

**Structure du programme et liste des cours****Bacc. en génie informatique - travail-études****(Cheminement: 2)**

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

**Cours obligatoires (102 crédits)**

L'étudiant doit suivre les cours suivants (cent-deux crédits) :

**GEI1002 - Electricité fondamentale I**

Acquérir des connaissances fondamentales sur l'électrostatique, l'électrocinétique, la magnéto-statique, 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. Magnéto-statique : 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.

**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. Eléments actifs : sources indépendantes et commandées. Elements 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. Energie et puissance : dissipation et emmagasinage d'énergie. Energie et puissance en RSP. Optimisation de transfert de puissance. Compensation de puissance réactive. Outils informatiques de calcul des circuits électriques.

**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.

### **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. Etude 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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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, actuateurs, 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**

A 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.

### **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.

### **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 ce 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 au 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. vile 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

### **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.

### **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 complexes. 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. Eléments de probabilités : variables aléatoires, distributions binomiales, hypergéométriques, normales. Poisson. Introduction à l'échantillonnage. Tests d'hypothèses simples.

### **Cours optionnels (9 à 12 crédits)**

Microsystèmes et traitement numérique du signal

#### **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 microsystèmes : 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 microsystèmes : 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.

Informatique

#### **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.

### **GEI1094 - Introduction à l'informatique quantique**

L'étudiant apprendra ce qu'est l'informatique quantique et ses cas d'utilisation. L'étudiant couvrira (i) les fondements mathématiques pertinents pour relier la géométrie à l'algèbre pour comprendre la définition des bits quantiques (qubits) et des opérations de haute dimension, et (ii) comment fonctionne l'informatique quantique. Dans la deuxième partie, nous examinons les bits quantiques - les qubits - seuls et ensemble, et comment créer des circuits qui implémentent des algorithmes. L'étudiant acquerra une compréhension des réalités physiques du bruit et de la nécessité de réduire les erreurs et de mesurer les performances du système (introduire le volume quantique comme une métrique de l'ensemble du système, par exemple) lors de la construction de vrais ordinateurs quantiques.

### **GMC1035 - Méthodes numériques appliquées à l'ingénierie**

Apprendre à formuler et résoudre des problèmes courants d'ingénierie au moyen des techniques numériques les plus utilisées.

Applications des différentes méthodes directes de systèmes linéaires, telles la méthode Gauss, la méthode LU, la méthode Gauss-Jordan et itératives, à la solution de problèmes rencontrés en ingénierie, comme celui des vibrations. Traitement des problèmes de régression simple ou multiple avec test de confiance sur les paramètres, appliqué à l'équilibrage des réseaux électriques ainsi qu'à la solution des problèmes de bilan-matière. L'étude des procédures automatiques de recherche de modèles. Les méthodes de différentiation et d'intégration numériques; les problèmes de valeurs initiales et la solution des systèmes d'équations différentielles applicables à des problèmes pratiques, comme celui de la conception d'un système de suspension.

### **SMI1001 - Bases de données I**

Le cours vise à donner une solide introduction tant théorique que pratique aux concepts informatiques fondamentaux ayant trait aux bases de données, particulièrement aux bases de données relationnelles. Outre la modélisation des données qui constitue une partie importante de ce cours, l'apprentissage du langage SQL et d'un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données) moderne seront également des objectifs importants de ce cours.

Introduction aux bases de données : modèles et langages, les différents utilisateurs et leurs besoins, structure et architecture des SGBD. Le modèle Entité-Relation, modélisation UML. Le modèle relationnel : aperçu de l'algèbre et du calcul relationnel, notion de vue. Le langage SQL, aperçu d'autres langages relationnels. Les contraintes d'intégrité, les données manquantes et les valeurs nulles. La conception des bases de données relationnelles, dépendances fonctionnelles, dépendances multivaluées, dépendances de jointure, normalisation, formes normales 1FN, 2FN, 3FN, FNBC, 4FN et 5FN. Autres types de bases de données : relationnelles-objets et multidimensionnelles. Introduction aux données multimédias et XML.

Ce cours utilise le système de gestion de bases de données Oracle, le langage PL/SQL et l'utilitaire TOAD. Le cours comporte 18 heures d'atelier.

### **SMI1002 - Bases de données II**

Le cours porte principalement sur des considérations techniques sous-jacentes à l'utilisation ou à la conception des SGBD, toujours dans le contexte du SGBD Oracle qui sert d'illustration et de contexte de mise en pratique des concepts. L'étudiant aura donc l'opportunité d'approfondir sa compréhension du fonctionnement interne d'un SGBD, notamment de Oracle, et d'autres aspects complémentaires associés à l'exploitation des données.

Stockage et structures de fichiers, indexation et fonctions de hachage. Traitement et optimisation des requêtes. Traitement des transactions. Contrôle de la concurrence. Systèmes de recouvrement. Sécurité, contrôle des accès et cryptage. Bases de données et applications Web, modèles client-serveur et multitiens. Architectures des SGBD, bases de données parallèles et distribuées. Analyses des données, OLAP (on-line analytical processing), entreposage (warehousing) et forage (mining) de données.

Ce cours utilise le système de gestion de bases de données Oracle, le langage PL/SQL et l'interface JSP (Java Sever Page).

## **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.

### Systèmes embarqués et mécatronique

## **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.

## **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.

## **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.

### **Cours complémentaires (6 à 9 crédits)**

L'étudiant choisit six (6) à neuf (9) crédits parmi les cours complémentaires suggérés. Certains cours sont offerts en ligne. Consulter la liste.