

Structure du programme et liste des cours**Baccalauréat en génie électrique - avec stages****(Cheminement: 3)**

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

Cours obligatoires (99 crédits)

L'étudiant doit suivre les cours suivants (quatre-vingt-dix-neuf crédits) :

GEI1002 - Electricité fondamentale I

Acquérir des connaissances fondamentales sur l'électrostatique, l'électrocinétique, la magnétostatique, le formalisme mathématique et les outils informatiques appropriés.

Electrostatique : Loi de Coulomb, potentiel électrique, énergie électrique, théorème de Gauss et applications, capacité électrique, les diélectriques, particules chargées dans un champ électrique. Electrocinétique : le courant électrique, densité de courant et conductivité, forme locale de la Loi d'Ohm, énergie électrocinétique. Equations des champs. Equations de Laplace et de Poisson : solutions analytiques et numériques, outils informatiques. Magnétostatique : force magnétique, champ d'induction magnétique, potentiel vecteur, théorème d'Ampère, potentiel magnétique du champ, travail des forces magnétiques, forces et flux magnétique, champ magnétique dans la matière.

GEI1003 - Electricité fondamentale II

Acquérir les connaissances nécessaires à la compréhension des phénomènes de l'électromagnétisme variant dans le temps et à la caractérisation des milieux magnétiques.

Revue de la magnétostatique. Induction magnétique : inductances propres et mutuelles, électroaimant. Champs variant dans le temps : Loi de Faraday, transformateur sans pertes, Force électromotrice de déplacement, courant de déplacement, équations de Maxwell. Milieux magnétiques : vecteur aimantation, susceptibilité magnétique, types de milieux magnétiques, loi de Curie, phénomène d'Hystérésis, conditions à la surface de deux milieux aimantés. Circuits magnétiques : réluctance et perméance. Ondes électromagnétiques : équation d'onde générale, propagation, polarisation (TE et TM), effet pelliculaire, guides d'ondes, fibres optiques.

GEI1009 - Circuits électriques

Acquérir les connaissances de base et les concepts relatifs à l'analyse de variables caractéristiques de diverses associations d'éléments de circuits électriques.

Concepts et conventions de circuits actifs, passifs et couplés. Éléments actifs : sources indépendantes et commandées. Éléments passifs : résistance, capacité, inductance. Topologie. Les lois de Kirchhoff. Théorème de Thévenin, théorème de Norton, principe de superposition, dualité. Application des quantités complexes. Méthode des mailles. Méthode des noeuds. Les fonctions d'excitation. Régimes transitoire et permanent. Réponse en régime transitoire de circuits du premier et deuxième ordre. Transformation de Laplace, résolution des équations différentielles linéaires par la transformation de Laplace, analyse transformationnelle des circuits.

GEI1010 - Théorie des réseaux électriques linéaires

Compléter l'acquisition des connaissances nécessaires à l'analyse des réseaux électriques linéaires.

Les fonctions de réseau : impédance, admittance, fonction de transfert. Pôles et zéros et leur relation avec le domaine du temps. Stabilité. Critère de Routh Hurwitz. Le régime sinusoïdal permanent : phaseur et diagramme vectoriel. Réponse en fréquence, diagramme de Bode. Les quadripôles : les paramètres Z, Y, H, G et T. Interconnexion des quadripôles. Énergie et puissance : dissipation et emmagasinage d'énergie. Énergie et puissance en RSP. Optimisation de transfert de puissance. Compensation de puissance réactive. Outils informatiques de calcul des circuits électriques.

GEI1012 - Matériaux de l'électronique et de l'électrotechnique

Acquérir les connaissances fondamentales requises pour l'évaluation et le choix des matériaux utilisés habituellement dans les travaux de génie électrique.

Révision de la structure atomique et des liaisons inter-atomiques. Propriétés conductrices de la matière. Supraconductivité. Théorie des semi-conducteurs. Technologies des circuits intégrés. Dispositifs optoélectroniques. Propriétés magnétiques et diélectriques, composition. Isolants naturels. Céramiques. Polymères. Contraintes thermiques. Propriétés des matériaux à basse température. Comportement élastique et plastique. Corrosion. Dégradation. Nouveaux matériaux.

GEI1013 - Asservissements linéaires

Acquérir les connaissances nécessaires à l'analyse des systèmes linéaires asservis et à la conception des réseaux correcteurs.

Notions fondamentales des systèmes linéaires : modélisation mathématique, caractéristiques, représentation par schémas blocs, fonctions de transfert, équations d'état, méthodes de solution numérique. Indices de performances : spécifications temporelles et fréquentielles, sensibilité. Schémas de commande avec boucle simple, boucles en cascade et en avance. Méthodes d'analyse et de conception : critère de Routh-Hurwitz, diagramme de Bode, diagramme de Nichols; lieux géométriques des racines. Réseaux correcteurs usuels pour systèmes linéaires : P, PI et PID.

GEI1021 - Circuits logiques et numériques

Acquérir les notions fondamentales et les méthodes modernes d'analyse et de conception de circuits d'électronique numérique.

Systèmes de numération : décimal, binaires, hexadécimaux, décimal codé binaire (DCB), nombres signés. Portes logiques. Algèbre booléenne : opérations, théorème de De Morgan, diagramme de Karnaugh. Logiques combinatoires : portes logiques, additionneurs, comparateurs, décodeurs, multiplexeurs, vérificateurs de parité. Logique séquentielle : bascules, monostables, astables, compteurs synchrones, compteurs asynchrones, registres à décalage. Technologies de circuits intégrés; circuits CMOS; circuits TTL. Circuits logiques 3 états. Logique programmable. Systèmes logiques à bus.

GEI1039 - Installations électriques

Apprentissage des méthodologies de conception d'installations électriques et du calcul d'éclairage conformes au code canadien de l'électricité et au code de l'électricité du Québec.

Code canadien de l'électricité. Code de l'électricité du Québec. Conception d'une installation électrique : critères, dimensionnement, protection. Calcul des charges : application à différentes installations résidentielles et autres. Éléments d'une installation : chutes de tension; calibre des conducteurs, choix des interrupteurs, transformateurs, panneaux de distribution et des commandes de moteurs. Courants de court-circuit : origines, conséquences, calcul. Protection : exigences, protections primaire et secondaire; dispositifs, protection des transformateurs et des moteurs. Éclairage : aspects physiques de la lumière, caractéristiques de la vision, photométrie, sources lumineuses, luminaires; calcul d'éclairage. Qualité de l'onde : origine et conséquence des harmoniques, normes, compensation : filtres passifs et actifs; creux de tension.

GEI1040 - Instrumentation et mesure

Principes généraux des mesures électriques : vocabulaire de l'électricité; système métrique; calcul d'incertitude; sécurité au laboratoire. Définition et caractérisation des signaux électriques : signal continu, signal alternatif, valeur moyenne, valeur crête, valeur efficace, période. Instrument de mesure : multimètre, voltmètre, ampèremètre, oscilloscope. Distinction entre mesure en courant continu et mesure en courant alternatif. Étude approfondie de l'oscilloscope : utilisation des curseurs d'amplitude et de temps, mesure de phase, mesure de valeurs moyenne et efficace, capture de signaux, mesures en transitoire.

LabVIEW : programmation graphique (langage G), concept d'instrument virtuel : face avant, diagramme bloc, icône, création de VIs et de sous-VIs, structure, boucles et conditions, chaînes, tableaux, clusters, graphes déroulants. Acquisition de données dans LabVIEW : principes fondamentaux et

contrôle d'instruments.

GEI1042 - Circuits analogiques

Acquérir les bases théoriques et pratiques en électronique pour concevoir des systèmes électroniques modernes. Développer la capacité d'analyse, de synthèse et de choix de composants électroniques.

Diode PN : relation v-i, résistance dynamique, circuit équivalent. Diode Zener : relation v-i, tension de coude, impédance zener. Transistor bipolaire : modèle de Eber-Mol, polarisation, circuits équivalents en T et H, montages : base commune, émetteur commun et collecteur commun. Conception des amplificateurs : circuit équivalent ac, gain de tension, résistance d'entrée, résistance de sortie. Transistor JFET : amplificateurs source commune, grille commune et drain commun. Réponse en fréquence : effet Miller, courbe de réponse. Régime transitoire. Compensation haute fréquence. Notions de bruit. Conception d'amplificateurs BF, HF.

GEI1043 - Conception de systèmes analogiques

Approfondir la capacité d'analyse, de synthèse et de conception de circuits linéaires à base de circuits intégrés analogiques.

Amplificateurs opérationnels : modèle idéal, tension et courant d'entrée, gains en modes différentiel et commun, CMRR, courbe de réponse, bande passante. Rétroaction : positive, négative, série, parallèle. Amplis classiques : tampon, différentiel, inverseur, sommateur. Comparateur analogique : courbe de transfert, temps de réponse, instabilité, hystérésis. Oscillateurs : Colpitts, Hartley, à cristal, pont de Wien, VCO. Transistor de puissance : courbes caractéristiques, paramètres, commande, protection. Applications des amplis puissance : moteur cc, hacheur abaisseur et élévateur.

GEI1045 - Electrotechnique

Savoir effectuer les calculs relatifs aux circuits monophasés et triphasés ainsi que débiter l'étude des appareils électromécaniques.

Etude des circuits monophasés. Etude des circuits triphasés équilibrés et déséquilibrés. Composantes symétriques. Système unitaire : notions de calculs des circuits électriques en valeurs réduites. Etude de circuits en régime non sinusoïdal. Harmoniques de courant et de tensions. Bobines à noyau de fer. Les transformateurs monophasés et triphasés. Conversion d'énergie électromécanique. Notions de force et de couple électromagnétiques. Le relais : modélisation et simulation numérique.

GEI1046 - Machines électriques

Comprendre le fonctionnement des machines électriques rotatives de puissance. Analyser le comportement en régime établi des machines à courant continu et des machines à courant alternatif (synchrone et asynchrone).

Description d'une machine rotative. Classification. Lois régissant le fonctionnement des machines. Calcul de la répartition de la fmm créée par une armature. Calcul de la tension aux bornes d'un enroulement. Calcul du couple électromagnétique. Notion de fonction d'enroulement, flux par pôle. Harmoniques d'espace. Notions de champ tournant, vitesse synchrone et asynchrone, fmm tournante. Machine à courant continu : réaction d'induit, modes d'excitation, caractéristiques naturelles, réglage. Machine synchrone triphasée à pôles lisses et à pôles saillants : circuits équivalents, diagrammes, comportement, puissances active et réactive. Machine asynchrone triphasée : glissement, circuit équivalent, caractéristiques naturelles et fonctionnement, réglage, mesure des paramètres.

GEI1049 - Circuits numériques programmables

Acquérir une connaissance de base sur les microcontrôleurs 16 bits utilisés dans le développement et la conception des systèmes programmables.

Révision des nombres binaires, hexadécimaux et signés, opérateurs logiques de base. Microcontrôleurs 16 bits : architecture Harvard, registres internes. Etude du microcontrôleur : unité arithmétique et logique, environnement de développement, de simulation et de programmation, plan de mémoire, mémoire RAM et Flash, jeux d'instruction, programmation en langage machine, modes d'adressage, pointeurs, interruptions, lecteur de table, temporisateurs, convertisseur analogique à numérique. Initiation à la programmation en langage C.

GEI1052 - Activités de synthèse en génie électrique et informatique

Utiliser les connaissances acquises pour concevoir et si possible réaliser un système électrique ou électronique complexe dans un des domaines

d'études du programme.

Intégration des mathématiques, des sciences fondamentales et des sciences du génie et application des compétences acquises en réalisant une démarche structurée conduisant à la solution d'un problème spécifique. En plus de l'aspect technique, le projet inclut, s'il y a lieu, une analyse de rentabilité, un questionnement sur la sécurité et une démonstration de conformité aux différents codes.

GEI1055 - Signaux et systèmes linéaires

Acquérir une connaissance approfondie de la représentation temporelle et fréquentielle des signaux et des systèmes à temps continu et discret.

Définition d'un signal. Définition d'un système. Classification des signaux. Systèmes linéaires invariants dans le temps (LTI). Convolution. Réponse impulsionnelle et réponse indicielle. Représentations des systèmes LTI dans le domaine temporel. Représentations de Fourier : séries de Fourier à temps discret, séries de Fourier, transformée de Fourier à temps discret, transformée de Fourier, théorème de Parseval, application aux classes de signaux mixtes, échantillonnage, reconstitution de signaux continus à partir d'échantillons, traitement à temps discret de signaux continus dans le temps. Transformée de Laplace unilatérale. Transformée en z. Processus aléatoires : variables aléatoires et probabilités, signaux aléatoires et bruit, théorème de Wiener-Khintchine.

GEI1056 - Systèmes de télécommunications

Acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la compréhension, l'analyse et la prédiction des performances des systèmes de télécommunications.

Transmission analogique : modulation d'amplitude, modulation d'angle, techniques de démodulation, performances en fonction du rapport signal sur bruit. Modulation d'une suite d'impulsions : modulation d'impulsions en amplitude, quantification, modulation par impulsions et codage. Méthodes d'accès multiples à un canal. Transmission numérique en bande de base : filtre assorti, taux d'erreurs dû aux bruits, interférence intersymbole, critère de Nyquist, modulation d'impulsions en amplitude, principe d'égalisation. Transmission numérique à bande passante : transmission cohérente et non cohérente, modulation par déplacement de phase, modulation d'amplitude en quadrature, modulation par déplacement de fréquence. Codage pour des communications fiables.

GEI1062 - Circuits RF et micro-ondes

Acquérir les connaissances nécessaires à l'analyse et à la conception des circuits et des dispositifs RF et micro-ondes. Maîtriser les principes de base des lignes de transmissions et guides d'ondes.

Systèmes RF, micro-ondes. Lignes de transmissions : propagation, réflexions, transmission, TOS. Paramètres S, Y, Z, ABCD. Adaptation d'impédances : éléments localisés et distribués. Résonateurs et cavités résonnantes : ligne demi-onde et quart d'onde, cavités cylindriques, résonateurs diélectriques. Diviseurs de puissance et coupleurs directionnels : coupleurs guide d'onde, coupleurs à lignes couplées. Filtres RF et micro-ondes : identités de Kuroda, transformations de Richard, filtres à lignes couplées. Amplificateurs RF et micro-ondes : composants RF, stabilité, bruit. Antennes et radiations : potentiel vecteur, champ d'un dipôle, puissance, gain directif, patron de radiation, réseaux d'antennes.

GEI1063 - Electronique de puissance

Acquérir une connaissance de base des principes de l'électronique de puissance et des différentes structures de convertisseurs statiques employés dans la conversion de l'énergie électrique.

Conversion courant alternatif à courant continu : redresseurs à diodes et à thyristors monophasés et polyphasés, comportement sur charge RL et RLE, phénomène d'empiètement, radiateurs et circuit amortisseur, facteur de puissance et harmoniques. Conversion courant alternatif à courant alternatif : gradateurs monophasés et triphasés, commande des gradateurs. Conversion courant continu à courant continu : hacheur abaisseur, hacheur élévateur, hacheur abaisseur-élévateur. Conversion courant continu à courant alternatif : onduleurs monophasés et triphasés, lois de commande des onduleurs, calcul des harmoniques.

GEI1069 - Outils logiciels en génie électrique

Préparer l'étudiant à utiliser efficacement les outils de calcul et de simulation et les logiciels couramment utilisés en génie électrique et génie informatique tels que MATLAB/Simulink, Altium Designer et SolidWorks.

MATLAB/Simulink : présentation générale, l'environnement MATLAB, principales fonctionnalités, nombres et opérations arithmétiques, vecteurs et matrices, graphiques, les bases de la programmation avec MATLAB, fonction, Toolbox, introduction à Simulink, simulation avec Simulink. Altium Designer : Conception et simulation de circuits analogiques et numériques, dessin de pièces, dessin de masques, conception d'un circuit imprimé. SolidWorks : initiation au dessin assisté par ordinateur appliqué aux circuits et aux installations électriques.

Description actuelle du cours GEI1069 (Outils logiciels en génie électrique) :

Préparer l'étudiant à utiliser efficacement les outils de calcul et de simulation et les logiciels couramment utilisés en génie électrique et génie informatique tels que MATLAB/Simulink, Design Entry CIS, Layout Plus, SolidWorks et AutoCAD.

MATLAB/Simulink : présentation générale, l'environnement MATLAB, principales fonctionnalités, nombres et opérations arithmétiques, vecteurs et matrices, graphiques, les bases de la programmation avec MATLAB, fonction, Toolbox, introduction à Simulink, simulation avec Simulink. Design Entry CIS, Layout Plus : Conception et simulation de circuits analogiques et numériques, dessin de pièces, dessin de masques, conception d'un circuit imprimé. SolidWorks : initiation au dessin assisté par ordinateur appliqué aux circuits et aux installations électriques.

GEI1072 - Résolution de problèmes d'ingénierie en C

L'étudiant acquiert les connaissances de la programmation et du développement en langage ANSI C et les applique à la résolution de problèmes d'ingénierie par des méthodes numériques.

Introduction, historique et généralités, norme ANSI C. Opérateurs booléens, binaires et arithmétiques, types de données de base du langage C, branchements conditionnels et inconditionnels. Fonctions : déclarations, appels, variables globales et locales, fonctions avec un nombre fixe et variable d'arguments. Tableaux : définition, initialisation. Pointeurs : arithmétiques des pointeurs, pointeurs et tableaux. Structures : structures et appels de fonction, structures et pointeurs. Directives au préprocesseur, macros, Entrées/Sorties, bibliothèques standards, fichiers de compilation. Représentation des nombres réels en virgule fixe et flottante.

Résolution numérique de problèmes d'ingénierie utilisant les zéros d'une fonction, la résolution matricielle, l'intégration numérique et la résolution d'équations différentielles.

GEI1075 - Projets en génie électrique et génie informatique (6 crédits)

Mettre en pratique les habiletés et les compétences acquises, telles que le travail en équipe, la gestion du projet et les techniques et moyens de communication dans la réalisation de systèmes électriques, électroniques et informatiques conformes aux normes de la spécialité.

Choix d'un domaine d'application. Etude de marché : problématique, solutions existantes et justification de la proposition. Gestion de projet : cahier de charge, planification, travail en équipe, gestion du temps. Normes nationales et internationales. Conception : modélisation et simulation du système. Réalisation du système électrique, électronique ou logiciel : choix des sous-systèmes, composantes, intégration des modules, étapes de vérifications, comparaison avec les résultats de simulations et validation du produit final. Techniques de communication orales et écrites.

Règlement pédagogique particulier : Pour s'inscrire au cours GEI1075 Projets en génie électrique et génie informatique, l'étudiant doit avoir réussi 75 crédits du programme de Baccalauréat en génie électrique.

GEI1087 - Automatisation des processus industriels

Acquérir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la conception et à l'implantation en industrie des systèmes automatisés.

Automates programmables; structure, programmation et lien avec le monde extérieur. Grafcet, outil de conception, de programmation et de documentation; éléments de base, étapes et transitions, actions et réceptivité, description fonctionnelle et cahier de charges. Programmation Ladder. Commande; capteurs et actionneurs électriques et pneumatiques, caractéristiques et fonctions des capteurs et détecteurs, éléments d'électropneumatique, préhenseurs et asservissement des processus. Introduction à la robotique; spécifications, morphologie et implantation.

GIA1047 - Analyse économique et financière en ingénierie

De manière générale, ce cours vise à enseigner aux étudiants les principes liés aux décisions financières, les principaux éléments du contexte économique, l'évaluation des actifs d'entreprise et d'ingénierie, l'analyse des flux de trésorerie d'un projet, ainsi que la gestion des risques et

des incertitudes.

De façon plus spécifique, le cours couvre plusieurs sujets clés. Premièrement, il aborde la nature des décisions financières et économiques en ingénierie, ainsi que les notions d'intérêt et d'équivalences, la valeur présente et future, les coûts du capital, les annuités, le gradient et la perpétuité. Deuxièmement, il traite des méthodes d'évaluation et de calcul de rentabilité, des choix entre plusieurs projets d'investissement, des coûts annuels équivalents et des coûts de possession, de l'amortissement, de l'étude de remplacement d'équipement, ainsi que de l'analyse de rentabilité, des états financiers et du point mort. Enfin, le cours explicite les risques et les incertitudes, les sources traditionnelles et alternatives de financement, le contexte global des affaires, ainsi que les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance dans les projets d'ingénierie.

GIA1058 - Sécurité et hygiène industrielles

Les objectifs principaux de ce cours sont d'initier les étudiants:

- aux différents facteurs reliés à la sécurité et hygiène industrielles ainsi qu'aux principes et techniques de base du contrôle de l'environnement des travailleurs;
- aux notions fondamentales nécessaires à la compréhension des mécanismes intervenant dans le domaine de la pollution industrielle ainsi qu'aux concepts de protection de l'environnement.

Généralités : aspects légaux et réglementaires de la sécurité et de l'hygiène industrielles. Définitions des différents organismes. Sécurité : définitions et statistiques relatives à la sécurité; concepts d'accident. Organisation d'un programme de prévention; comité de santé, sécurité; formation-information; système de registres. Inspections, enquêtes et analyse d'accidents, analyse sécuritaire de tâches. Sécurité en atelier; équipement de protection; prévention des incendies. Hygiène : bruit industriel, contrainte thermique et contrôle. Principes de ventilation industrielle. Les contaminants chimiques : toxicologie, valeurs limites admissibles, échantillonnage et contrôle. Techniques de contrôle des émissions atmosphériques, liquides et solides.

ING1039 - Statique et dynamique I

Initiation aux lois régissant l'équilibre statique des corps dans le plan et dans l'espace et la dynamique des particules en mouvement curviligne dans le plan.

L'étude de la statique comprend l'analyse des forces externes, de l'équilibre multidimensionnel, le frottement et les assemblages plans. Celle de la dynamique comprend la cinématique et la cinétique rectiligne et curviligne. Les propriétés des surfaces planes telles que centre de gravité et moments d'inertie sont aussi étudiées dans le cadre de ce cours.

ING1100 - Communication et méthodes de travail en ingénierie

Ce cours vise à développer les compétences nécessaires pour communiquer efficacement dans un contexte d'ingénierie, travailler efficacement en équipe multidisciplinaire en ingénierie et utiliser adéquatement les outils de communication.

Communication par oral, par écrit et par méthodes audiovisuelles des différents concepts et raisonnements associés à la pratique du génie. Théories et règles de communication. Caractère humain de la communication. Méthodes de travail en groupe.

Outils et logiciels liés à la communication en ingénierie et au travail collaboratif. Méthodes de recherche documentaire et bibliographique. Rédaction de rapports techniques et présentation de l'information.

ING1200 - Pratique de la profession d'ingénieur

Offert à l'ensemble des baccalauréats en génie, ce cours vise à développer des compétences complémentaires aux savoirs disciplinaires étroitement liées à l'exercice de la profession d'ingénieur.

L'évolution des compétences de l'ingénieur(e) : processus d'accès au titre professionnel d'ingénieur(e), responsabilités de l'ingénieur(e) et formation continue. Les fondements théoriques et applications pratiques du professionnalisme, de l'éthique et de la déontologie en lien avec le travail de l'ingénieur(e).

L'environnement légal de l'ingénieur(e) : lois, règlements et normes qui encadrent les travaux d'ingénierie et le développement de produits.

L'ingénieur(e) et la mondialisation. L'environnement professionnel de l'ingénieur(e) : ouverture, savoir être et normes de comportement.

Rôle de l'ingénieur(e) dans le développement de produits, les projets de conception et de construction ainsi que dans la recherche et développement. Les décisions de l'ingénieur(e) et leurs impacts sur la société et la population : l'utilisation des énergies renouvelables, le développement durable, le cycle de vie des produits, l'empreinte écologique et la gestion de risques technologiques.

MAP1006 - Mathématiques appliquées I

Transmettre à l'étudiant les bases de l'algèbre matricielle, l'introduire aux méthodes numériques, lui donner les outils nécessaires à la résolution des équations différentielles ordinaires et lui montrer certaines applications des équations différentielles. Algèbre matricielle : matrices, définitions et opérations, matrice triangulaire, diagonale, transposée d'une matrice, matrice régulière et rang, déterminants, inverse d'une matrice, solution d'équations linéaires, valeurs et vecteurs propres. Nombres complexe. Équations différentielles : classification, solution d'une équation différentielle avec interprétation géométrique; équations différentielles du premier ordre, équations exactes et facteur intégrant, équations à variables séparables, homogènes, linéaires, de Bernoulli; applications (trajectoires orthogonales, problèmes de taux, etc.). Équations différentielles d'ordre supérieur : système fondamental de solutions, équations linéaires, homogènes à coefficients constants, réduction d'ordre, équations linéaires non-homogènes, équations d'Euler-Cauchy; résolution en séries de puissances; applications. Systèmes d'équations différentielles homogènes et non homogènes.

MAP1007 - Mathématiques appliquées II

Acquisition de notions fondamentales sur les fonctions à plusieurs variables, les courbes et les surfaces dans le plan et l'espace. Applications du calcul différentiel et intégral à plusieurs variables ainsi que le calcul vectoriel.

Éléments de géométrie analytique. Courbes planes, tangentes et longueur d'arc, coordonnées polaires, intégrales en coordonnées polaires, équations polaires des coniques. Vecteurs de dimension deux et trois, produit scalaire, produit vectoriel, droites et plans, surfaces. Fonctions vectorielles et courbes dans l'espace, limites, dérivées et intégrales, cinématique, courbure, composantes tangentielle et normale de l'accélération, lois de Kepler. Fonctions de plusieurs variables, limites et continuité, dérivées partielles, accroissement et différentielle, dérivation de fonctions composées, dérivées directionnelles, normales et plans tangents, valeurs extrêmes de fonctions à plusieurs variables, multiplicateurs de Lagrange. Intégrales doubles, aire et volume, intégrales doubles en coordonnées polaires, aires de surfaces, intégrales triples, moment d'inertie et centre de masse, coordonnées cylindriques, coordonnées sphériques, changement de variables et jacobiens. Champs vectoriels, intégrales curvilignes, indépendance du chemin, théorème de Green-Riemann, intégrales de surface, théorème de flux-divergence, théorème de Stokes.

MAP1008 - Mathématiques appliquées III

Application du calcul des transformées, des nombres complexes et des variables complexes.

Séries de Fourier : applications aux problèmes, aux limites des équations aux dérivées partielles. Fonction d'une variable complexe : théorèmes de Cauchy. Calcul des résidus. Transformation de Laplace : calcul des transformées de Laplace. Applications aux équations différentielles ordinaires.

STT1001 - Probabilités et statistiques

Statistiques de base en vue des applications.

Séries statistiques : histogramme et polygone. Mesures de tendance centrale. Mesures de dispersion. Moments. Éléments de probabilités : variables aléatoires, distributions binomiales, hypergéométriques, normales. Poisson. Introduction à l'échantillonnage. Tests d'hypothèses simples.

Cours optionnels (9 à 12 crédits)

Électronique

GEI1053 - Sujets spéciaux en génie électrique

Faire ressortir les techniques nouvelles ainsi que les développements les plus récents dans les applications en génie électrique.

Sensibiliser l'étudiant aux développements technologiques les plus récents dans le domaine du génie électrique en incluant, dans le programme, des activités ponctuelles revêtant un intérêt majeur dans un ou plusieurs champs tels que : l'électrotechnique, l'électronique, la microélectronique et les microsystèmes. Un intérêt particulier est accordé à la problématique de l'énergie, du développement durable et de la gestion de l'environnement.

Règlement pédagogique particulier : Pour s'inscrire à ce cours, l'étudiant doit avoir réussi 75 crédits du programme de Baccalauréat en génie électrique.

GEI1076 - Programmation objet pour systèmes embarqués

Acquérir les connaissances de base de la programmation et du développement en langage de programmation objet C#, appliqué aux systèmes embarqués.

Introduction aux outils graphiques de développement, classes et héritages dans le but de faire des applications interface entre l'ordinateur et des systèmes embarqués. Élaboration de contrôle par programmation de haut niveau, paramétrage et protocole d'échange. Permettre à l'étudiant de faire un choix algorithmique en fonction de critères matériels. Évaluation de performance algorithmique dans le but d'optimiser le code de haut niveau. Permettre à l'étudiant de faire une approche technique élémentaire de tests. Revoir les concepts de fichiers entrées/sorties.

GEI1077 - Instrumentation et contrôle des procédés

Ce cours constitue une initiation à l'automatisation des procédés en usine de production et aux systèmes SCADA. Il donne une vue d'ensemble sur les différents éléments d'un système industriel de contrôle.

On y étudie l'aspect logiciel et matériel d'un système de production industriel ainsi que la définition et la documentation du procédé. On voit ensuite l'architecture ainsi que les éléments matériels du système de contrôle : instrumentation, actionneurs, automates, réseaux d'usine, stations d'opération et d'ingénierie.

Les aspects sûreté des systèmes et environnement ainsi que la gestion de projet d'instrumentation et contrôle sont introduits.

GEI1083 - Conception de systèmes embarqués

L'étudiant sera apte à comprendre les notions théoriques et pratiques reliées à la conception et à la réalisation d'un système embarqué. L'étudiant développera une plateforme matérielle et logicielle basée sur une technologie de processeurs embarqués d'un système sur puce (System on Chip- SoC). Il abordera les modules associés à la conception de circuits numériques avancés notamment, les périphériques d'entrées – sorties : temporisateurs, UART, SPI, I2C, ADC, capture de signaux et les technologies de transmission : WiFi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, NB-IOT, 5G. Introduction aux applications dans le domaine de l'internet des objets (IdO).

GEI1084 - Architecture des ordinateurs et calcul accéléré

À la fin de ce cours, l'étudiant sera apte à comprendre les notions théoriques et pratiques de base de la programmation parallèle des modèles d'apprentissage machine et automatique.

Le cours commence d'abord par la conception d'un microprocesseur simple (unité centrale de traitement, machines d'états, cycle décodage-exécution, unité arithmétique et logique, unité de contrôle et chemins de données). À l'étape suivante, l'étudiant sera amené à utiliser une plateforme de calcul et de modèle de programmation parallèle CUDA (Compute Unified Device Architecture) sur GPU (processeur graphique). Enfin, l'étudiant complètera sa formation par l'introduction à des modèles d'apprentissage machine et automatique (intelligence artificielle). Ce cours est une occasion pour apprendre des logiciels de programmation tels que : VHDL, C/C++ et Python.

Microélectronique

GEI1057 - Microsystèmes de mesure

Acquérir une méthodologie propre à la résolution des problèmes de mesures complexes rencontrés dans la pratique professionnelle d'un ingénieur, incluant les notions de miniaturisation en technologie microsystèmes.

Comprendre les systèmes de mesure en technologie microsystemes : modèle général de la mesure, mesures électriques, conversion du mesurande, capteurs et actionneurs, estimation du mesurande, reconstitution du mesurande, méthodologie de son design, blocs fonctionnels matériels et logiciels et traitement des signaux de mesures. Comprendre les microsystemes : étude des éléments microélectroniques, micromachinés, microoptiques, possibilités et limites de ces technologies, problèmes d'interfaçage, combinaisons des éléments de différentes natures appelés systèmes microélectromachinés (MEMS) et microélectrooptiques (MEOPS).

GEI1058 - Traitement numérique du signal

Acquérir les notions utiles en traitement numérique du signal et plus particulièrement les méthodes de filtrage adaptatif essentielles aux systèmes de mesures, de télécommunication et de commande.

Concepts de base : signaux et systèmes numériques, produit de convolution, transformée en Z, transformation de Fourier discrète. Transformée rapide de Fourier (FFT) : principe, structure papillon, entrelacement temporel et fréquentiel, autres algorithmes de calcul rapide FFT. Convolution rapide. Filtrage numérique : filtres à réponse impulsionnelle finie (RIF) et infinie (RII), utilisation de fenêtres. Filtrage adaptatif, méthodes du gradient (LMS), méthodes de moindres carrées (RLS). Filtrage optimal : Wiener (MMSE), Kalman. Introduction aux techniques modernes : réseaux de neurones, ondelettes, algorithmes génétiques.

GEI1064 - Conception en VLSI

Comprendre la méthodologie, les étapes et les outils informatiques de conception des circuits VLSI et d'optimisation de leurs performances.

Méthodologie et outils de design. Circuits MOS : Transistor MOS, portes statiques et dynamiques, logique pseudo-NMOS. Fabrication de circuits intégrés : réalisation d'un circuit intégré, photolithographie, testabilité, dessin de masque et règles de dessin. Caractérisation et performance : estimation des délais et conséquences de la réduction d'échelle. Langages de description matérielle : instructions séquentielles et concurrentes, simulation et synthèse. Design de circuits numériques : approches pipeline et systolique, unités arithmétiques et réseaux prédiffusés programmables (ex. : FPGA) par l'utilisateur. Implantation d'algorithmes en technologie VLSI. Tendances en technologies et développements.

Mécatronique

GEI1073 - Mécatronique I

Ce cours a pour objectif principal d'introduire la démarche mécatronique et les différents éléments constitutifs des systèmes mécatroniques à travers la présentation d'exemples pratiques de systèmes mécatroniques. Il s'agit d'un cours d'introduction qui présente ces éléments sans aller dans le détail du choix et du dimensionnement des composants ainsi que dans le détail des méthodes de conception à mettre en oeuvre. Il devrait notamment introduire un outil de modélisation des systèmes mécatroniques tel le formalisme Bond Graph (Graphe des liaisons). Ce formalisme est destiné à être un outil central dans le programme puisqu'il permet une approche intégratrice de différentes disciplines du génie. Cet outil permet de modéliser, de manière unique et intégrée, des flux d'énergie entre composantes d'un système utilisant plusieurs technologies, ce qui est typiquement le champ d'action de la mécatronique.

GMC1039 - Mécatronique II

Ce cours est un cours d'approfondissement de la démarche mécatronique. Le premier cours Mécatronique I aborde les systèmes mécatroniques de manière générale alors que ce second cours aborde la conception détaillée des systèmes mécatroniques. Cela implique le choix et le dimensionnement de composants (capteurs, actionneurs et systèmes de commande) et l'intégration de diverses technologies. Le formalisme de type Bond Graph (Graphe des liaisons) est destiné à être approfondi et à constituer un élément central à ce cours, de même que les méthodes permettant d'aborder la conception de systèmes mécatroniques de manière intégrée. Un accent particulier au niveau du contenu technique devrait être mis sur les actionneurs hydrauliques, pneumatiques et électriques (éléments de machines électriques) et sur leur commande (électrohydraulique, électropneumatique, servomoteurs, etc.).

GMC1041 - Sujets spéciaux en mécatronique

Ce cours optionnel spécifique a pour objectif de permettre d'inclure au programme des sujets variables, ayant un intérêt ponctuel majeur en génie

mécatronique. Le programme étant, de manière naturelle, particulièrement axé sur les nouvelles technologies, il paraît très pertinent de pouvoir rapidement intégrer des contenus novateurs et dans cette optique, ce type de cours est le véhicule idéal pour le faire.

Règlement pédagogique particulier : Pour s'inscrire à ce cours, l'étudiant en génie doit avoir réussi 75 crédits du programme.

Énergie électrique

GEI1047 - Réseaux de transport d'énergie

Calculer des courants de court-circuit dans un réseau à l'aide de la matrice des impédances aux jeux de barres. Analyser l'écoulement de puissance dans un réseau. Étudier la stabilité d'un réseau.

Analyse matricielle d'un réseau : méthode des mailles, méthodes des noeuds, matrice des admittances et des impédances associées aux accès d'un réseau, circuits équivalents. Calcul des courants de court-circuit symétriques et asymétriques : analyse simplifiée et analyse systématique des défauts. Ecoulement de puissance : quadripôle linéaire et passif, paramètres ABCD. Puissances injectées et transmises. Formulations des équations d'écoulement de puissance : résolution par les méthodes itératives de Gauss-Seidel et Newton-Raphson. Réglage de la tension et de la puissance. Stabilité d'un réseau : stabilité statique, dynamique et transitoire. Oscillations naturelles, forcées et de grandes amplitudes des rotors des machines synchrones : équation mécanique. Résolution de l'équation mécanique. Critère des aires égales. Temps critique d'ouverture des disjoncteurs.

GEI1078 - Comportement des réseaux électriques

Classification des phénomènes sur un réseau électrique. Introduction aux méthodes et outils de simulation. Phénomènes transitoires électromagnétiques. Introduction au logiciel EMTP. Modélisation avancée des lignes de transport. Modélisation des équipements : parafoudres, transformateurs, disjoncteurs et systèmes électroniques de puissance. Surtensions : manoeuvre, temporaire, foudre, ferro-résonance. Coordination d'isolement. Ecoulement de puissance multiphasé. Représentation des machines synchrone et asynchrone dans les études de stabilité. Survol des systèmes d'excitation. Stabilité de tension, stabilité d'angle, stabilité transitoire, stabilité petit signal. Méthodes numériques. Techniques d'analyse par le critère des aires. Contrôle de fréquence et contrôle de tension. Stabilité en relation avec les systèmes de contrôle. Méthodes d'amélioration de la stabilité.

Cours suivi en transfert de crédit : autorisation d'études hors établissement

GEI1079 - Protection des réseaux électriques

Généralités sur les systèmes de protection. Calcul des niveaux de défaut et de courant de court-circuit. Mise à la terre des réseaux : techniques. Techniques de mesure. Transformateurs de mesure. Protection des surintensités de ligne. Protection des lignes : critères de coordination, gradins, philosophies de protection. Protections de transformateurs. Protection des alternateurs. Intégration des systèmes numériques de protection.

Cours suivi en transfert de crédit : autorisation d'études hors établissement

GEI1080 - Appareillage électrique et matériaux

Composants d'un réseau de transport. Appareillage de production : machine synchrone à pôles saillants, conception, réalisation et mise en oeuvre. Matériaux magnétiques : propriétés, pertes, types, propriétés thermiques et mécaniques, caractérisation, aimants. Matériaux conducteurs : propriétés, pertes, isolation, essais et applications. Matériaux diélectriques : propriétés, pertes, claquage et performances, contraintes, essais. Inductances : construction et dimensionnement. Conception 3D des installations électriques. Transformateurs : construction et dimensionnement. Equipements de compensation capacitive shunt et série. Condensateurs de compensation : construction et protection. Isolateurs : construction et dimensionnement. Etude statistique des surtensions et risques de contournement. Construction des lignes câbles. Mise à la terre, pylônes et isolation. Disjoncteurs : fonctionnement, dimensionnement, et différentes techniques de coupure. Sectionneurs: fonctionnement et dimensionnement. Parafoudres : construction, fonctionnement et dimensionnement. Mise à la terre de l'appareillage.

Cours suivi en transfert de crédit : autorisation d'études hors établissement

GEI1081 - Réseaux de distribution

Les réseaux de distribution d'électricité. Concepts de base. Lignes et câbles de distribution, caractéristiques physiques. Réseau de neutre. Techniques de protection des réseaux de distribution. Coordination de la protection, défaillance des équipements. Continuité de service, normes, étendu et durée des pannes. Architecture de réseaux. Production distribuée, études d'intégration au réseau protection. Qualité de l'onde, exigences de raccordement, harmoniques, creux de tension papillotement. Logiciels d'analyse des réseaux de distribution, écoulement de puissance déséquilibré, régime perturbé.

Cours suivi en transfert de crédit : autorisation d'études hors établissement

Électrotechnique

GEI1048 - Entraînements électriques

Acquérir les connaissances nécessaires à la conception d'entraînements à vitesse variable, à courant continu et à courant alternatif.

Caractéristiques des entraînements. Mécanique des entraînements : mouvement de rotation de translation, modèle mécanique, échauffement, dimensionnement des moteurs. Moteurs à courant continu : techniques de réglage de couple, freinage récupératif, modélisation, structures de commande en boucle fermée. Machine asynchrone : schéma équivalent, techniques de réglage du couple pour moteurs asynchrone à cage d'écurie et à rotor bobiné, commande V/F, commande en courant, cascade hyposynchrone. Commande vectorielle : transformation de Park; modèles en régimes statique et dynamique, commande par orientation du flux.

Informatique

GEI1089 - Systèmes d'exploitation embarqués

Les systèmes d'exploitation embarqués en général et Linux, en particulier, sont l'épine dorsale de l'informatique embarquée depuis de nombreuses années. Le cours guidera l'étudiant à maîtriser la programmation Linux embarquée dans l'ordre dans lequel il / elle rencontrera dans un projet réel. La première partie concerne les premières étapes du projet, couvrant les bases telles que la sélection de la chaîne d'outils, du chargeur de démarrage et du noyau. A l'issue de cette partie, l'idée d'utiliser un outil de build embarqué est introduite, en utilisant Buildroot et le Yocto Project comme exemples.

La deuxième partie du cours couvrira la phase de mise en oeuvre du projet. Il couvre les sujets des systèmes de fichiers, du programme init, de la programmation multithread, de la mise à jour logicielle et de la gestion de l'alimentation. La troisième partie vise à montrer à l'étudiant comment utiliser efficacement les nombreux outils de débogage et de profilage que Linux a à offrir afin de détecter les problèmes et d'identifier les goulots d'étranglement. Le dernier point rassemble plusieurs threads pour expliquer comment Linux peut être utilisé dans des applications en temps réel.

Puisqu'il est clair que Linux embarqué jouera un rôle important dans l'Internet des objets, la mise à jour des appareils sur le terrain, y compris les mises à jour Over the Air, est un aspect important à couvrir. Une autre tendance est la recherche de réduction de la consommation d'énergie, à la fois pour prolonger la durée de vie de la batterie des appareils et pour réduire les coûts énergétiques. Ainsi, un cours dédié sur la gestion de l'alimentation est conçu pour montrer comment cela est fait.

GEI1090 - Prétraitement et analyse des données

Ce cours fournit aux étudiants les bases mathématiques ainsi que les outils de programmation nécessaires à l'apprentissage des techniques de prétraitement et d'analyse des données pour les applications d'ingénierie basées sur l'apprentissage automatique (machine-learning).

L'étudiant passera en revue les éléments clés de la probabilité, des statistiques et de l'algèbre linéaire indispensables pour la préparation des données, la réduction de la dimensionnalité, la compression de données et pour la compréhension des approches d'apprentissage automatique.

L'étudiant se familiarisera avec les techniques liées à l'extraction et à la sélection des critères discriminants. Et il acquerra également des connaissances sur la façon de supprimer et de remplacer les valeurs manquantes d'un ensemble de données et de préparer des données catégorielles pour les algorithmes d'apprentissage automatique.

L'étudiant sera initié à la modélisation basée sur les données et aux techniques de régression. Toutes les connaissances transmises dans ce cours seront mises en pratique avec des cas d'étude appliqués aux domaines des systèmes de communication, de l'ingénierie biomédicale, de la robotique et de l'automatisation des processus industriels.

GEI1091 - Réseaux informatiques – Réseau sans fil et mobile et sécurité du réseau

Dans ce cours, l'étudiant sera initié aux concepts de base des réseaux informatiques et d'Internet en trois parties.

Durant la partie 1, l'étudiant apprendra : (i) les principes des applications réseau telles que le Web, le HTTP, le DNS, les applications Peer-to-peer, le streaming vidéo ainsi que la distribution de contenu, et (ii) les concepts derrière le multiplexage/démultiplexage, le transfert de données, et le contrôle de la congestion grâce à l'étude de la couche transport. Dans cette même partie, la couche réseau est présentée à la fois du point de vue du plan de données et du plan de contrôle. Dans la partie 2, le cours couvre les concepts des réseaux sans fil et mobiles pour discuter des liaisons sans fil et caractéristiques du réseau, l'accès internet cellulaire et la gestion de la mobilité. C'est à la partie 3 que l'étudiant s'exposera au principe de la cryptographie et d'authentification avec application aux réseaux filaire et sans fil.

Les connaissances sont soutenues par des devoirs de programmation pratiques, des laboratoires et des projets dans le cadre des applications concrètes en internet des objets (ex. ville intelligente et applications dans le domaine de la santé), en automatisation industrielle et robotique permettant à l'étudiant de s'initier à la conception en réseautique et de découvrir les avancées en matière de réseautage défini par logiciel et par la virtualisation de réseau.

GEI1092 - Techniques d'intelligence artificielle

Ce cours vise à donner à l'étudiant une base théorique et une expérience pratique sur les algorithmes avancés d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond, à la base de l'intelligence artificielle, dans le contexte d'applications en ingénierie. Pour cela, que ce soit pour effectuer de la classification ou de la régression, ce cours passe en revue (i) les réseaux neuronaux adaptatifs, (ii) les réseaux neuronaux convolutifs profonds et (iii) les réseaux neuronaux récurrents. Les notions sur les réseaux antagonistes génératifs et sur l'apprentissage par renforcement sont également introduites dans ce cours. L'étudiant sera exposé aux aspects pratiques de mise en œuvre logicielle et matérielle de tels modèles pour comprendre leurs contraintes de déploiement et les solutions associées. Des études de cas dans les domaines des systèmes de communication, de l'ingénierie biomédicale et de la robotique permettront à l'étudiant d'explorer ces nouvelles connaissances en contexte réel d'application.

GEI1093 - Conception des systèmes en temps réel pour les applications d'ingénierie

Dans ce cours, l'étudiant va acquérir les concepts théoriques et pratiques pour concevoir des systèmes en temps réel qui prennent en compte la latence, le débit et la complexité de mise en œuvre pour les applications d'ingénierie. À ce titre, la conception de ces systèmes complexes permettra à l'étudiant de sélectionner, d'étudier et d'analyser les performances réelles des différents composants constitutifs, à savoir; (i) systèmes de communication, telles que les technologies de l'Internet des objets, 4G / 5G et au-delà, (ii) approches informatiques, telles que le cloud et l'informatique de périphérie, (iii) technologies d'interface homme-machine, (iv) systèmes embarqués en temps réel qui prennent en charge des différentes technologies de capteurs et d'actionneurs hétérogènes, et (v) des approches d'analyse de données pour permettre une prise de décision intelligente basée sur des techniques d'apprentissage automatique.

Cours complémentaires (9 à 12 crédits)

L'étudiant choisit neuf (9) à douze (12) crédits de cours en dehors de la liste des cours du programme. Il est fortement recommandé aux étudiants de suivre au moins un cours en administration. Certains cours sont offerts en ligne. Consulter la liste.