

Structure du programme et liste des cours

Concentration génie industriel

(Cheminement: 1)

À moins d'indication contraire, un cours comporte trois (3) crédits

Cours obligatoires (9 crédits)

Les étudiants doivent réaliser les deux activités suivantes (neuf crédits):

DIG6990 - Examen doctoral (6 crédits)

L'examen doctoral, contrôlé par un comité d'examen, vise à vérifier si le candidat est en mesure d'évoluer dans son domaine de recherche en ingénierie et s'il a la capacité de mener à terme son projet de recherche. Cet examen, qui doit être complété à la fin du troisième trimestre d'inscription, comporte deux parties distinctes, soit l'évaluation des connaissances de base du candidat dans son domaine de recherche, et la présentation du sujet de thèse devant le jury.

Première partie : Dès que l'étudiant s'inscrit à l'examen doctoral, soit au troisième trimestre d'inscription, son directeur de recherche procède à la formation du jury et informe l'étudiant des connaissances générales qui sont évaluées lors de la première partie de l'examen. L'étudiant, dans cette première partie de l'examen, doit répondre par écrit à une série de questions posées par les membres du jury. Au besoin, les réponses peuvent être complétées oralement devant le jury avant d'entreprendre la deuxième partie de l'examen doctoral. Lorsque la première partie est réussie à la satisfaction du jury, l'étudiant peut poursuivre son examen doctoral.

Deuxième partie: La deuxième partie de l'examen consiste en un exposé oral qui se déroule deux semaines après la première partie. Pour ce faire, l'étudiant doit déposer, au plus tard une semaine avant la date prévue pour la présentation orale, un rapport d'une trentaine de pages sur le sujet de sa recherche, sa problématique et le cadre général de sa démarche incluant une revue critique de la littérature, la méthodologie de même que l'approche retenue. L'étudiant doit faire la preuve que son sujet de recherche est original et que l'échéancier est réaliste. En plus d'exposer oralement le contenu du document préalablement déposé, l'étudiant devra répondre aux questions des membres du jury.

Jury: Le jury d'examen doctoral est nommé par le comité de programme. Il est composé du directeur de programme, qui agit à titre de président, du directeur de recherche, du co-directeur de recherche s'il y a lieu, et d'au moins un professeur externe au projet.

Évaluation: L'évaluation de l'activité se fait par la notation S, I ou E. La réussite aux deux parties de l'examen est requise afin d'obtenir la notation S. En cas d'échec, une seule reprise est autorisée. Le délai de reprise est fixé par le jury et ne doit pas dépasser six mois. Un second échec entraîne l'exclusion du programme.

DIG6993 - Séminaire de doctorat

Les travaux de la thèse comportent en outre l'obligation du candidat à présenter le contexte global de l'évolution de sa recherche dans le cadre du séminaire de recherche du programme.

Présentation orale, normalement entre le sixième et le neuvième trimestre d'inscription, sur l'ensemble des travaux de recherche. Il s'agit d'un rappel des éléments présentés lors de l'examen doctoral; à savoir: la problématique, les objectifs, l'originalité, la recherche bibliographique et la méthodologie retenue. Présentation en détail des résultats obtenus, analyse comparative des résultats des travaux avec ceux déjà publiés et conclusion. Préparation d'un rapport d'une trentaine de pages maximum portant sur les éléments ci-dessus, et remise au jury d'évaluation au moins une semaine avant la présentation orale. Le jury est nommé par le comité de programme. Il est composé du directeur de programme ou de son remplaçant, qui

agit à titre de président, du directeur de recherche, du co-directeur de recherche s'il y a lieu, et d'au moins un professeur externe au projet.

Cours optionnels (9 crédits)

Génie industriel

DIG6973 - Sujets spéciaux

Ce cours est utile pour l'étudiant à temps complet mais aussi pour l'étudiant à temps partiel qui peut ainsi bénéficier d'une formation pertinente même pour un sujet de mémoire tiré de son milieu de travail. Le contenu est variable, selon les besoins des étudiants et l'expertise professorale disponible.

GIA6088 - Déploiement et gestion de l'amélioration continue dans le manufactu. et les services

Concepts et compétences en amélioration continue de type Lean dans des contextes d'industries manufacturières et de services, dans le but de permettre la réalisation de projets d'amélioration, le déploiement d'une culture d'amélioration continue et agir à titre de leader en amélioration continue.

Philosophies d'amélioration continue, principes fondateurs, identification de projets d'amélioration, méthodologie de réalisation de projet d'amélioration, définition de projet, mesure de processus, analyse de processus et résolution de problèmes, techniques d'animation et de générations d'idées, implantation et contrôle des projets, gestion du changement, facteurs de succès, modèles de déploiement, culture d'amélioration continue, gestion de l'amélioration au quotidien, pérennisation.

Possibilité d'obtenir une certification Leader en amélioration continue de l'UQTR si jumelé à la réalisation du cours GIA1089 Projet d'application en amélioration continue.

MIG6801 - Analyse des systèmes

Familiariser l'étudiant avec les techniques lui permettant d'analyser, de modéliser et de simuler les systèmes linéaires et non linéaires, continus, échantillonnés et numériques. Ce cours se veut une synthèse et une intégration de ces méthodes afin de permettre leur application aux systèmes mixtes.

Révision de la théorie classique. Représentation des systèmes dans l'espace d'état : modèle mathématique, représentations graphiques, exemples choisis dans divers domaines du génie : électrique, mécanique, thermique et chimique. Dynamique des systèmes linéaires : matrice de transition, résolvant, transformation des variables d'état, formes canoniques. Contrôlabilité et observabilité : définitions, conditions. Variables exogènes : perturbations, systèmes de poursuite. Compensation : compensateur SISO, MIMO, placement des pôles. Introduction au contrôle optimal; contrôle optimal sans ou avec contraintes d'égalité, d'inégalité; calcul variationnel et formulation hamiltonienne; application aux problèmes de contrôle industriel.

MIG6901 - Optimisation avancée

Familiariser l'étudiant avec les techniques d'optimisation relatives à la conception et à la gestion optimale des systèmes.

Problème général d'optimisation de systèmes. Méthode classique et optimisation analytique. Optimisation des systèmes linéaires. Optimisation des systèmes non linéaires. Méthodes de recherche systématiques avec ou sans contraintes, méthodes du gradient, programmation géométrique. Optimisation des systèmes séquentiels. Théorie de la décision et optimisation stochastique. Applications aux problèmes de design.

Génie mécanique

DIG6960 - Méthodes numériques en mécanique des fluides et en transfert de chaleur

Rendre l'étudiant capable d'utiliser différentes méthodes numériques permettant de solutionner divers problèmes reliés au processus simultané d'écoulement de fluides et de transfert de chaleur.

Équation de conservation. Méthodes aux différences finies. Méthodes intégrales. Différentiation amont. Stabilité. Formulation en variables primitives : méthodes de Patankar et méthode MAC. Formulation en variables secondaires : courant-vorticité, fonctions potentielles. Convections forcée, mixte et naturelle. Problèmes, tests et applications.

DIG6974 - Caractérisation des matériaux

Approfondir les connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine de la caractérisation des matériaux et de leurs surfaces.

Notions fondamentales sur les interactions rayonnement-matière et particules-matière. Différentes techniques sont décrites selon leurs caractéristiques (principes de fonctionnement, intérêt, résultats types, limitations. Techniques d'analyse basées sur l'interaction particules-matière : microscopie électronique à balayage, microscopie électronique en transmission, spectroscopie en dispersion d'énergie des rayons X (EDS), spectroscopie en dispersion de longueur d'ondes des rayons X (WDS), spectroscopie en pertes d'énergie des électrons (EELS), spectroscopie Auger, diffraction des électrons rétrodiffusés (EBSD), spectroscopie de masse à ionisation secondaire (SIMS). Techniques d'analyse basées sur l'interaction rayonnement-matière : radiographie X, spectrométrie de fluorescence X, diffraction des rayons X, spectroscopie de photoémission de rayons X (ESCA). Caractérisation physique des surfaces : approche thermodynamique (tension de surface et adhésion), mesures des angles de contact, évaluation des énergies de surface, morphologie des surfaces et méthodes de mesure, techniques avancées de la mesure de la rugosité aux niveaux micrométrique et nanométrique : profilométrie, interférométrie optique, microscopie à force atomique. Ce cours comporte des séances de travaux pratiques avec les divers appareils de mesure disponibles, incluant la préparation des échantillons et l'interprétation des résultats.

DIG6978 - Vibration mécanique avancée

Familiariser l'étudiant avec des notions et des méthodes avancées en analyse et en mesure des vibrations mécaniques.

Révision des principes 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, aux systèmes continus et à l'utilisation des 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 des vibrations (pots vibrants, marteaux d'impact, accéléromètres et analyseur de spectre).

DIG6983 - Sujets spéciaux II

Fournir à l'étudiant un complément de formation dans son domaine de spécialisation, en relation avec les exigences de son programme.

Le contenu du cours est variable, selon la formation et les besoins de l'étudiant en lien avec ses travaux de recherche et l'expertise professorale disponible. Un plan de cours est préparé par le professeur responsable de l'activité de manière à couvrir les objectifs de formation et les exigences requises pour compléter le programme.

INF6911 - Réseaux de neurones

Rendre l'étudiant capable de comprendre, de concevoir et de réaliser des systèmes basés sur les réseaux de neurones à des fins d'apprentissage, de mémorisation, de reconnaissance, de commande, etc.

La cellule nerveuse physiologique, la connectivité de ces cellules, le neurone formel. Principales différences entre cellules nerveuses et neurones formels : traitement dynamique versus statique. Processus d'apprentissage : Hebb, compétitif, Boltzmann, supervisé, etc. Mémoires matricielles, réseau Dystal, le perceptron, le perceptron multicouche (rétropropagation, contrôle flou de l'apprentissage), les réseaux à fonctions radiales. Réseaux récurrents : modèle Brain State in a Box, réseaux Adaptive Resonance Theory, réseaux à attracteurs fixes ou multiples. Systèmes auto-organisés : apprentissage hebbien, apprentissage compétitif, apprentissage par calcul d'entropie. Réseaux pour le traitement temporel. Dynamique des réseaux de neurones : manipulation des attracteurs. Liens entre réseaux de neurones et logique floue, apprentissage automatique des fonctions d'appartenance, applications aux cartes de Kohonen et aux réseaux d'Hopfield. Algorithmes évolutifs, techniques d'apprentissage de réseaux de neurones par algorithmes évolutifs, comparaisons.

MIG6832 - Analyse énergétique de systèmes

Rendre l'étudiant apte à évaluer les besoins et ressources énergétiques, à comprendre les différents systèmes énergétiques et à maîtriser les

principes de la conception des systèmes énergétiques industriels, commerciaux et domestiques.

Énergie et société, énergie et environnement, systèmes énergétiques ouverts. Structure des demandes et des ressources énergétiques. Caractérisation des ressources énergétiques. Disponibilité et demande, couplage. Transformation, stockage et transport d'énergie. Ressources renouvelables, gestion et conservation d'énergie. Appareillage d'énergétique : échangeurs de chaleur régénératifs et récupératifs. Conception thermique, hydrodynamique, mécanique; vibrations, encrassement. Chaudières, capteurs solaires, réacteurs nucléaires. Échangeurs à contact direct et indirect. Énergétique des bâtiments. Chauffage et climatisation. Climatisation partielle et complète. Contrôle de l'humidité. Facteurs de confort humain. Considérations énergétiques de l'enveloppe des bâtiments: résistance et capacité thermique, filtration, condensation, fenestration. Contrôle de qualité de l'air. Tours de refroidissement.

MIG6833 - Mécanique des solides avancés

Rendre l'étudiant apte à analyser le comportement des matériaux d'ingénierie sous l'effet des charges externes mécaniques, afin de supporter la conception des nouvelles composantes et machines.

Récapitulation des notions sur l'état de contraintes et de déformations dans les solides. Survol des méthodes mathématiques comme les tenseurs de contraintes et de déformations, cercles de Mohr. Lois de comportement, éléments de rhéologie. Déformations élastiques et plastiques. Fluage, écrouissage. Comportement non-linéaire des matériaux, non linéarité de nature géométrique et grandes déformations, condition de contact et frottement. Résistance mécanique à hautes températures. Chargement statique et cyclique, fatigue. Critères de dimensionnement, méthodes analytiques et numériques de calcul.

MIG6835 - Procédés d'assemblages

Familiariser avec les principales techniques industrielles d'assemblage. Connaître les mécanismes physiques ainsi que les avantages et inconvénients de diverses méthodes d'assemblage et être en mesure de concevoir un assemblage.

Différents types d'assemblage. Types d'assemblage mécanique (boulonné, riveté, etc.) et types de sollicitation. Calcul et critère de conception. Procédés de soudage; descriptions des procédés, avantages et inconvénients, symboles de soudage. Techniques de brasage; descriptions des procédés, avantages et inconvénients. Métallurgie du soudage et du brasage; effets des paramètres (température, alliage, vitesse, etc.); défauts et défaillances. Colles et adhésifs; mécanismes d'adhésion et modes de rupture. Critères de choix et conception d'assemblages.

MIG6843 - Systèmes de communication numériques avancés

Introduire aux concepts fondamentaux en communication numérique complexe: modulation, codage du canal, égalisation, estimation d'erreur. Comprendre les problèmes liés à la transmission des données et acquérir les outils nécessaires à la conception de nouveaux systèmes ou à la modélisation de systèmes existants. Comprendre le principe de l'étalement de spectre, modulation à spectre étalé à sauts de fréquence, communication sans fil, communication mobile, les systèmes MIMO.

Rappel sur les signaux et traitement du signal numérique. Classification des signaux. Densité spectrale. Autocorrélation. Signaux aléatoires. Transmission du signal à travers les systèmes linéaires. Bande passante de données numériques. Formatage de données textuelles (codage des caractères). Rappel sur le formatage des données et modulation. Formatage des informations analogiques. Sources de bruit et modulation par impulsion codée. Quantification uniforme et non uniforme. Modulation en bande de Base. Codage corrélatif. Démodulation et détection en bande de base et bande passante. Signaux bruités et détection binaire dans un bruit Gaussien. Interférence inter-symboles et égalisation du canal. Techniques de modulation. Détection cohérente et non cohérente. Performance d'erreur. Codage du canal. Codage du signal. Types de contrôle d'erreur. Séquences structurés. Codage par bloc linéaire. Détection d'erreur et la capacité de la correction. Codage cyclique. Codage convolutionnel. Propriétés des codes de convolution. D'autres algorithmes de décodage. MIMO systèmes et caractérisations. Multiplexage. Allocation des ressources de communication. Accès Multiple en système de communication. Système et architecture. Algorithmes d'accès. Techniques d'accès multiple pour un réseau local. Techniques d'étalement du spectre. Séquences Pseudo-aléatoires. Étalement du spectre et applications. Modulation par saut de fréquence. Communications mobile. Canaux à évanouissement. Le défi en communication sur des canaux à évanouissement. Caractérisation de la propagation mobile. Principaux paramètres caractérisant les canaux à évanouissement. Modélisation de l'évanouissement. Évanouissement de Rayleigh. Applications: Atténuer les effets des évanouissements sélectifs en fréquence. Capacité d'une communication sous atténuation de Rayleigh. Station de base à M antennes en présence de mobiles. Description du système. Traitement linéaire (et non linéaire) optimal. Analyse de performances. Capacité.

MIG6852 - Technologies de mise en forme des matériaux

Acquérir des connaissances techniques et approfondies en technologie de la mise en forme des matériaux.

Principes généraux de formage des matériaux, métaux polymères céramiques. Phénomènes physiques et techniques industrielles utilisées pour la mise en forme des matériaux métalliques, des polymères et des céramiques, à leurs limitations ou avantages réciproques pour la conception de produits en insistant sur les évolutions de ces procédés. Mise en forme à l'état liquide. Mise en forme à l'état pâteux. Mise en forme à l'état solide. Mise en forme à l'état semi solide. Classification des procédés de mise en forme. Conception de produits, applications des procédés. Critères de qualité des produits formés et défauts décelés. Projet de conception pour la mise en forme de produits. Laboratoires de mise en forme.

MIG6853 - Matériaux composites

Acquérir des connaissances spécialisées dans le domaine des matériaux composites.

Principes de base en matériaux composites. Fabrication des matériaux composites. Composites à partir de métaux, polymères, céramiques. Théorie des multicouches. Matériaux superdurs Comportement mécanique des matériaux composites. Lois de la micromécanique. Application des critères de rupture aux composites. Comportement mécaniques des composites contenant des polymères. Systèmes polymères multiphasés. Conception mécanique de pièces et assemblages en matériaux composites. Dégradation des matériaux composites. Projet de conception d'un système en matériaux composites.

MIG6854 - Corrosion et dégradation des matériaux

Acquérir des connaissances spécialisées en corrosion et dégradation des matériaux. Acquérir des connaissances sur la lutte à la corrosion.

Mécanismes de corrosion des matériaux, thermodynamique, cinétique et morphologie. Corrosion électrochimique, corrosion sous-contrainte, Oxydation à haute température. Corrosion en industrie (pétrolière, nucléaire, portuaire), Lutte à la corrosion, méthodes de détection de la corrosion. Caractérisation de la corrosion. Dégradation des matériaux : endommagement, rupture et fatigue: approche microscopique, mécanique de la rupture et de l'endommagement. Dégradation des matériaux par les cycles de température, rayonnement UV, érosion des matériaux par la pluie et le sable.

MIG6905 - Méthode des éléments finis et simulation numérique

Rendre l'étudiant capable d'utiliser la méthode des éléments finis pour l'analyse et la simulation numérique de systèmes complexes.

Méthode des éléments finis pour l'analyse et la simulation numérique de systèmes complexes. Méthodes de variations et des résidus pondérés. Technique des éléments finis. Fonctions d'interpolation et intégration numérique. Étude des systèmes linéaires. Systèmes non linéaires. Systèmes non stationnaires. Exemple d'un programme général de solution par éléments finis.