

# Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel Finalité Électronique

**HELHa Mons - Campus** 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 ML405 Electronique de puissance                         |                                                                                                |                 |             |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| Code                                                       | TEML1M05                                                                                       | Caractère       | Obligatoire |
| Bloc                                                       | 1M                                                                                             | Quadrimestre(s) | Q2          |
| Crédits ECTS                                               | 4 C                                                                                            | Volume horaire  | 44 h        |
| Coordonnées des responsables et des intervenants dans l'UE | Stéphanie EGGERMONT (stephanie.eggermont@helha.be)<br>Raymond MICHEL (raymond.michel@helha.be) |                 |             |
| Coefficient de pondération                                 | 40                                                                                             |                 |             |
| 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 en sciences appliquées du Master en sciences de l'ingénieur industriel, finalité électronique et a comme finalité d'aborder les concepts d'électrotechnique et d'électronique nécessaires pour appréhender la commande des moteurs électriques. On visera donc une appréhension des phénomènes en vue d'une utilisation, d'une bonne compréhension dans les applications et des bancs de test répondant à des défis proches de cas industriels.

### 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.
  - 1.3 S'exprimer de manière adaptée en fonction du public
- 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
  - 3.4 Exercer un esprit critique
  - 3.5 Effectuer des choix appropriés

### Acquis d'apprentissage visés

A la fin du cours d'**électronique de puissance**, l'étudiant sera capable d'expliquer le fonctionnement des outils d'électronique de puissance permettant de contrôler un moteur électrique dans un processus industriel, de prédéterminer sous format numérique ou graphiques (allures temporelles et fréquentielles) les différents paramètres de ces outils dans un contexte similaire à celui illustré au cours.

*Ces capacités seront évaluées dans un cas concret présenté sous forme d'exercice (papier) ainsi que dans des exercices où*

*l'étudiant démontrera un raisonnement correct et critique par rapport à des définitions, des calculs et des mises en relation entre différents paramètres des machines. Ces notions seront également vérifiées de manière théorique dans le cadre de question ouverte où l'esprit de synthèse devra être placé en avant, ou dans le cadre de question transversale où l'esprit d'analyse devra être placé en avant.*

A la fin du cours de **commandes et systèmes**, l'étudiant sera capable:

- d'expliquer une chaîne mécatronique depuis la source primaire d'énergie jusqu'à l'actionneur mécanique; pour ce faire, l'étudiant sera capable d'expliquer de manière théorique la modélisation du moteur électrique, la modélisation du mécanisme, la modélisation de l'asservissement, la modélisation de la batterie, la modélisation de l'onduleur, la modélisation thermique ; de modéliser d'une manière détaillée un moteur électrique AC en se basant sur la représentation de Park;
- d'expliquer la transformée de Park, son application aux moteurs synchrones, son application aux moteurs asynchrones, d'en déduire le schéma bloc de régulation pour des cas similaires à ceux vu pendant le cours théorique ;
- d'expliquer les transferts de puissance entre la source AC et le moteur dans tous les modes de fonctionnement (en fonctionnement moteur, en freinage, en récupération d'énergie) ; d'expliquer le principe d'une machine à réluctance variable; pour ce faire l'étudiant devra utiliser les notions: énergie – coénergie, énergie magnétique, circuit magnétique déformable, actionneur à réluctance variable, actionneur électrostatique, aimant permanent.

*Ces capacités seront évaluées dans un cas concret présenté sous forme d'exercice (papier) ainsi que dans des applications où l'étudiant démontrera un raisonnement correct et critique par rapport à des définitions, des calculs et des mises en relation entre différents paramètres des machines et de ses commandes. Ces notions seront également vérifiées de manière théorique dans le cadre de question ouverte où l'esprit de synthèse devra être placé en avant, ou dans le cadre de question transversale où l'esprit d'analyse devra être placé en avant.*

### **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 :

|           |                           |            |
|-----------|---------------------------|------------|
| TEML1M05A | Electronique de puissance | 24 h / 2 C |
| TEML1M05B | Commande et systèmes      | 20 h / 2 C |

Les descriptions détaillées des différentes activités d'apprentissage sont reprises dans les fiches descriptives jointes.

## **4. Modalités d'évaluation**

Les 40 points attribués dans cette UE sont répartis entre les différentes activités de la manière suivante :

|           |                           |    |
|-----------|---------------------------|----|
| TEML1M05A | Electronique de puissance | 20 |
| TEML1M05B | Commande et systèmes      | 20 |

Les formes d'évaluation et les dispositions complémentaires particulières des différentes activités d'apprentissage sont reprises dans les fiches descriptives jointes.

### **Dispositions complémentaires relatives à l'UE**

La pondération de parties du cours suit la pondération suivante :

- TEME1M10A Commandes et systèmes : 50% de la note globale,
- TEMPL1M05A Electronique de puissance : 50% de la note globale.

De plus, les dispositions complémentaires relatives à l'UE sont les suivantes

- Si l'étudiant obtient une ou plusieurs notes strictement inférieures à 7/20 dans l'évaluation des 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).

# Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel Finalité Électronique

**HELHa Mons - Campus** 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'activité d'apprentissage

| Electronique de puissance                                  |                                                    |                 |             |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| Code                                                       | 9_TEMPL1M05A                                       | Caractère       | Obligatoire |
| Bloc                                                       | 1M                                                 | Quadrimestre(s) | Q2          |
| Crédits ECTS                                               | 2 C                                                | Volume horaire  | 24 h        |
| Coordonnées du Titulaire de l'activité et des intervenants | Stéphanie EGGERMONT (stephanie.eggermont@helha.be) |                 |             |
| Coefficient de pondération                                 | 20                                                 |                 |             |
| Langue d'enseignement et d'évaluation                      | Français                                           |                 |             |

## 2. Présentation

### Introduction

Cette unité d'enseignement fait partie de la formation en sciences appliquées du Master en sciences de l'ingénieur industriel, finalité électromécanique et a comme finalité d'aborder les concepts d'électrotechnique et d'électronique nécessaires pour appréhender la commande des moteurs électriques. On visera donc une appréhension des phénomènes en vue d'une utilisation, d'une bonne compréhension dans les applications et des bancs de test répondant à des défis proches de cas industriels.

### Objectifs / Acquis d'apprentissage

A la fin du cours d'électronique de puissance, l'étudiant sera capable d'expliquer le fonctionnement des outils d'électronique de puissance permettant de contrôler un moteur électrique dans un processus industriel, de prédéterminer sous format numérique ou graphiques (allures temporelles et fréquentielles) les différents paramètres de ces outils dans un contexte similaire à celui illustré au cours.

*Ces capacités seront évaluées dans un cas concret présenté sous forme d'exercice (papier) ainsi que dans des exercices où l'étudiant démontrera un raisonnement correct et critique par rapport à des définitions, des calculs et des mises en relation entre différents paramètres des machines. Ces notions seront également vérifiées de manière théorique dans le cadre de question ouverte où l'esprit de synthèse devra être placé en avant, ou dans le cadre de question transversale où l'esprit d'analyse devra être placé en avant.*

## 3. Description des activités d'apprentissage

### Contenu

Le contenu du cours est le suivant :

- **Composants** : principe de la commutation, étude des différents types, modélisation, nature des commutations.
- **Redresseur** : convertisseur simple, hexaphasé, en pont de Graetz, influence de la charge, angle d'empiètement, problèmes d'harmoniques (application à la commande de moteurs à courant continu), notion d'EMC
- **Hacheur** : principe et schémas de fonctionnement, analyse temporelle, schéma en H, analyse thermique des boîtiers, montages isolés (flyback, forward).
- **Onduleur** : principes et schémas de fonctionnement, pleine onde et MLI (à large d'impulsion). Commande des moteurs synchrones et asynchrones, des moteurs pas à pas, des moteurs brushless.
- **Commandes des moteurs** : montage de base de la commande scalaire des moteurs asynchrones et synchrones.

## Démarches d'apprentissage

Cours magistral et exercice, capsule vidéo.

## Dispositifs d'aide à la réussite

Les enseignants sont disponibles et répondent aux questions sur rendez-vous. Des liens URL extérieures illustrant les différentes parties du cours sont disponibles sur le site en ligne du cours.

## Ouvrages de référence

Les références conseillées sont les suivantes :

- T. Wildi, G. Sybille , Electrotechnique, Ed. De Boeck, Bruxelles
- L. Lasne, Electronique de puissance, Collection Sciences Sup, Dunod, 2011
- R. Mérat, R. Moreau, L. Allay, J.-P. Dubos, J. Lafargue et R. Le Goff, Electronique de puissance, Ed. Nathan, Paris, 1992
- G. Séguier, F. Labrique, P. Delarue, Electronique de puissance, 9<sup>e</sup>édition, Dunod, 2011
- P. Barrade, Electronique de puissance Méthodologie et convertisseurs, Presses Polytechniques Romandes, 2006.

Des références sont disponibles à la bibliothèque technique de la HELHa.

## Supports

Les transparents présentés au cours sont disponibles sur la plateforme en ligne.

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

Au Q2, L'évaluation se fera sous la forme d'un examen écrit hors session.

En cas de non validation de l'UE, l'étudiant représentera un examen écrit au Q3.

### Pondérations

|                        | Q1        |   | Q2        |   | Q3        |   |
|------------------------|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
|                        | Modalités | % | Modalités | % | Modalités | % |
| production journalière |           |   |           |   |           |   |
| Période d'évaluation   |           |   |           |   |           |   |

La pondération de cette activité d'apprentissage au sein de l'UE dont elle fait partie vaut 20

### Dispositions complémentaires

De plus, les dispositions complémentaires relatives à l'UE sont les suivantes

- Si l'étudiant obtient une ou plusieurs notes inférieures à 7/20 dans l'évaluation des 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).

# Master en Sciences de l'Ingénieur Industriel Finalité Électronique

**HELHa Mons - Campus** 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'activité d'apprentissage

| Commande et systèmes                                       |                                          |                 |             |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-------------|
| Code                                                       | 9_TEMPL1M05B                             | Caractère       | Obligatoire |
| Bloc                                                       | 1M                                       | Quadrimestre(s) | Q2          |
| Crédits ECTS                                               | 2 C                                      | Volume horaire  | 20 h        |
| Coordonnées du Titulaire de l'activité et des intervenants | Raymond MICHEL (raymond.michel@helha.be) |                 |             |
| Coefficient de pondération                                 | 20                                       |                 |             |
| Langue d'enseignement et d'évaluation                      | Français                                 |                 |             |

## 2. Présentation

### Introduction

Cette unité d'enseignement fait partie de la formation en sciences appliquées du Master en sciences de l'ingénieur industriel, finalité électromécanique et a comme finalité d'aborder les concepts d'électrotechnique et d'électronique nécessaires pour appréhender la commande des moteurs électriques. On visera donc une appréhension des phénomènes en vue d'une utilisation, d'une bonne compréhension dans les applications et des bancs de test répondant à des défis proches de cas industriels.

### Objectifs / Acquis d'apprentissage

A la fin du cours de commandes et systèmes, l'étudiant sera capable:

- d'expliquer une chaîne mécatronique depuis la source primaire d'énergie jusqu'à l'actionneur mécanique; pour ce faire, l'étudiant sera capable d'expliquer de manière théorique la modélisation du moteur électrique, la modélisation du mécanisme, la modélisation de l'asservissement, la modélisation de la batterie, la modélisation de l'onduleur, la modélisation thermique ; de modéliser d'une manière détaillée un moteur électrique AC en se basant sur la représentation de Park;
- d'expliquer la transformée de Park, son application aux moteurs synchrones, son application aux moteurs asynchrones, d'en déduire le schéma bloc de régulation pour des cas similaires à ceux vu pendant le cours théorique ;
- d'expliquer les transferts de puissance entre la source AC et le moteur dans tous les modes de fonctionnement (en fonctionnement moteur, en freinage, en récupération d'énergie) ; d'expliquer le principe d'une machine à réluctance variable; pour ce faire l'étudiant devra utiliser les notions: énergie – coénergie, énergie magnétique, circuit magnétique déformable, actionneur à réluctance variable, actionneur électrostatique, aimant permanent.

*Ces capacités seront évaluées dans un cas concret présenté sous forme d'exercice (papier) ainsi que dans des applications où l'étudiant démontrera un raisonnement correct et critique par rapport à des définitions, des calculs et des mises en relation entre différents paramètres des machines et de ses commandes. Ces notions seront également vérifiées de manière théorique dans le cadre de question ouverte où l'esprit de synthèse devra être placé en avant, ou dans le cadre de question transversale où l'esprit d'analyse devra être placé en avant.*

## 3. Description des activités d'apprentissage

### Contenu

Le contenu du cours est le suivant : Analyse d'exemples de systèmes électromécaniques et embarqués permettant

d'introduire les notions suivantes : Dimensionnement d'entrainements d'actionneurs : choix du moteur, du convertisseur de puissance, analyse de la chaine mécatronique et du pilotage vectoriel des machines.

Outre les aspects théoriques et pratiques, les notions d'optimisation globale et d'analyse de problèmes complexes seront introduites.

## Démarches d'apprentissage

Cours magistral et exercice

## Dispositifs d'aide à la réussite

Les enseignants sont disponibles et répondent aux questions sur rendez-vous. Des liens URL extérieures illustrant les différentes parties du cours sont disponibles sur la plateforme en ligne du cours.

## Ouvrages de référence

Les références conseillées sont les suivantes :

- T. Wildi, G. Sybille , Electrotechnique, Ed. De Boeck, Bruxelles
- L. Lasne, Electronique de puissance, Collection Sciences Sup, Dunod, 2011
- R. Mérat, R. Moreau, L. Allay, J.-P. Dubos, J. Lafargue et R. Le Goff, Electronique de puissance, Ed. Nathan, Paris, 1992
- G. Séguier, F. Labrique, P. Delarue, Electronique de puissance, 9<sup>e</sup>édition, Dunod, 2011
- P. Barrade, Electronique de puissance Méthodologie et convertisseurs, Presses Polytechniques Romandes, 2006.

## Supports

Les transparents présentés au cours sont disponibles sur la plateforme en ligne.

## 4. Modalités d'évaluation

### Principe

En Q2, l'évaluation sera organisé selon un examen écrit en juin.

En cas d'UE non validée, l'étudiant représentera en Q3 un examen écrit qui remplace intégralement la note de l'unité d'apprentissage.

### Pondérations

|                        | Q1        |   | Q2        |     | Q3        |     |
|------------------------|-----------|---|-----------|-----|-----------|-----|
|                        | Modalités | % | Modalités | %   | Modalités | %   |
| production journalière |           |   |           |     |           |     |
| Période d'évaluation   |           |   | Exe       | 100 | Exe       | 100 |

Exe = Examen écrit

La pondération de cette activité d'apprentissage au sein de l'UE dont elle fait partie vaut 20

### Dispositions complémentaires

De plus, les dispositions complémentaires relatives à l'UE sont les suivantes

- Si l'étudiant obtient une ou plusieurs notes inférieures à 7/20 dans l'évaluation des 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).