèse d'une commande robuste, (Jean-Marie Retif) éditions ELLIPSES.
- Computer Controlled System, Theory and Design, (Kar J. Aström et Björn Wittenmark), éditions Dover.

Supports en ligne

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

- Documents et slides disponibles sur la plateforme Moodle.
- Outils d'analyse et de simulation : MATLAB, SIMULINK, PROTEUS, applications similaires.

4. Modalités d'évaluation

Principe

En première session et seconde session :

Evaluation des concepts théoriques et mise en pratique par un TP évalué.

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.

Pondérations

	Q1		Q2		Q3	
	Modalités	%	Modalités	%	Modalités	%
production journalière						
Période d'évaluation			Exm	100	Exm	100

Exm = Examen mixte

Dispositions complémentaires

Si l'étudiant 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.

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 67 du règlement général des études 2025-2026).