

Offre de modules d'approfondissement
(MA) de la filière
Master of Science in Engineering (MSE)

Master Research Unit en Technologies
Industrielles (MRU TIN) de la HEIG-VD

Domaine d'application :
Biomédical

Département des Technologies
Industrielles (TIN)

<http://www.heig-vd.ch/tin>

Table des matières

1	La Master Research Unit(MRU) en Technologies Industrielles de la HEIG-VD : quelques informations	5
1.1	Domaines d'application de la MRU TIN de la HEIG-VD	5
1.2	Profil de compétences, domaines d'application et technologies . .	6
1.3	Les instituts de Ra&D composant la MRU TIN de la HEIG-VD . .	7
1.4	Offre de modules d'approfondissement de la MRU TIN de la HEIG-VD pour 2009-2010	8
2	Modules d'approfondissement offerts par la MRU TIN de la HEIG-VD	9
2.1	Module : Bases de connaissances biomédicales (MED) . . .	10
2.2	Module : Electronique des dispositifs médicaux (EDM) . . .	12
2.3	Module : Exigences réglementaires pour le développement de dispositifs médicaux (REG)	14
2.4	Module : Analyse et certification des risques liés aux machines (RSK)	16
2.5	Module : Analyse, Conception et développement Orientés Objet de logiciels de commande (ACOO)	18
2.6	Module : Applications de NanoTechnologies dans l'ingénierie de systèmes et produits (ANATE)	20
2.7	Module : Conception de systèmes électroniques industriels (CSYEI)	22
2.8	Module : Conception et simulation de moteurs électriques à hautes performances (CSMOT)	24
2.9	Module : Applications en bio-informatique (BIOIN)	26
2.10	Module : Régulation robuste appliquée (RRA)	28
2.11	Module : Traitement d'image et reconnaissance de forme (TIMRF)	30
2.12	Module : Modélisation, simulation dynamique et réglage des convertisseurs de puissance (EPR)	32
	Références	35

Chapitre 1

La Master Research Unit (MRU) en Technologies Industrielles de la HEIG-VD : quelques informations

1.1 Domaines d'application de la MRU TIN de la HEIG-VD

Les domaines d'application de la MRU TIN sont au nombre de quatre [4] :

1. Mécatronique
2. Systèmes embarqués
3. Biomédical
4. Energie

1.2 Profil de compétences, domaines d'application et technologies

Synthèse compétences HES-SO // MSE - TIN

Domaines d'application :

Energie	x		x	x	x						
Production / Manufacturing	x	x									
Mécatronique	x	x			x	x	x	x	x		
Systèmes embarqués					x			x	x	x	
Matériaux		x									x
Micro-nanotechnologies		x								x	x
Blomédical	x	x				x	x		x	x	x
Horlogerie	x	x				x				x	x
Conception mécanique et microélectronique											
Matériaux, procédés et techniques d'assemblage											
Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie											
Efficacité énergétique											
Automatisation et contrôle, actionneurs											
Informatique industrielle											
Electronique, microelectronique, photonique et photonic											
Informatique normale											
Microfabrication et couches minces											

Méta-compétences Compétences	Niveaux Bachelor	Niveaux Master	Moyens MSE ⁽¹⁾ pour atteindre le niveau (stratégie de formation MSE)					Techniques / Technologies de pointe															
			MT	MC	MA	PA	PT	Concernent uniquement l'approfondissement															
A	Gérer le projet	1	2 à 3																				
A1	Gérer l'avancement technique				x		x	x	x														
A2	Gérer les coûts et les délais				x		x	x	x														
A3	Gérer la communication				x		x	x	x														
A4	Gérer les risques et les imprévus				x		x	x	x														
A5	Stimuler l'équipe				x		x	x	x														
B	Analyser et spécifier des produits / services	1	2 à 3																				
B1	Analyser le système (pluridisciplinarité)				x		x	x	x														
B2	Décomposer le système				x		x	x	x														
B3	Spécifier le système, y compris concept						x	x	x														
B4	Evaluer les risques							x	x														
B5	Planifier				x		x	x	x														
C	Développer et réaliser	2	3																				
C1	Analyser et spécifier en détail				x		x	x	x														
C2	Concevoir						x	x	x														
C3	Intégrer (d'autres composants ou produits)						x	x	x														
C4	Modéliser / simuler				x		x	x	x														
C5	Mesurer / tester / caractériser						x	x	x														
D	Valider, améliorer et disséminer	2	3																				
D1	Analyser / critiquer							x	x														
D2	Proposer des améliorations							x	x														
D3	Tirer les leçons / apprendre								x	x													
D4	Documenter				x		x	x	x														
D5	Disséminer				x		x	x	x														

(1) Niveau 1 : Est sensibilisé à la méthodologie et aux outils.
Niveau 2 : Connait la méthodologie et peut utiliser les outils avec l'aide d'un senior ou au sein d'une équipe; sait comparer des méthodes.
Niveau 3 : Maîtrise la méthodologie et peut utiliser les outils de manière autonome; sait comparer des méthodes et est capable d'en développer des nouvelles.

1.3 Les instituts de Ra&D composant la MRU TIN de la HEIG-VD

- Materials Design, Materials and Packaging Technology ([COMATEC](http://comatec.heig-vd.ch))
<http://comatec.heig-vd.ch>
- Institute for Industrial Automation ([iAi](http://www.iai.heig-vd.ch)) <http://www.iai.heig-vd.ch>
- Energy & Electrical Systems ([IESE](http://iese.heig-vd.ch)) <http://iese.heig-vd.ch>
- Thermal Engineering ([IGT](http://igt.heig-vd.ch)) <http://igt.heig-vd.ch>
- eMbedded Information Systems ([SIM](http://www.cett.ch/fr/institut_sim.php))
http://www.cett.ch/fr/institut_sim.php
- Micro & Nano Techniques ([MNT](http://www.cett.ch/fr/institut_mnt.php))
http://www.cett.ch/fr/institut_mnt.php
- Swiss Welding Institute ([SWI](http://www.swi.ch)) <http://www.swi.ch>
- Biomedical Engineering Group ([BEG](http://www.biomed.heig-vd.ch/)) <http://www.biomed.heig-vd.ch/>

1.4 Offre de modules d'approfondissement de la MRU TIN de la HEIG-VD pour 2009-2010

Modules "Core" par domaine d'application

Biomédical

1. **Bases de connaissances biomédicales (MED)** § 2.1 page 10
2. **Electronique des dispositifs médicaux (EDM)** § 2.2 page 12
3. **Exigences réglementaires pour le développement de dispositifs médicaux (REG)** § 2.3 page 14

Modules d'approfondissement communs à plusieurs domaines d'application

1. **Conception et simulation de moteurs électriques à hautes performances (CSMOT)** § 2.8 page 24
2. **Analyse, Conception et développement Orientés Objet de logiciels de commande (ACOO)** § 2.5 page 18
3. **Modélisation, simulation dynamique et réglage des convertisseurs de puissance (EPR)** § 2.12 page 32
4. **Régulation robuste appliquée (RRA)** § 2.10 page 28
5. **Traitement d'image et reconnaissance de forme (TIMRF)** § 2.11 page 30
6. **Applications de NanoTechnologies dans l'ingénierie de systèmes et produits (ANATE)** § 2.6 page 20
7. **Applications en bio-informatique (BIOIN)** § 2.9 page 26
8. **Analyse et certification des risques liés aux machines (RSK)** § 2.4 page 16
9. **Conception de systèmes électroniques industriels (CSYEI)** § 2.7 page 22

Chapitre 2

Modules d'approfondissement offerts par la MRU TIN de la HEIG-VD

2.1 Module: Bases de connaissances biomédicales (MED)

Bases de connaissances biomédicales [MED]

MRU	TIN / HEIG-VD
Responsable	Dumas Jean-François
Domaines de spécialisation	TIN
Capacité d'accueil	30
Objectifs détaillés	- Contexte technico-scientifique

Le futur diplômé master visant une orientation en génie biomédical sera confronté au jargon et au mode de pensée de la corporation médicale. Dans ce contexte il devra être capable dans un premier temps d'établir le dialogue interdisciplinaire avec le partenaire médical et dans un deuxième temps de transcrire cette problématique spécifique dans un langage compréhensible de ses collaborateurs.

Ce module d'approfondissement a pour objectif de dispenser les bases structurales et fonctionnelles du corps humain.

- Compétences visées

A l'issue de ce module, l'étudiant est capable de :

- 1) Gérer la communication dans un contexte interdisciplinaire.
- 2) Analyser et transcrire des besoins médicaux en un cahier des charges opérationnel.
- 3) Stimuler une équipe technique par une aptitude à vulgariser une problématique biomédicale.

Connaissances préalables

Contenu

Sujet	Temps [%]
Bases de cytologie et de biologie moléculaire	20
Système nerveux (inclus organes sensoriels)	30
Système locomoteur	15
Système cardiovasculaire	20
Système respiratoire	15

Méthodes d'enseignement

Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
Exposés	28	60
Exercices	14	30
Travaux pratiques	0	0
TOTAL	42	90
Crédits ECTS		3

Évaluation

Examen écrit

Module: Bases de connaissances biomédicales (MED) (suite)

Bases de connaissances biomédicales [MED]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication		X		X					
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe		X		X					
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)		X		X					
Décomposer le système									
Spécifier le système, y compris concept									
Evaluer les risques									
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail									
Concevoir									
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler									
Mesurer / tester / caractériser									
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer									
Proposer les améliorations									
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter									
Disséminer									

2.2 Module: Electronique des dispositifs médicaux (EDM)

Electronique des dispositifs médicaux [EDM]

MRU	TIN / HEIG-VD																		
Responsable	Staderini Enrico Maria																		
Domaines de spécialisation	TIN																		
Capacité d'accueil	24																		
Objectifs détaillés	<p>- Contexte technico-scientifique: A l'issue de ce module, l'étudiant-e sera capable de concevoir, analyser et spécifier des systèmes pour l'acquisition de signaux biomédicaux de nature électrique, mécanique et optique. Il-elle sera capable de gérer le processus de développement des produits dans ce contexte. L'enseignement sera effectué essentiellement sous la forme d'un mini-projet et de laboratoires, afin d'appliquer une méthodologie de conception, d'illustrer la marche à suivre impliquant des éléments d'optimisation.</p> <p>- Domain d'application: Capteurs biomédicaux pour signaux électriques (électrodes), mécaniques (pression, force, accélération, débit sanguin et gazeux), optiques (optrodes). Générateurs électriques en "volume" et conducteurs électrolytique en volume. Mesure de biopotentiels. Signaux biomédicaux: électrocardiographie, électromyographie, électroencéphalographie, rétinographie, potentiels évoqués, néurologie, cardiologie. Electronique et microelectronique: capteurs à faible consommation.</p> <p>- Compétences visées: L'étudiant-e acquiert des compétences de gestion de projet par le biais d'un mini-projet concret réalisé en groupe (gestion, planification, communication) en appliquant un processus de conception et de dimensionnement. Après avoir analysé et spécifié un système impliquant un capteur électrique (électrocardiographie) ou mécanique (force, pression) ou optique (absorption, diffusion de la lumière dans les tissus), l'étudiant-e acquiert des compétences dans le domaine de l'électronique biomédicale. Dispositifs médicaux portables et pour le marché "consumer". Dispositifs pour le diagnostic, le suivi des patients et la thérapie. Instrumentation médicale. L'étudiant-e analysera les solutions proposées et établira une documentation détaillée (rapport et fiche technique).</p>																		
Connaissances préalables	électronique analogique, théorie de signaux, électronique digitale, microcontrôleurs																		
Contenu	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sujet</th> <th>Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>état de l'art dans le domaine des transducteurs biomédicaux</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>compréhension des exigences du médecin</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>analyse de produits médicaux</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>spécification des produits médicaux</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>analyse des risques</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>conception détaillée et réalisation de systèmes biomédicaux pour l'acquisition de signaux bioélectriques</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>gestion du cycle de vie des produits biomédicaux et documentation</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	état de l'art dans le domaine des transducteurs biomédicaux	15	compréhension des exigences du médecin	10	analyse de produits médicaux	5	spécification des produits médicaux	25	analyse des risques	5	conception détaillée et réalisation de systèmes biomédicaux pour l'acquisition de signaux bioélectriques	30	gestion du cycle de vie des produits biomédicaux et documentation	10		
Sujet	Temps [%]																		
état de l'art dans le domaine des transducteurs biomédicaux	15																		
compréhension des exigences du médecin	10																		
analyse de produits médicaux	5																		
spécification des produits médicaux	25																		
analyse des risques	5																		
conception détaillée et réalisation de systèmes biomédicaux pour l'acquisition de signaux bioélectriques	30																		
gestion du cycle de vie des produits biomédicaux et documentation	10																		
Méthodes d'enseignement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mode</th> <th>Périodes d'enseignement</th> <th>Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td>18</td> <td>38.57</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td>7</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td>17</td> <td>36.43</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	18	38.57	Exercices	7	15	Travaux pratiques	17	36.43	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																	
Exposés	18	38.57																	
Exercices	7	15																	
Travaux pratiques	17	36.43																	
TOTAL	42	90																	
Crédits ECTS		3																	
Évaluation	Examen écrit																		

Module: Electronique des dispositifs médicaux (EDM) (suite)

Electronique des dispositifs médicaux [EDM]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique				X					
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication				X					
Gérer les risques et les imprévus				X					
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)				X					
Décomposer le système				X					
Spécifier le système, y compris concept				X					
Evaluer les risques				X					
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail				X					
Concevoir				X					
Intégrer (d'autres composants ou produits)				X					
Modéliser / simuler				X					
Mesurer / tester / caractériser				X					
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer									
Proposer les améliorations				X					
Tirer les leçons / apprendre				X					
Documenter				X					
Disséminer									

2.3 Module: Exigences réglementaires pour le développement de dispositifs médicaux (REG)

Exigences réglementaires pour le développement de dispositifs médicaux [REG]

MRU	TIN / HEIG-VD																						
Responsable	Maillefer Didier																						
Domaines de spécialisation	TIN, TIC																						
Capacité d'accueil	30																						
Objectifs détaillés	<p>Au terme de ce module, l'étudiant sera capable de prendre en compte les exigences réglementaires dans le cadre d'un projet de développement. Il saura traduire les composantes médicales d'un problème en termes d'ingénieur et déceler les contraintes médicales non exprimées (biocompatibilité, stérilité, ?)</p> <p>En particulier, il sera capable d'identifier les Directives européennes (MDD, ...) qui s'appliquent au dispositif en développement ainsi que les exigences imposées par le FDA pour la mise sur le marché américain. Il sera capable de proposer une classification du dispositif et de travailler en collaboration avec un responsable "Regulatory" pour la procédure d'approbation. Il sera en outre responsable d'identifier et d'appliquer les normes (standards) et recommandations applicables.</p> <p>Fonctionnant comme chef de projet, il saura mener le développement à terme en conformité avec les exigences de maîtrise de la conception et de la documentation.</p> <p>Enfin il aura suffisamment de connaissance des phases d'industrialisation et d'essais cliniques pour collaborer efficacement avec les responsables de ces phases.</p>																						
Connaissances préalables	<p>Suivre en parallèle le module:</p> <p>- MED: Bases de connaissances médicales</p>																						
Contenu	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sujet</th> <th>Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spécificités du développement de dispositifs médicaux, exemples</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Directives européennes, exigences FDA</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Classification des dispositifs médicaux</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Normes et recommandations</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Système Qualité</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Maîtrise de la conception</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Gestion et analyse du risque (FMEA, FTA, ?)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Maîtrise de la documentation</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Maîtrise de la fabrication (GMP)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Essais cliniques</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	Spécificités du développement de dispositifs médicaux, exemples	5	Directives européennes, exigences FDA	10	Classification des dispositifs médicaux	5	Normes et recommandations	20	Système Qualité	5	Maîtrise de la conception	15	Gestion et analyse du risque (FMEA, FTA, ?)	20	Maîtrise de la documentation	10	Maîtrise de la fabrication (GMP)	5	Essais cliniques	5
Sujet	Temps [%]																						
Spécificités du développement de dispositifs médicaux, exemples	5																						
Directives européennes, exigences FDA	10																						
Classification des dispositifs médicaux	5																						
Normes et recommandations	20																						
Système Qualité	5																						
Maîtrise de la conception	15																						
Gestion et analyse du risque (FMEA, FTA, ?)	20																						
Maîtrise de la documentation	10																						
Maîtrise de la fabrication (GMP)	5																						
Essais cliniques	5																						
Méthodes d'enseignement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mode</th> <th>Périodes d'enseignement</th> <th>Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td>12</td> <td>25.71</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td>9</td> <td>19.29</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td>21</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	12	25.71	Exercices	9	19.29	Travaux pratiques	21	45	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3				
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																					
Exposés	12	25.71																					
Exercices	9	19.29																					
Travaux pratiques	21	45																					
TOTAL	42	90																					
Crédits ECTS		3																					
Évaluation	Examen écrit																						

Module: Exigences réglementaires pour le développement de dispositifs médicaux (REG) (suite)

Exigences réglementaires pour le développement de dispositifs médicaux [REG]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique	X	X		X		X	X	X	
Gérer les coûts et les délais	X	X		X		X	X	X	
Gérer la communication	X	X		X		X	X	X	
Gérer les risques et les imprévus	X	X		X		X	X	X	
Stimuler l'équipe	X	X		X		X	X	X	
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)	X	X		X		X	X	X	
Décomposer le système	X	X		X		X	X	X	
Spécifier le système, y compris concept	X	X		X		X	X	X	
Evaluer les risques	X	X		X		X	X	X	
Planifier	X	X		X		X	X	X	
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail									
Concevoir									
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler									
Mesurer / tester / caractériser									
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer	X	X		X		X	X	X	
Proposer les améliorations									
Tirer les leçons / apprendre	X	X		X		X	X	X	
Documenter	X	X		X		X	X	X	
Disséminer									

2.4 Module: Analyse et certification des risques liés aux machines (RSK)

Analyse et certification des risques liés aux produits [RSK]

MRU	TIN / HEIG-VD																		
Responsable	Schneider Bernard																		
Domaines de spécialisation	TIN, TIC																		
Capacité d'accueil	30																		
Objectifs détaillés	<p>Domaine d'application : Conception mécanique, électronique et informatique de toutes les machines de production (emballage, imprimerie, textile, machine-outil, manutention).</p> <p>Outils/méthodes : Après quelques explications sur les objectifs et méthode de l'analyse des risques, l'étudiant analysera les risques d'un produit (mécanique, électronique ou informatique, à choix), et établira les documents nécessaires à la certification.</p> <p>Moyens pédagogiques : Réalisations personnelles.</p> <p>Objectifs détaillés : A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant-e sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer la classe de risque requise (SEL - severe effect level) de diverses machines et fonctions de machines ; - évaluer les normes concernées ; - réaliser une analyse des modes de pannes et de leurs effets (FMEA - failure mode and effects analyses) ; - réaliser une analyse par arbre de panne (FTA - Fault tree analysis) ; - proposer des améliorations au produit analysé, dans le but d'atteindre la classe de risque visée ; - rédiger les chapitres concernés du dossier technique (technical file) au sens des directives européennes. 																		
Connaissances préalables	<p>Connaissances relatives au type de produit analysé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour un produit mécanique : principes de fonctionnement des capteurs, des automates et autres organes de commande ; - pour un produit électronique : principes de fonctionnement d'un convertisseur de puissance, y compris de son logiciel ; - pour un produit informatique : principes de fonctionnement, de programmation et de configuration des automates de commande, ainsi que des bus de terrain. 																		
Contenu	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Sujet</th> <th style="text-align: right;">Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Présentation (théorique) des exigences normatives, des méthodes d'analyses et des moyens de certification</td> <td style="text-align: right;">15</td> </tr> <tr> <td>Etude d'un produit à certifier au sens de la sécurité (mécanique, électronique ou informatique, à choix de l'étudiant)</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>Analyses de ce produit pour en certifier la classe de risque visée</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> <tr> <td>Rédaction du dossier technique de certification</td> <td style="text-align: right;">20</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	Présentation (théorique) des exigences normatives, des méthodes d'analyses et des moyens de certification	15	Etude d'un produit à certifier au sens de la sécurité (mécanique, électronique ou informatique, à choix de l'étudiant)	5	Analyses de ce produit pour en certifier la classe de risque visée	60	Rédaction du dossier technique de certification	20								
Sujet	Temps [%]																		
Présentation (théorique) des exigences normatives, des méthodes d'analyses et des moyens de certification	15																		
Etude d'un produit à certifier au sens de la sécurité (mécanique, électronique ou informatique, à choix de l'étudiant)	5																		
Analyses de ce produit pour en certifier la classe de risque visée	60																		
Rédaction du dossier technique de certification	20																		
Méthodes d'enseignement	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Mode</th> <th style="text-align: center;">Périodes d'enseignement</th> <th style="text-align: center;">Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">17.14</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td style="text-align: center;">34</td> <td style="text-align: center;">72.86</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td style="text-align: center;">42</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	8	17.14	Exercices	0	0	Travaux pratiques	34	72.86	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																	
Exposés	8	17.14																	
Exercices	0	0																	
Travaux pratiques	34	72.86																	
TOTAL	42	90																	
Crédits ECTS		3																	
Évaluation	Examen écrit																		

Module: Analyse et certification des risques liés aux machines (RSK) (suite)

Analyse et certification des risques liés aux produits [RSK]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)	X	X		X	X				X
Décomposer le système	X	X		X	X				X
Spécifier le système, y compris concept									
Evaluer les risques	X	X		X	X				X
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail	X	X		X	X				X
Concevoir									
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler									
Mesurer / tester / caractériser	X	X		X	X				X
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer	X	X		X	X				X
Proposer les améliorations	X	X		X	X				X
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter	X	X		X	X				X
Disséminer									

2.5 Module: Analyse, Conception et développement Orientés Objet de logiciels de commande (ACOO)

Analyse, Conception et développement Orientés Objet de logiciels de commande [ACOO]

MRU	TIN / HEIG-VD
Responsable	Birling François
Domaines de spécialisation	TIN, TIC
Capacité d'accueil	30
Objectifs détaillés	<p>L'objectif du cours est d'acquérir une méthodologie de travail et des compétences techniques permettant de conduire un projet de développement d'un logiciel de commande de machine robotisée complexe depuis la phase d'analyse des exigences jusqu'à la livraison d'une solution opérationnelle, en tirant parti des avantages de la programmation orientée objet.</p> <p>L'enseignement sera centré autour d'un cas réel de développement du logiciel de pilotage d'une machine. Les différentes phases de ce développement seront traitées entièrement par les étudiants. Ce cours permettra d'introduire des outils d'analyse et de conception orientés objets (UML). Un volet d'introduction à la programmation orientée objet en C++ fait également partie intégrante de cet enseignement.</p> <p>Domaines d'application : Mécatronique, Biomédical, Energie, Systèmes embarqués</p> <p>Compétences visées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyser et spécifier en détail les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles relatives à un logiciel de commande, les classer et les hiérarchiser. - Gérer les coûts et les délais en définissant une démarche de projet basée sur l'identification de phases et la délimitation précise du périmètre et des livrables associés. Présenter la démarche. - Gérer l'avancement technique en planifiant finement une phase de réalisation, en estimant les coûts, et en faisant un suivi de la réalisation. - Concevoir une architecture logicielle orientée objet, structurée en couches, et exploitant judicieusement les notions d'héritage et de polymorphisme. Sur la base de cette conception, développer en C++ et mettre au point un logiciel de commande de machines orienté objet, développé en parallèle par plusieurs personnes - Intégrer d'autres modules, développés en parallèle, en définissant préalablement une stratégie permettant de paralléliser le développement du logiciel. - Documenter efficacement le logiciel en synthétisant les résultats produits dans les différentes phases d'analyse et de conception, afin d'en assurer la maintenabilité. - Procéder à la phase d'acceptation en fin de projet, et gérer les écarts par rapport aux attentes du client.
Connaissances préalables	<ul style="list-style-type: none"> - Aisance pour la programmation d'applications en langage C. - Connaissances de base en automatisation : notions d'entrées/sorties, de commande d'axe numérique, d'actionneur et de capteur.

Module: Analyse, Conception et développement Orientés Objet de logiciels de commande (ACOO) (suite)

Analyse, Conception et développement Orientés Objet de logiciels de commande [ACOO]

Contenu

Sujet	Temps [%]
- Architecture matérielle des systèmes de commande	5
- Analyse fonctionnelle et planification	15
- Programmation orientée objet en C++	20
- Conception orientée objet avec UML	20
- Gestion d'un développement parallèle de modules	20
- Intégration, test et mise au point	10
- Livraison et processus d'acceptation du logiciel	10

Méthodes d'enseignement

Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
Exposés	10	21.43
Exercices	4	8.57
Travaux pratiques	28	60
TOTAL	42	90
Crédits ECTS		3

Évaluation

Examen écrit

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique					X				
Gérer les coûts et les délais					X				
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)									
Décomposer le système									
Spécifier le système, y compris concept									
Évaluer les risques									
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail					X				
Concevoir					X				
Intégrer (d'autres composants ou produits)					X				
Modéliser / simuler									
Mesurer / tester / caractériser									
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer									
Proposer les améliorations									
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter					X				
Disséminer									

2.6 Module: Applications de NanoTechnologies dans l'ingénierie de systèmes et produits (ANATE)

Applications de NanoTechnologies [ANATE]

MRU	TIN / HEIG-VD
Responsable	Schintke Silvia
Domaines de spécialisation	TIN
Capacité d'accueil	20
Objectifs détaillés	<p>Des nanotechnologies trouvent des nombreuses applications dans des domaines de l'ingénierie énergétique, (micro)-électronique, ou biomédicale et donnent un grand potentiel d'innovation pour le développement de systèmes et produits novateurs. Notamment la nanostructuration de surfaces, l'utilisation de différentes nanoparticules, des molécules organiques et des processus d'autoassemblage jouent un rôle clé dans ces domaines. Pour suivre les progrès techniques rapides, des méthodes adaptées de recherche de littérature, l'anglais technique et une bonne connaissance de structures d'articles dans différents revues techniques et scientifiques sont utiles à l'ingénieur de développement aussi bien dans la phase de conception d'un projet que pour la dissémination de ses propres résultats par des publications, rapports techniques, séminaires ou présentations de conférence. Ce module vise à rendre l'étudiant-e autonome dans ces activités d'un ingénieur de développement, afin qu'il puisse profiter du grand potentiel d'innovation des application des nanotechnologies dans la conception et développement de systèmes innovants.</p> <p>A l'issu du module l'étudiant aura acquis les compétences de projet suivantes</p> <p>Concernant la gestion de projet l'étudiant-e sera capable de</p> <ul style="list-style-type: none"> - communiquer à une équipe d'ingénieurs multidisciplinaire sur l'avancement technologique d'une application des nanotechnologies dans son domaine de l'ingénierie (énergétique, (micro)-électronique, ou biomédical) - stimuler une équipe en vue d'un esprit d'équipe innovateur et entrepreneur par communication d'avancements technologiques liés à leur domaine d'application (énergies renouvelables, électronique, biomédical) <p>Concernant l'analyse et spécification de produits et services l'étudiant-e sera capable de</p> <ul style="list-style-type: none"> - effectuer des recherches bibliographiques de revues scientifiques et techniques pour suivre les développements des applications de la nanotechnologie dans différents domaines de l'ingénierie (applications des nanotechnologies dans l'ingénierie de l'énergie, de l'électricité, de l'électronique, et/ou du biomédicale) pour l'analyse, la spécification et la planification d'un système et de ses composants <p>Concernant le développement et la réalisation l'étudiant-e sera capable de</p> <ul style="list-style-type: none"> - extraire de manière critique les informations recherchées (méthodes techniques et/ou résultats) dans des articles des revues scientifiques et techniques en vue de la spécification et conception d'un système, ainsi que pour la planification et réalisation des mesures adéquats de caractérisation d'un système d'application de nanotechnologie ou d'un de ses composants (dans des domaines de l'énergies renouvelables, électronique, biomédical) <p>Concernant la validation, l'amélioration et la dissémination l'étudiant-e sera capable de</p> <ul style="list-style-type: none"> - structurer un exposé technique pour une présentation orale (séminaire) en français et/ou anglais, - donner un exposé de résumé technique (en français ou anglais) à un groupe d'ingénieurs sur la base des articles techniques et/ou scientifiques à l'exemple des applications des nanotechnologies dans l'ingénierie, - participer de manière active et critique aux discussions interdisciplinaires entre ingénieurs sur un sujet de domaine d'application de nanotechnologies dans l'ingénierie, - analyser de manière critique et constructive les contributions des autres participant-e-s et proposer des améliorations techniques. <p>L'acquisition des compétences sera évaluée sur la base de séries d'exercices pratiques d'évaluation (30%), des textes de résumés écrits (20%), des présentations orales (30%), ainsi que sur la contribution aux discussions (10%).</p>
Connaissances préalables	<p>Bachelor en génie électrique, microtechnique, génie mécanique ou équivalent, intérêt pour les domaines d'application des nanotechnologies et progrès technologiques.</p> <p>Connaissances de base en anglais (pouvoir lire des documents en anglais au moins à l'aide d'un dictionnaire).</p>

Module: Applications de NanoTechnologies dans l'ingénierie de systèmes et produits (ANATE) (suite)

Applications de NanoTechnologies [ANATE]

Contenu	Sujet	Temps [%]
	Exemples d'application de nanotechnologie dans l'ingénierie (énergies renouvelables, électronique, biomédical): rôles, effets et gains apportées par nanostructuration de surfaces, différentes nanoparticules, miniaturisation, confinement, molécules organiques et processus d'autoassemblage	20
	Veille technologique, recherche de littérature, structure d'articles de revues techniques et scientifiques à l'exemple du domaine des nanotechnologies, extraction critique d'informations à l'exemple des applications actuelles des nanotechnologies dans différents domaines de l'ingénierie (cours + exercices pratiques)	20
	Exercices de rédaction de résumés concis, exercices de la structuration des présentations (rapports, articles, séminaires) (cours + exercices pratiques)	20
	Présentations orales et discussions techniques entre ingénieurs sur des sujets d'application des nanotechnologies dans l'ingénierie: rôle et gains apportées aux systèmes d'application de nanotechnologies par nanostructuration de surfaces, différentes nanoparticules, miniaturisation, confinement, molécules organiques et processus d'autoassemblage (séminaire des participants)	40

Méthodes d'enseignement	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
	Exposés	14	30
	Exercices	28	60
	Travaux pratiques	0	0
	TOTAL	42	90
	Crédits ECTS		3

Évaluation Examen écrit

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Électronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication			X	X			X	X	X
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe			X	X			X	X	X
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)			X	X			X	X	X
Décomposer le système			X	X			X	X	X
Spécifier le système, y compris concept									
Évaluer les risques									
Planifier			X	X			X	X	X
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail			X	X			X	X	X
Concevoir			X	X			X	X	X
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler									
Mesurer / tester / caractériser									
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer			X	X			X	X	X
Proposer les améliorations			X	X			X	X	X
Tirer les leçons / apprendre			X	X			X	X	X
Documenter			X	X			X	X	X
Disséminer			X	X			X	X	X

2.7 Module: Conception de systèmes électroniques industriels (CSYEI)

Conception de systèmes électroniques industriels [CSYEI]

MRU	TIN / HEIG-VD																			
Responsable	Tognolini Maurizio																			
Domaines de spécialisation	TIN																			
Capacité d'accueil	40																			
Objectifs détaillés	<p>Ce cours est destiné aux étudiants qui désirent acquérir des compétences dans la conception de systèmes électroniques industriels comprenant une partie électronique une partie mécanique (micro mécanique) et une partie logicielle embarqué. Un fort accent est mis sur les aspects faible coût de réalisation (cost driven development) et à les aspects normatifs (marquage CE pour la sécurité des personnes et perturbations EMC). L'étudiant devra être en mesure à partir d'un cahier de charges technique et commercial de faire une étude système permettant de garantir les fonctions et le coût. Il devra intégrer différentes technologies pour la réalisation du système. Ce cours est constitué d'un projet complet que les étudiants se partagent par groupes, le professeur fonctionne en tant que chef de projet.</p> <p>Domaines d'application : Mécatronique, Biomédical, Energie, Systèmes embarqués.</p> <p>Compétences visées :</p> <p>Analyser le système (pluridisciplinarité) en particulier des systèmes mécatroniques.</p> <p>Décomposer le système en une partie mécanique, électronique et logicielle dans le but de viser des coûts faibles.</p> <p>Spécifier le système, y compris concept, afin de développer chaque partie séparément et de façon coordonnée.</p> <p>Planifier le déroulement du projet en tenant compte du développement mais aussi de la fabrication des sous ensembles et de la possibilité de parallélisation des tâches.</p> <p>Analyser et spécifier en détail chaque sous partie du système afin de pouvoir le réaliser séparément.</p> <p>Concevoir chaque sous ensemble en tenant compte des moyens de le fabriquer et du coût de revient.</p> <p>Mesurer / tester / caractériser chaque sous ensemble pour vérifier qu'il respecte les spécifications système.</p>																			
Connaissances préalables	<p>Électronique, Électronique de puissance, conversion A/D et D/A</p> <p>Traitement de signal de base (livre de Lathi Signal Processing and Linear Systems)</p> <p>Programmation micromicrocontrôleur (famille 8051) Programmation DSP (famille Texas Instruments) Notions de propagation électromagnétique, Utilisation d'un logiciel de schématisation et layout (type Orcad), Utilisation d'un logiciel conception mécanique (Solid Works)*</p> <p>Outils statistiques (statistical signal processing)</p>																			
Contenu	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sujet</th> <th>Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Analyse du cahier de charges et conception au niveau système</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Choix des solutions techniques en tenant compte du coût et des performances.</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Découpage en trois parties (mécanique, électronique, logicielle)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Mise en place d'un système de test / calibration</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Choix des techniques de production selon la quantité</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Normes pour l'homologation du produit (EMC)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>conception de chacune des parties règles de design</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Documentation du projet</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	Analyse du cahier de charges et conception au niveau système	10	Choix des solutions techniques en tenant compte du coût et des performances.	20	Découpage en trois parties (mécanique, électronique, logicielle)	10	Mise en place d'un système de test / calibration	10	Choix des techniques de production selon la quantité	10	Normes pour l'homologation du produit (EMC)	10	conception de chacune des parties règles de design	20	Documentation du projet	10	
Sujet	Temps [%]																			
Analyse du cahier de charges et conception au niveau système	10																			
Choix des solutions techniques en tenant compte du coût et des performances.	20																			
Découpage en trois parties (mécanique, électronique, logicielle)	10																			
Mise en place d'un système de test / calibration	10																			
Choix des techniques de production selon la quantité	10																			
Normes pour l'homologation du produit (EMC)	10																			
conception de chacune des parties règles de design	20																			
Documentation du projet	10																			
Méthodes d'enseignement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mode</th> <th>Périodes d'enseignement</th> <th>Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td>6</td> <td>12.86</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td>3</td> <td>6.43</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td>33</td> <td>70.71</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	6	12.86	Exercices	3	6.43	Travaux pratiques	33	70.71	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3	
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																		
Exposés	6	12.86																		
Exercices	3	6.43																		
Travaux pratiques	33	70.71																		
TOTAL	42	90																		
Crédits ECTS		3																		
Évaluation	Examen écrit																			

Module: Conception de systèmes électroniques industriels (CSYEI) (suite)

Conception de systèmes électroniques industriels [CSYEI]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)				X					
Décomposer le système				X					
Spécifier le système, y compris concept				X					
Evaluer les risques									
Planifier				X					
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail				X					
Concevoir				X					
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler									
Mesurer / tester / caractériser				X					
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer									
Proposer les améliorations									
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter									
Disséminer									

2.8 Module: Conception et simulation de moteurs électriques à hautes performances (CSMOT)

Conception et simulation de moteurs électriques à hautes performances [CSMOT]

MRU	TIN / HEIG-VD
Responsable	Besson Christophe
Domaines de spécialisation	TIN
Capacité d'accueil	24
Objectifs détaillés	<p>- Contexte technico-scientifique :</p> <p>L'étudiant-e réalisera le dimensionnement d'un moteur électrique, selon un cahier des charges donné, issu d'une application industrielle (automobile, biomédicale, spatiale, robotique ou machine-outil). Il s'agira d'un moteur de type synchrone à aimants permanents (brushless), linéaire, pas à pas ou asynchrone. Des sujets relatifs aux génératrices électriques pourront également être proposés.</p> <p>L'enseignement sera effectué essentiellement sous la forme d'un mini-projet et de laboratoires, afin d'appliquer une méthodologie de conception, d'illustrer une certaine marche à suivre impliquant un processus itératif et des éléments d'optimisation.</p> <p>- Domaines d'application :</p> <p>Conversion d'énergie et de puissance ; Energies nouvelles et renouvelables; Efficacité énergétique.</p> <p>Modélisation, analyse, conception et réalisation de composants et systèmes mécatroniques destinés à l'automatisation de machines et processus.</p> <p>- Compétences visées :</p> <p>L'étudiant-e acquiert des compétences de gestion de projet par le biais d'un mini-projet concret réalisé en groupe (gestion, planification, communication) en appliquant un processus de conception et de dimensionnement ;</p> <p>Après avoir analysé et spécifié un système impliquant un moteur électrique, avec son alimentation et sa transmission, l'étudiant-e acquiert des compétences dans le domaine de la conception et de la simulation de moteurs électriques. Il connaîtra les principes de base du dimensionnement des moteurs électriques et sera capable d'appliquer des méthodes de calcul utilisées dans l'industrie pour les moteurs électriques.</p> <p>L'étudiant-e effectuera la modélisation et la simulation de régimes permanents et transitoires afin de prévoir le comportement du moteur avec son alimentation.</p> <p>L'étudiant-e analysera les solutions proposées et établira une documentation détaillée (rapport et fiche technique).</p>

Connaissances préalables

Contenu

Sujet	Temps [%]
1. Mise à niveau des connaissances requises sur les moteurs électriques et sur les logiciels de simulations employés lors du mini-projet	20
2. Mini-projet sur la conception et le dimensionnement d'un moteur électrique	0
2.1 Choix des matériaux, détermination de la structure et caractérisation du bobinage	10
2.2 Dimensionnement et optimisation du circuit magnétique	15
2.3 Considérations liées à l'alimentation du moteur et à la transmission	10
2.4 Analyse des contraintes d'industrialisation	5
2.5 Modélisation et simulation du régime permanent et de régimes transitoires (Flux2D, Simplorer, Matlab)	20
2.6 Etude des performances et des aspects énergétiques (couple, vitesse, pertes, rendement, etc.)	10
2.6 Etablissement d'une fiche technique et documentation	10

Module: Conception et simulation de moteurs électriques à hautes performances (CSMOT) (suite)

Conception et simulation de moteurs électriques à hautes performances [CSMOT]

Méthodes d'enseignement

Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
Exposés	7	15
Exercices	7	15
Travaux pratiques	28	60
TOTAL	42	90
Crédits ECTS		3

Évaluation

Examen écrit

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique	X	X							
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication	X	X							
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)	X	X							
Décomposer le système									
Spécifier le système, y compris concept	X	X							
Evaluer les risques									
Planifier	X	X							
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail	X	X	X						X
Concevoir	X	X	X						X
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler	X	X	X						X
Mesurer / tester / caractériser									
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer	X	X	X						X
Proposer les améliorations									
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter	X	X	X						X
Disséminer									

2.9 Module: Applications en bio-informatique (BIOIN)

Techniques bio-inspirées et applications en bio-informatique [BIOIN]

MRU	TIN / HEIG-VD																		
Responsable	Taillard Eric																		
Domaines de spécialisation	TIN, TIC																		
Capacité d'accueil	30																		
Objectifs détaillés	<p>La bio-informatique traite de l'interprétation de séquences génétiques. De nombreux problèmes de ce domaine sont difficile à résoudre. Pour en trouver de bonnes solutions, on a souvent recours à de méthodes générales d'optimisation, en particulier des techniques inspirées du monde biologique. À l'issue de ce module, l'étudiant sera capable de mettre en oeuvre les principales techniques d'optimisation et de classification génériques et leurs applications en bio-informatique.</p> <p>Il sera en mesure de modéliser des problèmes pratiques sous une forme appropriée à leur résolution par ces techniques.</p> <p>Pour atteindre ces buts, les étudiants traiteront de manière pratique des problèmes des sciences de la vie ou d'autres problèmes dans leur domaine de spécialisation à l'aide notamment de techniques bio-inspirées.</p> <p>Ce module sera donné en collaboration avec le prof. Carlos Peña, responsable du module d'approfondissement "Life Science Computing", qui proposera notamment des sujets pour la partie pratique du module. Les étudiants sont cependant libres de réaliser la partie pratique du module sur une problématique provenant d'un autre domaine mais pour laquelle des techniques d'optimisation génériques ou bio-inspirées peuvent s'appliquer.</p> <p>Le travail pratique donnera lieu à la rédaction d'un rapport et sera présenté aux autres participants du module.</p>																		
Connaissances préalables	<p>Cours de programmation de niveau bachelor (programmation séquentielle, algorithmes et structure de données)</p> <p>Cours de mathématiques de niveau bachelor (calcul différentiel, mathématiques discrètes, graphe et réseaux)</p> <p>Avoir suivi le module master de base "Algorithms" est recommandé</p>																		
Contenu	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sujet</th> <th>Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Modélisation de problèmes, notamment sous la forme d'un objectif à optimiser sous contraintes ou sous la forme d'un problème de classification.</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2) Méthodes d'amélioration, voisinage, recherche locale, gradient, BFGS, recherche avec tabous, recuit simulé, voisinages variables, méthodes de décomposition</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3) Méthodes d'optimisation bio-inspirées: algorithmes génétiques, colonies de fourmi artificielles, algorithme glouton adaptatif, essais particuliers</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>4) Techniques de classification: réseaux neuronaux, co-évolution, logique floue</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>5) Projet encadré utilisant des techniques bio-inspirées</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	1) Modélisation de problèmes, notamment sous la forme d'un objectif à optimiser sous contraintes ou sous la forme d'un problème de classification.	5	2) Méthodes d'amélioration, voisinage, recherche locale, gradient, BFGS, recherche avec tabous, recuit simulé, voisinages variables, méthodes de décomposition	5	3) Méthodes d'optimisation bio-inspirées: algorithmes génétiques, colonies de fourmi artificielles, algorithme glouton adaptatif, essais particuliers	15	4) Techniques de classification: réseaux neuronaux, co-évolution, logique floue	10	5) Projet encadré utilisant des techniques bio-inspirées	65						
Sujet	Temps [%]																		
1) Modélisation de problèmes, notamment sous la forme d'un objectif à optimiser sous contraintes ou sous la forme d'un problème de classification.	5																		
2) Méthodes d'amélioration, voisinage, recherche locale, gradient, BFGS, recherche avec tabous, recuit simulé, voisinages variables, méthodes de décomposition	5																		
3) Méthodes d'optimisation bio-inspirées: algorithmes génétiques, colonies de fourmi artificielles, algorithme glouton adaptatif, essais particuliers	15																		
4) Techniques de classification: réseaux neuronaux, co-évolution, logique floue	10																		
5) Projet encadré utilisant des techniques bio-inspirées	65																		
Méthodes d'enseignement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mode</th> <th>Périodes d'enseignement</th> <th>Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td>7</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td>3</td> <td>6.43</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td>32</td> <td>68.57</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	7	15	Exercices	3	6.43	Travaux pratiques	32	68.57	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																	
Exposés	7	15																	
Exercices	3	6.43																	
Travaux pratiques	32	68.57																	
TOTAL	42	90																	
Crédits ECTS		3																	
Évaluation	Examen écrit																		

Module: Applications en bio-informatique (BIOIN) (suite)

Techniques bio-inspirées et applications en bio-informatique [BIOIN]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique						X			
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus						X			
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)						X			
Décomposer le système									
Spécifier le système, y compris concept									
Evaluer les risques									
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail									
Concevoir									
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler						X			
Mesurer / tester / caractériser									
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer						X			
Proposer les améliorations						X			
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter						X			
Disséminer									

2.10 Module: Régulation robuste appliquée (RRA)

Régulation robuste appliquée [R2A]

MRU	TIN / HEIG-VD																		
Responsable	Herzog Raoul																		
Domaines de spécialisation	TIN																		
Capacité d'accueil	30																		
Objectifs détaillés	<p>1) Analyser et spécifier Spécifier la robustesse et les performances d'une boucle de réglage multivariable (cahier des charges). Pour un système asservi donné, analyser sa robustesse par rapport à des incertitudes structurées et non structurées. Analyser le worst-case de combinaison de tolérances paramétriques.</p> <p>2) Développer Modélisation et représentation de l'incertitude de systèmes à régler. Utilisation du logiciel spécialisé "robust control toolbox" de Matlab. Synthèse de régulateur par les méthode H infini, mu synthèse, et LMI. Etude de cas (exemples de transmission par courroie élastique, suspension active de véhicules, paliers magnétiques).</p> <p>3) Valider, améliorer Validation de la robustesse et des performances (simulations Monte Carlo). Comprendre le compromis inhérent entre performance et robustesse.</p> <p>Moyens pédagogiques : cours+labos</p>																		
Connaissances préalables	<p>synthèse d'un régulateur PID (loop shaping) marge de gain et de phase représentation d'un système linéaire dans l'espace d'état retour d'état et dimensionnement des gains concept de l'observabilité et contrôlabilité concept d'un observateur</p>																		
Contenu	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sujet</th> <th>Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motivation de la régulation robuste</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Définition de la norme de signaux et systèmes, valeurs singulières, normes pondérées</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Incertitudes structurées et non structurées</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Cahier des charges pour spécifier la robustesse et les performances d'un système asservi</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Stabilité robuste, applications du théorème du faible gain</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Outils H infini, mu synthèse, LMI</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Exemples d'application, études de cas.</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	Motivation de la régulation robuste	5	Définition de la norme de signaux et systèmes, valeurs singulières, normes pondérées	10	Incertitudes structurées et non structurées	10	Cahier des charges pour spécifier la robustesse et les performances d'un système asservi	5	Stabilité robuste, applications du théorème du faible gain	10	Outils H infini, mu synthèse, LMI	35	Exemples d'application, études de cas.	25		
Sujet	Temps [%]																		
Motivation de la régulation robuste	5																		
Définition de la norme de signaux et systèmes, valeurs singulières, normes pondérées	10																		
Incertitudes structurées et non structurées	10																		
Cahier des charges pour spécifier la robustesse et les performances d'un système asservi	5																		
Stabilité robuste, applications du théorème du faible gain	10																		
Outils H infini, mu synthèse, LMI	35																		
Exemples d'application, études de cas.	25																		
Méthodes d'enseignement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mode</th> <th>Périodes d'enseignement</th> <th>Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td>20</td> <td>42.86</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td>10</td> <td>21.43</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td>12</td> <td>25.71</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	20	42.86	Exercices	10	21.43	Travaux pratiques	12	25.71	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																	
Exposés	20	42.86																	
Exercices	10	21.43																	
Travaux pratiques	12	25.71																	
TOTAL	42	90																	
Crédits ECTS		3																	
Évaluation	Examen écrit																		

Module: Régulation robuste appliquée (RRA) (suite)

Régulation robuste appliquée [R2A]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)	X								
Décomposer le système									
Spécifier le système, y compris concept	X								
Evaluer les risques	X								
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail	X								
Concevoir	X								
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler	X								
Mesurer / tester / caractériser	X								
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer	X								
Proposer les améliorations	X								
Tirer les leçons / apprendre	X								
Documenter									
Disséminer									

2.11 Module: Traitement d'image et reconnaissance de forme (TIMRF)

Traitement d'image et reconnaissance de forme [TimRF]

MRU	TIN / HEIG-VD																		
Responsable	Kocher Michel																		
Domaines de spécialisation	TIN, TIC																		
Capacité d'accueil	40																		
Objectifs détaillés	<p>Ce cours est destiné aux étudiants désireux d'approfondir leurs connaissances en analyse d'image, que ce soit dans le domaine industriel (contrôle de qualité) que biomédical (détection d'anomalies et analyse quantitative des structures vivantes).</p> <p>Il a pour objet l'acquisition de compétences de niveau Master en analyse d'image. Ce terme regroupe 3 compétences, à savoir : les méthodes de traitement d'image avancées qui servent à extraire les objets de la scène (segmentation), des méthodes de description des formes détectées (signature) ainsi que des techniques statistiques de mise en correspondance de ces signatures.</p> <p>Après avoir suivi ce cours, un étudiant doit être capable de détecter des composantes similaires dans une image. Ces composantes peuvent être des étoiles dans le ciel, des pièces mécaniques sur un tapis roulant, des cellules sanguines dans une préparation ou encore des pointes de diamant sur une meule d'affûtage.</p> <p>Il doit également être capable de détecter des anomalies sur des objets, par exemple une griffure sur un câble, une cellule sanguine non circulaire ou une tumeur dans le cerveau.</p>																		
Connaissances préalables	<p>Mathématique (analyse, mathématique discrète, algèbre linéaire)</p> <p>Algorithmique</p> <p>Traitement de signal de base (livre de Lathi Signal Processing and Linear Systems)</p> <p>Traitement d'image de base (livre de Gonzalez et Woods Digital Image Processing)</p>																		
Contenu	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sujet</th> <th>Temps [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rappels de mathématique et de statistique</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Segmentation, approche région et contour</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Détection de ligne et de cône (transformation de Hough)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Méthode des k plus proches voisins</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Analyse discriminante linéaire, analyse en composantes principales</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Application des méthodologies présentées à la reconnaissance de caractères</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Sujet	Temps [%]	Rappels de mathématique et de statistique	10	Segmentation, approche région et contour	15	Détection de ligne et de cône (transformation de Hough)	15	Méthode des k plus proches voisins	15	Analyse discriminante linéaire, analyse en composantes principales	30	Application des méthodologies présentées à la reconnaissance de caractères	15				
Sujet	Temps [%]																		
Rappels de mathématique et de statistique	10																		
Segmentation, approche région et contour	15																		
Détection de ligne et de cône (transformation de Hough)	15																		
Méthode des k plus proches voisins	15																		
Analyse discriminante linéaire, analyse en composantes principales	30																		
Application des méthodologies présentées à la reconnaissance de caractères	15																		
Méthodes d'enseignement	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mode</th> <th>Périodes d'enseignement</th> <th>Volume de travail (en heures)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exposés</td> <td>20</td> <td>42.86</td> </tr> <tr> <td>Exercices</td> <td>10</td> <td>21.43</td> </tr> <tr> <td>Travaux pratiques</td> <td>12</td> <td>25.71</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>42</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Crédits ECTS</td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)	Exposés	20	42.86	Exercices	10	21.43	Travaux pratiques	12	25.71	TOTAL	42	90	Crédits ECTS		3
Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)																	
Exposés	20	42.86																	
Exercices	10	21.43																	
Travaux pratiques	12	25.71																	
TOTAL	42	90																	
Crédits ECTS		3																	
Évaluation	Examen écrit																		

Module: Traitement d'image et reconnaissance de forme (TIMRF) (suite)

Traitement d'image et reconnaissance de forme [TimRF]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)						X			
Décomposer le système									
Spécifier le système, y compris concept						X			
Evaluer les risques									
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail						X			
Concevoir						X			
Intégrer (d'autres composants ou produits)									
Modéliser / simuler						X			
Mesurer / tester / caractériser						X			
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer						X			
Proposer les améliorations						X			
Tirer les leçons / apprendre						X			
Documenter						X			
Disséminer						X			

2.12 Module: Modélisation, simulation dynamique et réglage des convertisseurs de puissance (EPR)

Modélisation, simulation dynamique et réglage des convertisseurs de puissance [EPR]

MRU	TIN / HEIG-VD
Responsable	Carpita Mauro
Domaines de spécialisation	TIN, TIC
Capacité d'accueil	16
Objectifs détaillés	Contexte technico-scientifique.

L'étude des convertisseurs de puissance au niveau bachelor se résume à montrer le principe de fonctionnement du convertisseur. Les différentes familles et topologies des convertisseurs sont analysées dans la plupart des cas en régime permanent, avec l'hypothèse d'un comportement périodique et répétitif. Forcément, seulement quelques notions de base concernant le réglage et le comportement dynamique des convertisseurs sont enseignées.

Le but de ce cours est de donner aux étudiants les compétences nécessaires pour modéliser d'une façon rigoureuse les convertisseurs de puissance au point de vue du réglage en particulier (mais pas seulement) dans un contexte de réglage numérique.

Plus d'un tiers du cours est réservé à l'activité de laboratoire, dans lequel est pratiquée l'analyse de différents systèmes de réglage de convertisseurs de puissance développés à la Heig-vd.

Domaines d'application :

- Energies nouvelles et renouvelables, Réseaux d'énergie (électrique), Conversion d'énergie et de puissance.
- Modélisation, analyse, conception et réalisation de composants et systèmes mécatroniques destinés à l'automatisation de machines et processus.

Compétences visées :

- Analyser le système de conversion pour quantifier les prestations dynamiques et spécifier le réglage d'un convertisseur de puissance pour une application donnée.
- Maîtriser différentes techniques de modélisation dynamique de convertisseurs de puissance.
- Etudier le réglage du convertisseur de puissance et utiliser un microcontrôleur DSP dans un contexte d'électronique de puissance pour la conversion d'énergie et les entraînements réglés. Les problèmes de l'écriture du code de réglage dans un contexte de temps réel dur (période d'échantillonnage 10-50µs) avec processeurs à virgule fixe et virgule flottante seront aussi analysés.
- Mesurer / tester / caractériser le réglage des systèmes d'électronique de puissance et en valider l'analyse.

Connaissances préalables

Cours de théories des circuits électriques linéaires, réglage automatique, électronique de puissance enseignés dans le cadre du Bachelor ès Sciences

Contenu

Sujet	Temps [%]
1. Rappel sur les convertisseurs de puissance et les phases spatiales	3
2. Rappel sur les principes de réglage des systèmes linéaires.	3
3. Le DSP et son environnement	7
4. Réglage des convertisseurs de puissance en utilisant l'approche de moyenne dans l'espace d'état.	0
4.1. Théorie de la moyenne dans l'espace d'état.	4
4.2. Fonction de transfert des convertisseurs.	4
4.3. Fonction de transfert du modulateur.	2
4.4. Linéarisation des systèmes	2
4.5. Dessin du régulateur.	4
5. Réglage vectoriel des convertisseurs de puissance	0
5.1. Réglage numérique des onduleurs monophasés et triphasé	7
5.2. Réglage vectoriel d'un redresseur PWM	7
5.3. Réglage vectoriel d'un entraînement asynchrone	7
6. Réglage en mode de glissement.	0
6.1. Réglage en mode de glissement d'un onduleur monophasé	7
6.2. Réglage en mode de glissement d'un onduleur triphasé	7
7. Laboratoires : Trois cas choisis parmi convertisseur DC/DC non isolés, convertisseur DC/DC isolés (mode tension et mode courant), convertisseurs DC/AC monophasés, convertisseur DC/AC triphasés, convertisseur multiniveaux.	36

Module: Modélisation, simulation dynamique et réglage des convertisseurs de puissance (EPR) (suite)

Méthodes d'enseignement

Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
Exposés	19	40.71
Exercices	8	17.14
Travaux pratiques	15	32.14
TOTAL	42	90
Crédits ECTS		3

Évaluation

Examen écrit

Modélisation, simulation dynamique et réglage des convertisseurs de puissance [EPR]

Compétences visées

	Automatisation et contrôle, actionneurs	Conception mécanique et micromécanique	Efficacité énergétique	Electronique, microélectronique, sensorique et photonique	Informatique industrielle	Informatique nomade	Matériaux, procédés et techniques d'assemblage	Microfabrication et couches minces	Production, distribution, stockage, conversion et utilisation de l'énergie
Gérer le projet									
Gérer l'avancement technique									
Gérer les coûts et les délais									
Gérer la communication									
Gérer les risques et les imprévus									
Stimuler l'équipe									
Analyser et spécifier des produits / services									
Analyser le système (pluridisciplinarité)	X		X	X	X				X
Décomposer le système	X		X	X	X				X
Spécifier le système, y compris concept	X		X	X	X				X
Évaluer les risques									
Planifier									
Développer et réaliser									
Analyser et spécifier en détail	X		X	X	X				X
Concevoir	X		X	X	X				X
Intégrer (d'autres composants ou produits)	X		X	X	X				X
Modéliser / simuler	X		X	X	X				X
Mesurer / tester / caractériser	X		X	X	X				X
Valider, améliorer et disséminer									
Analyser / critiquer									
Proposer les améliorations									
Tirer les leçons / apprendre									
Documenter	X		X	X	X				X
Disséminer									

Bibliographie

- [1] Site web de la HESSO, informations concernant le MSE-Master of Sciences in Engineering, <http://www.hes-so.ch/mse>
- [2] Offre de modules d'approfondissement 2011-2012 des MRU de la HESSO, <https://mse.hes-so.ch/public/ma/>
- [3] Offre de modules centraux 2011-2012, <https://mse.hes-so.ch/public/mc/>
- [4] Site web du département Département des Technologies Industrielles (TIN) de la HEIG-VD, <http://www.heig-vd.ch/Default.aspx?tabid=659>
- [5] Site web du MSE-Master of Science in Engineering (organisation niveau Suisse), <http://www.msengineering.ch/>