

Maîtrise en ingénierie - 3108

RESPONSABLE :

Abderrazak El Ouafi

CRÉDITS :

45 crédits, Deuxième cycle

GRADE, DIPLÔME OU ATTESTATION :

Maître ès sciences appliquées (M.Sc.A.)

OBJECTIFS :

Contribuer à l'approfondissement des connaissances scientifiques et techniques en ingénierie, initier à la recherche et à l'innovation technologique et former des spécialistes autonomes et compétents aptes à exercer une pratique professionnelle de haut niveau dans différents domaines de l'ingénierie et des sciences appliquées.

Plus spécifiquement, l'étudiant devrait, au terme de son programme d'étude :

- avoir acquis des connaissances plus approfondies dans une partie des sciences et des techniques liées à l'ingénierie;
- être en mesure d'appliquer les connaissances acquises à des problématiques, des situations ou des projets variés reliés à sa spécialisation ;
- faire preuve d'un esprit critique capable de proposer et d'évaluer des solutions à des problèmes spécifiques d'ingénierie;
- être en mesure de mener un projet d'ingénierie dans son secteur de spécialisation;
- avoir démontré qu'il est capable de communiquer oralement et par écrit, de façon claire et cohérente, les résultats d'un travail de recherche scientifique.

Le profil avec mémoire favorise le développement de la composante recherche de la formation du candidat par l'approfondissement des connaissances dans un champ de spécialisation;

INFORMATION SUR L'ADMISSION :

Centre	Régime	Trimestres d'admission			Étudiants étrangers		
		Aut.	Hiv.	Été	Aut.	Hiv.	Été
Campus de Rimouski	TC	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	TP	✓	✓	✓			

TC : Temps complet
TP : Temps partiel

CONDITIONS D'ADMISSION :

Base études universitaires

Être titulaire d'un baccalauréat ou l'équivalent en sciences fondamentales ou en sciences appliquées, dans un domaine approprié, obtenu avec une moyenne cumulative d'au moins 3.2 sur 4.3 ou l'équivalent.

Conditions particulières:

- Le candidat qui a obtenu son grade de premier cycle avec une moyenne cumulative inférieure à 3,2 mais égale ou supérieure à 2,8 ou l'équivalent peut exceptionnellement être admis après étude de son dossier.
- Le candidat qui a obtenu son grade de premier cycle avec une moyenne cumulative inférieure à 2,8, mais égale ou supérieure à 2,5 sur 4,3, pourra se faire imposer une propédeutique, selon les règles du programme, avant que son dossier puisse être considéré pour fins d'admission. Un résultat minimal sera exigé pour la propédeutique.
- Le candidat dont une composante de la formation au 1er cycle est jugée insuffisante peut se voir imposer des cours d'appoint ou une propédeutique.
- Le candidat doit démontrer une connaissance suffisante de la langue française conformément aux règles en vigueur à l'université.
- Étant donné le nombre important de manuels et de publications offerts en langue anglaise, l'étudiant qui ne peut lire facilement cette langue s'expose à des difficultés dans ses études.

Base expérience

Posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente.

PLAN DE FORMATION :

Cours obligatoires

Neuf (9) crédits de cours obligatoires

ING70115	Méthodes de recherche (3 cr.)
ING70215	Capteurs, signaux et systèmes dynamiques (3 cr.)
ING70315	Modélisation et simulation (3 cr.)

Cours optionnels

Choix de deux (2) cours optionnels (6 cr.) à partir des cours suivants :

ING70415	Analyse des systèmes dynamiques (3 cr.)
ING70515	Commande non-linéaire et adaptative (3 cr.)
ING70615	Optimisation avancée (3 cr.)
ING70715	Réseaux de neurones (3 cr.)
ING70815	Les systèmes experts en ingénierie (3 cr.)
ING70915	Planification d'expérience pour l'analyse et l'optimisation des produits et des procédés (3 cr.)
ING71015	Efficacité énergétique (3 cr.)
ING71115	Énergies renouvelables (3 cr.)
ING71215	Énergie éolienne (3 cr.)
ING71315	Compléments en énergie éolienne (3 cr.)
ING71415	Compléments de mathématiques (3 cr.)
ING72115	Mécanique des milieux continus (3 cr.)
ING72215	Comportement mécanique des matériaux (3 cr.)
ING72315	Méthode des éléments finis, concepts et applications (3 cr.)
ING72415	Vibration mécanique avancée (3 cr.)
ING72515	Techniques avancées en conception (3 cr.)
ING72615	Prototypage et développement de produits (3 cr.)
ING72715	Techniques avancées en fabrication (3 cr.)
ING72815	Sujets spéciaux en génie mécanique (3 cr.)
ING74115	Conception électronique avancée (3 cr.)
ING74215	Systèmes de conversion de l'énergie électrique (3 cr.)
ING74315	Prototypage rapide des systèmes numériques (3 cr.)
ING74415	Traitement de signaux avancé (3 cr.)
ING74515	Technologie des hyperfréquences (3 cr.)
ING74615	Systèmes de communication avancés (3 cr.)
ING74715	Vision numérique (3 cr.)
ING74815	Sujets spéciaux en génie électrique (3 cr.)

Projet de recherche et mémoire

Pour compléter son programme, l'étudiante ou l'étudiant doit obtenir les 30 crédits du bloc Projet de recherche et mémoire. Ainsi, en plus de suivre les cours ING76115 et ING76215, elle ou il doit s'inscrire en recherche aux trimestres concernés jusqu'au dépôt de son mémoire.

ING76115	Conduite de projet de recherche (3 cr.)
ING76215	Lectures dirigées (3 cr.)
ING76015	Activités de recherche et mémoire (24 cr.)

Règlements particuliers

Sur approbation du directeur du programme et selon la réglementation en vigueur à l'Université, un étudiant inscrit à un programme de baccalauréat en génie de l'UQAR qui a obtenu 90 crédits et plus avec une moyenne cumulative d'au moins 3.2/4.3 peut suivre jusqu'à 2 cours de 2e cycle au lieu des cours optionnels du 1er cycle. Pour ce faire, l'étudiant doit déposer une demande à la direction de son programme d'attache. S'il est ensuite admis dans un programme de 2e cycle, les cours de ce programme, réussis avec une note supérieure ou égale à B+, peuvent lui être reconnus.

Sur approbation préalable du directeur du programme, une activité optionnelle peut être remplacée par une activité pertinente d'autres programmes de 1er ou de 2e cycle offerts par l'UQAR ou par d'autres universités. Sans cette approbation, seuls les cours pertinents au programme et qui ont été réussis avec une note supérieure ou égale à B+ pourraient être crédités.

Modification du programme adopté à la Commission des études de l'UQAR, le 2 juin 2015 (CE-513-6305)

ING70115**Méthodes de recherche**

Objectif : Planifier un projet de recherche en tenant compte du domaine, du contexte et de l'environnement dans lesquels les activités de recherche vont être menées.

Contenu : Caractérisation de la recherche scientifique. Politique scientifique nationale et institutionnelle. Organisation du milieu de la recherche. Définition et illustration des différents types de recherche. Problématique et définition d'un projet de recherche. Recherche et gestion d'information scientifique et technique. Revue critique de la littérature. Élaboration d'objectifs et d'hypothèses de recherche. Inventaire et classification des approches méthodologiques. Gestion, organisation et réalisation d'un projet de recherche. Éléments de gestion de projet. Éthique et intégrité intellectuelle. Propriété intellectuelle et droits d'auteur. Diffusion orale et écrite des résultats.

ING70215**Capteurs, signaux et systèmes dynamiques**

Objectif : Être en mesure de sélectionner et d'intégrer de manière structurée les composantes d'un système de mesure pour des applications variées dans le domaine de l'ingénierie. Appliquer différentes techniques de traitement de signal de façon à améliorer les performances des systèmes de mesure. Se familiariser avec des logiciels spécialisés permettant l'acquisition des données et le contrôle des procédés.

Contenu : Instrumentation et mesure : capteurs, systèmes d'acquisition et processeurs de signaux. Sources et propagation des erreurs et des incertitudes. Revue des techniques de mesure des différents grandeurs physiques : terminologie, principe et caractéristiques métrologiques. Étalonnages statique et dynamique. Éléments d'une chaîne de mesure. Caractéristiques des systèmes d'acquisition. Types de signaux à mesurer. Acquisition des données : composantes des systèmes d'acquisition de données, notions d'échantillonnage, conversion, prétraitement des signaux. Outils d'analyse des signaux dans les domaines temporel et fréquentiel : notions avancées de statistiques, densité de probabilité, corrélation, régressions, analyse spectrale, transformée, algorithmes de transformations, filtres numériques. Applications pour la prédiction, la commande et la surveillance.

ING70315**Modélisation et simulation**

Objectif : Acquérir des compétences mathématiques et informatiques pour la mise en œuvre de concepts, d'approches, de méthodes et de techniques modernes de modélisation et de simulation de systèmes physiques

Contenu : Classification des systèmes : Statiques / dynamiques, linéaires /

non-linéaires, continus / discrets, déterministes/stochastiques. Représentation mathématique des systèmes physiques : fonctions de transfert, représentation d'état, linéarisation. Classification des modèles : analytiques, empiriques, statistiques, graphiques, etc. Analogies entre systèmes électriques, hydrauliques, thermiques ou mécaniques. Stabilité, sensibilité et précision de ces modèles. Analyse numérique. Méthodes numériques de simulation : volumes finis, différences finies, éléments finis. Simulation numérique de phénomènes physiques, couplés ou non couplés, en régime stationnaire et transitoire avec et sans changements de phases. Outils logiciels pour la modélisation et la simulation. Applications pour l'approximation, la prédiction, l'optimisation et la commande des processus. Applications à des systèmes réels à complexité croissante dans les domaines suivants : mécanique, électromécanique, hydraulique, thermique et électrique.

ING70415**Analyse des systèmes dynamiques**

Objectif : Acquérir les bases conceptuelles et maîtriser les outils couramment utilisés pour l'analyse et la commande automatique des systèmes dynamiques.

Contenu : Systèmes linéaires continus et discrets. Transformée de Laplace. Équations différentielles ordinaires. Transformée en Z. Équations aux différences. Outils d'analyse classiques et structures de modèles : fonctions de transfert, modèles d'état, équations d'entrée-sortie. Modèles empiriques et modèles physiques ou phénoménologiques. Introduction au bruit et structures stochastiques (OE, ARX, ARMAX, BJ). Identification des systèmes en présence de bruit. Introduction au filtrage optimal de Kalman. Applications à la commande des systèmes dynamiques.

ING70515**Commande non-linéaire et adaptative**

Objectif : Maîtriser les nouveaux outils pour l'analyse et l'utilisation de modèles non-linéaires dans le contexte de la conception d'algorithmes de commande automatique adaptatifs.

Contenu : Particularités des systèmes non-linéaires par rapport aux systèmes linéaires. Structures de modèles non-linéaires. Outils d'analyse locale et globale. Stabilité des systèmes. Équilibres. Notion d'optimalité : critères et intégration aux algorithmes de commande automatique. Critère de Lyapunov et conception d'algorithmes de commande non-linéaire et adaptative. Introduction au « backstepping ». Application aux systèmes linéaires et non-linéaires. Introduction à la commande extrémale pour l'optimisation en temps réel

ING70615**Optimisation avancée**

Objectif : Maîtriser les notions

fondamentales et les méthodes avancées en optimisation des systèmes.

Contenu : Optimisation des systèmes linéaires. Optimisation des systèmes non linéaires. Méthodes de recherche systématiques avec ou sans contraintes. Optimisation des systèmes séquentiels. Théorie de la décision et optimisation stochastique. Applications aux problèmes de conception et de commande des systèmes.

ING70715**Réseaux de neurones**

Objectif : Comprendre, concevoir et réaliser des systèmes basés sur les réseaux de neurones à des fins d'apprentissage, de mémorisation, de reconnaissance et de commande des systèmes.

Contenu : Cellules nerveuses physiologiques. Connectivité. Neurone formel. Topologies et paradigmes. Processus d'apprentissage : non supervisé, supervisé, compétitif. Architectures : homogène, hétérogènes, perceptron, perceptron multicouche, réseaux d'Hopfield, cartes de Kohonen, réseaux à fonctions radiales, réseaux récurrents, réseaux adaptatifs, réseaux auto-organisés, réseaux pour le traitement temporel. Apprentissage : par rétropropagation, par RP accélérée, par RP adaptative, par calcul d'entropie, compétitif, par algorithmes évolutifs. Introduction aux systèmes flous : définitions, sous-ensembles flous, relations flous. Liens entre réseaux de neurones et logique floue. Applications à des systèmes physiques complexes en GPAO, commande de procédés, robotique, vision numérique. Démonstrations et Exercices sur plusieurs logiciels.

ING70815**Les systèmes experts en ingénierie**

Objectif : Maîtriser la conception et la réalisation de systèmes experts pour l'application à des problèmes d'ingénierie.

Contenu : Architecture d'un système expert, représentation des connaissances, logique des prédicats, réseaux sémantiques et procéduraux, règles de production. Stratégies de recherches, chaînage avant et arrière, parcours d'arbres et de réseaux, moteurs d'inférences, planification. Applications au contrôle automatique de processus, à l'automatisation et à la conception. Applications au contrôle de qualité et au diagnostic. Réalisation d'une application dans le domaine de spécialité de l'étudiant.

ING70915**Planification d'expérience pour l'analyse et l'optimisation des produits et des procédés**

Objectif : Maîtriser les principaux éléments de planification expérimentale, d'analyse des variations, de modélisation et d'optimisation des performances des produits et des procédés.

Contenu : Concepts fondamentaux de la planification et de l'analyse expérimentale. Plans d'expériences factorielles et fractionnaires. Introduction aux méthodes Taguchi. Analyse de la variance. Analyse de la covariance. Régression simple et multiple. Tests de normalité et estimation. Effets des interactions. Effets des variations. Effets des erreurs. Diagrammes d'effet. Modélisation et optimisation des essais. Modèles polynomiaux complets et adaptés. Autres formes de modélisation. Optimisation à partir des diagrammes d'effets. Optimisation à partir de modèles multicritères. Applications des plans d'expériences au développement et à l'optimisation des produits et des procédés. Travaux pratiques et utilisation de logiciels statistiques permettant la planification des expériences, l'analyse et l'optimisation.

ING71015**Efficacité énergétique**

Objectif : Comprendre les enjeux de l'économie d'énergie. Connaître les principes physiques applicables aux différents aspects de l'efficacité énergétique. Maîtriser les outils de planification et d'analyse technique et financière des projets d'efficacité énergétique.

Contenu : ? L'efficacité énergétique - approche transversale et globale de la maîtrise de l'énergie. Les bases de l'efficacité énergétique : principes physiques transfert d'énergie, gains et pertes de chaleur, énergie électrique, chauffage et climatisation. Intégration des énergies renouvelables dans un processus d'efficacité énergétique : énergies renouvelables au service de l'efficacité énergétique (éolien, solaire PV et thermique, géothermie), efficacité énergétique préalable à l'utilisation des énergies renouvelables, intégration de l'énergie solaire, éolienne et autres sources renouvelables aux bâtiments. Nouvelles techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique et potentiel de réduction de consommation. Nouvelles technologies au service de l'efficacité énergétique (chauffage, climatisation, éclairage, cuisine, etc.). Isolation thermique et nouvelles techniques d'isolation (isolation extérieure, fenêtres, toiture, etc.). Mesures "passives" vs les mesures "actives". Réseaux intelligents. Conduite de projet en efficacité énergétique : analyse de rentabilité, étapes de conception et planification globale d'un bâtiment "efficient", gestion des besoins énergétiques, approche en fonction des besoins et non de l'offre, production d'énergie intégrée au bâtiment, introduction à l'utilisation du logiciel RetScreen®.

ING71115**Énergies renouvelables**

Objectif : Comprendre les enjeux sociétaux en termes d'énergie, d'environnement et de développement durable. Identifier les principales sources d'énergie renouvelable et leurs modes d'exploitation. Réaliser des bilans énergétiques et établir des cahiers des charges, des études de pré-faisabilité et de faisabilité de projets en énergies

renouvelables. Démontrer la pertinence technique et financière des filières et des applications d'énergies renouvelables

Contenu : Panorama des différentes filières technologiques des énergies renouvelables (éolien, solaire, géothermie, hydrolien, biomasse) tant en termes énergétiques qu'économiques et sociétales. Utilisation d'un logiciel d'analyse d'énergies propres permettant d'identifier et d'évaluer la pertinence d'implantation de projets en énergies renouvelables. Caractéristiques et paramètres techniques et économiques de chacune des énergies renouvelables : géothermie, éolien, solaire, biomasse, hydrolien etc.. Identification des différentes sources d'information et description des différentes phases d'un projet pour la rédaction d'un cahier des charges. Identification des données et des informations pertinentes pour la réalisation des études de faisabilité propres à chaque source énergétique. Méthodologie du logiciel Retscreen appliquée pour différents types de projets. Exemples d'étude de cas pour chaque source énergétique dans l'utilisation du logiciel.

ING71215

Énergie éolienne

Objectif : Comprendre l'ensemble les aspects techniques, économiques et environnementaux du développement et de l'exploitation de la filière éolienne. Maîtriser les principaux concepts scientifiques et technologiques nécessaires pour sélectionner, implanter, adapter ou gérer des systèmes éoliens.

Contenu : Historique de la filière, caractéristiques technologiques et topologies des turbines éoliennes et leurs performances. Les principaux acteurs de la filière éolienne et tendances de développement. L'estimation du potentiel éolien d'un site, la mesure du vent, le traitement des données, la limite de Betz. Estimation de la production d'une éolienne installée sur un site donné. Modèle saérodynamiques des rotors et des pales. Composantes mécaniques d'une éolienne, avantages et inconvénients des différentes alternatives. Composantes électriques d'une éolienne, avantages et inconvénients des différentes alternatives. Éléments de la conception des éoliennes, normes applicables. Problématique de l'exploitation des éoliennes en climat nordique, les effets des basses températures et du givrage, solutions envisagées. Types de projets éoliens : turbines éoliennes couplées au réseau ou hors réseau, couplage éolien-diesel ou éolien-solaire. Implantation des éoliennes dans un parc éolien. Étude technico-économique des parcs éoliens. Aspects environnementaux de l'exploitation de l'énergie éolienne. Sécurité au travail. Exploitation et entretien des parcs éoliens.

ING71315

Compléments en énergie éolienne

Objectif : Développer une réflexion multidisciplinaire du développement de

la filière éolienne par l'introduction des impacts environnementaux et socio-économiques dans le développement des projets éoliens. Intégrer les aspects techniques, environnementaux et socio-économiques au développement des projets éoliens de petite puissance. Contribuer à une meilleure intégration des problématiques de recherche rattachées aux différents champs de l'énergie éolienne.

Contenu : Impacts environnementaux, socio-économiques et risques associés à l'exploitation des projets éoliens et les moyens de mitigation : impacts visuels, sonores, sur la faune, la flore et l'activité humaine. Impacts socio-économiques du développement de la filière éolienne : acceptabilité sociale, avantages et inconvénients des stratégies de développement, réglementation. Étapes d'implantation et établissement de la pertinence économique d'un projet éolien. Étude des différents aspects du développement d'un projet éolien de petite puissance : technologie et équipements nécessaires aux installations. Évaluation du potentiel éolien et de la viabilité d'un site. Évaluation de la production éolienne. Types d'application des systèmes éoliens hors réseau et formes de stockage. Types de branchement au réseau et leurs modalités. Calcul de la rentabilité d'un projet. Règlements et démarches administratives liés au domaine de l'éolien.

ING71415

Compléments de mathématiques

Objectif : Maîtriser les notions de mathématiques avancées et les méthodes numériques souvent rencontrées dans les publications scientifiques et couramment utilisées pour la modélisation mathématiques des systèmes.

Contenu : Modélisation mathématique. Méthodes numériques. Algèbre linéaire. Équations différentielles. Variables complexes. Séries et transformées diverses. Variables aléatoires. Probabilités et statistiques. Relations entre domaines de représentations. Exemples d'applications physiques. Méthodes de solution : séries de Fourier, fonction de Green, variable complexe.

ING72115

Mécanique des milieux continus

Objectif : Maîtriser les concepts et les lois de comportement classiques des milieux continus et les appliquer à l'analyse de divers problèmes de mécanique des solides et des fluides.

Contenu : Compléments des mathématiques, tenseurs cartésiens. Cinématique des milieux continus, descriptions lagrangienne et eulérienne, différents tenseurs de déformation. Efforts appliqués à un système matériel, puissance virtuelle, tenseur des contraintes de Cauchy. Lois de conservation de la physique classique des milieux continus (masse, quantité de mouvement, énergie), équations globales et locales du mouvement. Thermodynamique des milieux continus :

premier et second principes. notion d'entropie et dissipation, inégalité de Clausius-Duhem. Lois de comportement pour matériaux simples : solides élastiques, fluides newtoniens.

ING72215

Comportement mécanique des matériaux

Objectif : Maîtriser la caractérisation physique et mécanique des matériaux et approfondir des notions concernant la mécanique de rupture.

Contenu : Choix des matériaux et contexte. Structure et propriétés des matériaux. Diagrammes de phases. Traitement thermique des aciers. Traitement thermique en surface. Interactions matériaux - procédés. Techniques de caractérisation physique et mécanique des matériaux et de caractérisation physique des surfaces : principes, intérêts, méthodes de mesure, résultats types et limitations. Limitation de la théorie linéaire de la mécanique de la rupture. Propagation de fissures sous chargement cyclique. Comportement plastique des matériaux. Déformations plastiques et contraintes résiduelles. Résistance en fatigue. Influence des concentrations de contrainte sur la résistance en fatigue. Approches pour les états de contraintes complexes.

ING72315

Méthode des éléments finis, concepts et applications

Objectif : Maîtriser la méthode d'analyse par éléments finis pour la modélisation et la simulation numérique de systèmes complexes.

Contenu : Approche directe d'analyse matricielle. Fonctions d'interpolation et intégration numérique. Formulations compatibles de divers types d'éléments. Problèmes aux valeurs propres. Étude des systèmes linéaires. Analyses non linéaires. Formulations variationnelles : mixte, généralisée et hybride. Méthodes des variations et des résidus pondérés. Modèles axisymétrique, 2D et 3D. Applications : Modèles mécaniques, modèles thermiques et modèles AC/DC. Modèles multi-physiques : Modèles thermomécaniques et modèles électromagnétiques-thermiques.

ING72415

Vibration mécanique avancée

Objectif : Maîtriser les notions et les méthodes avancées en mesure et en analyse des vibrations mécaniques.

Contenu : Révision des principes, des concepts et des méthodes de base à l'aide de systèmes à deux degrés de liberté. Application de ces concepts aux systèmes à plusieurs degrés de liberté. Formulation des problèmes pour des systèmes complexes. Méthodes numériques dans la résolution des systèmes d'équations. Introduction à la méthode de Lagrange et à son utilisation dans la formulation de problèmes plus complexes. Méthodes analytiques et analyse modale. Décrément logarithmique. Résonances et amortissement. Notions sur les

techniques expérimentales de mesure et d'analyse des vibrations

ING72515

Techniques avancées en conception

Objectif : Maîtriser des notions et des méthodes avancées en conception des systèmes.

Contenu : Philosophies et méthodologies de conception. Innovation vs conception. Notions de processus. Contexte (contraintes, compétition, collaboration, sureté, etc.). Approches conventionnelles et approches modernes de conception. Analyse de Les approches DFX (fabrication, assemblage, qualité, fiabilité, testabilité, durabilité, environnement, etc.). Autres approches de conception (Six Sigma, Lean, Juste-à-temps, DOE, etc.). Notions d'écoconception et analyse du cycle de Vie. Notion de gestion de projet de conception. Développement de produits et de procédés durable

ING72615

Prototypage et développement de produits

Objectif : Maîtriser les techniques de prototypage et comprendre leur rôle dans le développement rapide de produits et de procédés.

Contenu : Notions d'analyse fonctionnelle. Compléments en conception. Compléments en fabrication mécanique. Méthodes et outils pour le développement de produits et de procédés. Meilleures pratiques de conception et de développement de produits et de procédés (besoins client, gestion de projets de développement, processus de développement, stratégie et équipe de projet, etc.). Principes de la conception pour la fabrication. Techniques de prototypage et d'outillage rapides. Modélisation, simulation et commande de procédés. Outils et mesure des performances. Analyse et amélioration des produits et de procédés. Planification, mise en production et fabrication de produits. Application à divers procédés (moulage, usinage, formage à chaud et à froid, assemblage, etc.). Utilisation de logiciels et d'équipement de production.

ING72715

Techniques avancées en fabrication

Objectif : Maîtriser des notions avancées en évaluation, analyse et optimisation des performances des procédés en termes de qualité, de productivité, de fiabilité et de coût.

Contenu : Analyse des performances des procédés. Modélisation, simulation, commande et surveillance des procédés. Techniques d'optimisation des procédés. Introduction aux techniques d'intelligence artificielle pour des applications en fabrication. Notions sur les machines et les procédés virtuels. Application à divers procédés. Travaux pratiques et projet portant sur les performances des procédés et sur l'utilisation de logiciels et d'équipements de fabrication.

ING72815**Sujets spéciaux en génie mécanique**

Objectif : Fournir à l'étudiant un complément de formation en relation avec son sujet de mémoire ou de thèse.

Contenu : Le contenu du cours est variable selon les besoins de formation de l'étudiant et des sujets de recherche offerts à la maîtrise et au doctorat en ingénierie. Un plan de cours est préparé par le professeur responsable d'un sujet spécifique.

ING74115**Conception électronique avancée**

Objectif : Familiariser l'étudiant avec les outils CAO pour la conception avancée en génie électrique.

Contenu : Étapes du processus de conception en génie électrique (ingénierie, conception et fabrication assistée par ordinateur). Schémas électriques avancés et schémas de câblage. Conception de plaquettes avancées de circuit imprimé (PCB). Approfondissement d'un langage de conception matérielle (HDL). Démarche de conception numérique de circuits séquentiels avancés par l'utilisation de puces FPGA. Expérimentation et développement sur cartes prototypes.

ING74215**Systèmes de conversion de l'énergie électrique**

Objectif : Approfondir et appliquer les connaissances liées à l'étude, à l'analyse et au contrôle des systèmes de conversion de l'énergie électrique.

Contenu : Généralités sur les systèmes de conversion de l'énergie électrique : production, transport, stockage et utilisation de l'énergie. Conversion électrique-électrique, conversion électromécanique. Transformateurs monophasés et triphasés : structure, constitution, modélisation et fabrication. Alternateurs et moteurs électriques : principe, constitution, modèles de régime permanent et de régime transitoire, applications. Convertisseurs statiques : redresseurs, onduleurs, hacheurs. Commande et contrôle des dispositifs de conversion de l'énergie électrique. Contrôle de la tension et de la fréquence. Commande et contrôle des ensembles convertisseurs-machines : principe de variation de vitesse des machines à courant continu et à courant alternatif, autopilotage, commande scalaire, commande vectorielle, réglage du couple et de la vitesse, alimentation électronique des machines. Applications : alternateurs hydrauliques, système de génération distribuée, systèmes d'énergies renouvelables, liaison HVDC, variateurs de vitesse industriels, système de traction et de propulsion électrique.

ING74315**Prototypage rapide des systèmes numériques**

Objectif : Familiariser l'étudiant avec les méthodologies de conception de systèmes numériques sur des

plateformes à base de circuits programmables.

Contenu : Prototypage rapide des systèmes numériques à base de circuits programmables de type FPGA (Field Programmable Gate Array). Flot de la conception à base d'un langage de description de matériel (VHDL). Synthèse par des langages de haut, système mixte (matériel-logiciel), utilisation des modules préconçus (IP-Cores), système complet sur une puce SoC (system on a chip). Utilisation des outils de simulation logicielle/matérielle.

ING74415**Traitement de signaux avancé**

Objectif : Familiariser l'étudiant aux concepts avancés de l'analyse du signal et des méthodes de filtrage numérique.

Contenu : Transformée de Fourier rapide, convolution et corrélation. Conception de filtres numérique à réponse impulsionnelle finie et infinie. Filtrage adaptatif, identification, prédiction. Analyse temps-fréquence, spectrogramme, transformée en ondelettes. Techniques d'extraction des caractéristiques d'un signal : modélisation autorégressive, analyse spectrale, etc.

ING74515**Technologie des hyperfréquences**

Objectif : Maîtriser les techniques et les dispositifs propres au domaine des hyperfréquences.

Contenu : Introduction aux phénomènes propres aux hyperfréquences. Étude de la propagation dans les lignes de transmission. Étude de la réflectométrie dans les lignes de transmission. Présentation et utilisation de l'abaque de Smith. Étude des paramètres [S]. Principes de conception des amplificateurs hyperfréquences : adaptation, polarisation et stabilité. Conception, fabrication et mesure d'un diviseur de puissance, atténuateur et déphaseur, et filtre.

ING74615**Systèmes de communication avancés**

Objectif : S'initier aux notions de base de la technologie des hyperfréquences, reconnaître les composantes principales dans les systèmes de télécommunications et maîtriser les méthodes de conception de ces composantes.

Contenu : Analyse des performances d'un lien de communications radiofréquences pour les communications sans fil et par satellite. Étude des architectures des émetteurs/récepteurs et des différents types d'éléments actifs (diodes et transistors) utilisés pour concevoir les différents blocs fonctionnels de ces émetteurs/récepteurs. Conception de circuits radiofréquences d'amplification linéaire. Conception, réalisation et test d'un circuit/sous-système d'amplification ou de mélange de fréquences. Différentes techniques pour améliorer la qualité des liaisons radio-mobiles telles

que la diversité (spatiale, temporelle et fréquentielle). Revue des modulations pour les systèmes cellulaires actuelles ainsi que leurs performances en présence du brouillage cofréquence, des canaux adjacents et des interférences inter-symboles sur canaux à évanouissements sélectifs.

ING74715**Vision numérique**

Objectif : Maîtriser les notions de base de la vision numérique 2D et 3D par ordinateur.

Contenu : Fondements de la vision artificielle. Formation et acquisition des images 2D et 3D. Prétraitement des images : filtration linéaire et non linéaire, égalisation d'histogramme, rehaussement des images. Extraction du contenu des images : détecteurs d'arêtes, analyse multi-résolution, détection des lignes, des courbes et des contours. Segmentation : séparation, union, croissance de régions, fermeture de contours. Applications pour la classification et la reconnaissance de formes.

ING74815**Sujets spéciaux en génie électrique**

Objectif : Fournir à l'étudiant un complément de formation en relation avec son sujet de mémoire ou de thèse.

Contenu : Le contenu du cours est variable selon les besoins de formation de l'étudiant et des sujets de recherche offerts à la maîtrise et au doctorat en ingénierie. Un plan de cours est préparé par le professeur responsable d'un sujet spécifique.

ING76015**Activités de recherche et mémoire (Inscription au dossier lors de la diplomation)**

Objectif : Conduire des activités de recherche et communiquer par écrit dans un mémoire les travaux de recherche réalisés.

Contenu : Rédaction d'un mémoire de maîtrise selon le protocole de rédaction des mémoires et des thèses de l'Université.

ING76115**Conduite de projet de recherche**

Objectif : Compléter, sous la supervision du directeur de recherche, toutes les étapes conduisant à la définition du projet de recherche, à l'établissement des objectifs et à la planification du déroulement du projet. Communiquer ses résultats de recherche de façon structurée, synthétique et adaptée à un auditoire spécifique.

Contenu : Réalisation d'un rapport descriptif du sujet de recherche comprenant entre autres : la problématique, les objectifs de recherche, la recherche bibliographique préliminaire, la collecte des données préliminaires, la méthodologie appropriée, l'inventaire des moyens disponibles et l'échéancier. Cette activité

doit être complétée avant la fin du premier trimestre d'inscription à la maîtrise ou du deuxième trimestre dans le cas où une formation d'appoint est imposée au premier trimestre. Rédaction d'un rapport d'activités tenant compte de l'avancement des travaux de recherche : rapport technique, articles ou autres rapports. Cette activité doit être complétée avant la fin du quatrième trimestre d'inscription à la maîtrise. Assistance à 5 conférences ou présentations avec rédaction d'un compte. Présentation orale, devant jury, des travaux réalisés et de résultats de recherche de façon synthétique et adaptée à un auditoire de recherche. Le jury est composé du directeur de programme qui le préside, du directeur de recherche ou son remplaçant et d'une autre personne choisie par le directeur de programme.

ING76215**Lectures dirigées**

Objectif : Approfondir un champ disciplinaire spécifique tout en explorant un thème relié directement ou indirectement au domaine de spécialisation et préparant des aspects théoriques relatifs au projet de recherche.

Contenu : Le contenu du cours est variable selon les besoins de formation des étudiants et des sujets de recherche offerts à la maîtrise en ingénierie. Il porte essentiellement sur des lectures dirigées approfondies dans un champ disciplinaire particulier relié au domaine de spécialisation de l'étudiant afin de compléter sa formation en approfondissant et en diversifiant ses connaissances tout en développant son sens critique et son esprit de synthèse. Le choix des lectures et le suivi de l'étudiant sont sous la responsabilité de son directeur et / ou son codirecteur de recherche. Des rencontres périodiques ont lieu tout au long de cette activité. Un rapport précisant l'objectif, la nature et l'ampleur des travaux doit être rédigé à la fin de cette activité.