

**Baccalauréat en génie électrique - 6513**

**RESPONSABLE :**

Guy Ditunga Ngoma  
819 762-0971 poste 2433

**SCOLARITÉ :**

120 crédits, Premier cycle

**GRADES :**

Bachelier en ingénierie

**OBJECTIFS :**

Le baccalauréat en génie électrique vise à former des ingénieurs polyvalents dans ce domaine, capables de concevoir, de planifier, de réaliser et d'analyser des projets faisant appel aux diverses applications du génie électrique en tenant compte des aspects économiques, environnementaux et sociaux de l'ingénierie.

**CONDITIONS D'ADMISSION :**

**Base collégiale**

Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) en sciences avec les cours de la structure d'accueil en ingénierie qui sont : 101-NYA-05 Évolution et diversité du vivant, 201-NYA-05 Calcul différentiel, 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle, 201-NYB-05 Calcul intégral, 203-NYA-05 Mécanique, 203-NYB-05 Électricité et magnétisme, 203-NYC-05 Ondes et physique moderne, 202-NYA-05 Chimie générale et 202-NYB-05 Chimie des solutions.

Les titulaires d'un tel diplôme peuvent bénéficier de reconnaissances d'acquis pouvant aller jusqu'à 4 crédits, à condition d'avoir obtenu un résultat égal ou supérieur à 70 % (ou l'équivalent) dans les cours de niveau collégial.

OU

Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) du secteur technique.

**TECHNOLOGIE DE MAINTENANCE INDUSTRIELLE (MÉCANIQUE)** et suivre les cours de mise à niveau suivants:

- CHM1001 Chimie générale/exemption si réussi 202-NYA-05 Chimie générale : la matière ou l'équivalent;
- MAT1005 Algèbre vectorielle et linéaire/exemption si réussi 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle ou l'équivalent;
- MAT1203 Calcul intégral/exemption si réussi 201-NYB-05 Calcul intégral ou l'équivalent.

Les titulaires d'un tel diplôme peuvent bénéficier de reconnaissances d'acquis pouvant aller jusqu'à 3 crédits, à condition d'avoir obtenu un résultat égal ou supérieur à 70 % (ou l'équivalent) dans les cours de niveau collégial.

**TECHNOLOGIE DE L'ÉLECTRONIQUE INDUSTRIELLE** et suivre les cours de mise à niveau suivants:

- CHM1001 Chimie générale/exemption si réussi 202-NYA-05 Chimie générale : la matière ou l'équivalent;
- MAT1005 Algèbre vectorielle et linéaire/exemption si réussi 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle ou l'équivalent;
- MAT1203 Calcul intégral/exemption si réussi 201-NYB-05 Calcul intégral ou l'équivalent.

Les titulaires d'un tel diplôme peuvent bénéficier de reconnaissances d'acquis pouvant aller jusqu'à 17 crédits, à condition d'avoir obtenu un résultat égal ou supérieur à 70 % (ou l'équivalent) dans les cours de niveau collégial.

**TECHNOLOGIE MINÉRALE** et suivre les cours de mise à niveau suivants:

- PHY1201 Électricité et magnétisme/exemption si réussi 203-NYB-05 Électricité et magnétisme;
- MAT1005 Algèbre vectorielle et linéaire/exemption si réussi le cours 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle ou l'équivalent;
- MAT1102 Calcul différentiel et intégral.

Les titulaires d'un tel diplôme peuvent bénéficier de reconnaissances d'acquis pouvant aller jusqu'à 3 crédits, à condition d'avoir obtenu un résultat égal ou supérieur à 70 % (ou l'équivalent) dans les cours de niveau collégial.

**TECHNIQUES DE GÉNIE MÉCANIQUE** et suivre les cours de mise à niveau suivants:

- CHM1001 Chimie générale/exemption si réussi 202-NYA-05 Chimie générale : la matière ou l'équivalent;
- MAT1005 Algèbre vectorielle et linéaire/exemption si réussi 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle ou l'équivalent;
- MAT1203 Calcul intégral/exemption si réussi 201-NYB-05 Calcul intégral ou l'équivalent.

Les titulaires d'un tel diplôme peuvent bénéficier de reconnaissances d'acquis pouvant aller jusqu'à 8 crédits, à condition d'avoir obtenu un résultat égal ou supérieur à 70 % (ou l'équivalent) dans les cours de niveau collégial.

Les candidats qui ne possèdent pas ces cours devront suivre des cours d'appoint à l'UQAT.

OU

Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) dans une discipline connexe et avoir réussi les cours suivants : 202-NYA-05 Chimie générale ou 202-NYB-05 Chimie des solutions, 201-NYA-05 Calcul différentiel, 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle, 201-NYB-05 Calcul intégral, 203-NYA-05 Mécanique, 203-NYB-05 Électricité et magnétisme.

Les candidats qui ne possèdent pas ces cours devront suivre des cours d'appoint à l'UQAT.

Le candidat doit démontrer sa maîtrise du français en satisfaisant aux exigences de la Politique institutionnelle sur la maîtrise du français de l'UQAT.

**Base expérience**

Être âgé d'au moins 21 ans, posséder plus de deux années d'expérience sur le marché du travail et avoir réussi les cours suivants : 202-NYA-05 Chimie générale ou 202-NYB-05 Chimie des solutions, 201-NYA-05 Calcul différentiel, 201-NYC-05 Algèbre linéaire et géométrie vectorielle, 201-NYB-05 Calcul intégral et 203-NYB-05 Électricité et magnétisme, 203-NYC-05 Ondes et physique moderne.

Tous les candidats doivent démontrer leur maîtrise du français en satisfaisant aux exigences de la Politique institutionnelle sur la maîtrise du français de l'UQAT.

**PLAN DE FORMATION :**

**Trimestre 1**

GEN0009	Atelier : santé et sécurité au travail (1 cr.)
GEN1005	Calcul I (2 cr.)
GEN1100	Introduction au génie et aux projets d'ingénierie (2 cr.)
GEN2250	Communication graphique (2 cr.)
GEN3204	Circuits électriques (2 cr.)
GEN3307	Informatique I (3 cr.)
GEN4110	Chimie pour ingénieurs (2 cr.)

**Trimestre 2**

GEN1000	Champs électromagnétiques (3 cr.) (GEN1005)
GEN1007	Calcul II (2 cr.) *
GEN1135	Principes de télécommunications (3 cr.)
GEN1201	L'ingénieur et la société II (1 cr.)
GEN3203	Circuits logiques (2 cr.)
GEN3205	Réalisations et mesures électriques (3 cr.)

**Trimestre 3**

GEN1004	Équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles (3 cr.) (GEN1007)
GEN2210	Statique (2 cr.)
GEN3111	Électronique (3 cr.) (GEN3204)
GEN3250	Probabilités et statistiques (3 cr.) (GEN1005)
GEN3420	Logiciels de simulation (3 cr.)

**Trimestre 4**

GEN1139	Systèmes de communication (3 cr.)
GEN2231	Électrotechnique (3 cr.) (GEN3204)
GEN3610	Conception des filtres analogiques (3 cr.) (GEN3111)
GEN4130	Instrumentation industrielle (3 cr.) (GEN3111)
GEN4261	Automatisation industrielle (3 cr.)

**Trimestre 5**

GEN0001	Atelier : gestion et planification des projets I (1 cr.)
GEN3321	Systèmes asservis (3 cr.) (GEN1004)
GEN4220	Électronique industrielle (3 cr.) (GEN2231)
GEN4330	Électricité du bâtiment (3 cr.) (GEN2231)
GEN4333	Machines électriques : analyse et applications (3 cr.) (GEN2231)
MEC2209	Thermodynamique (3 cr.) (GEN1005)

### Trimestre 6

GEN0215	Analyse numérique (3 cr.) (GEN1007)
GEN4402	Projet d'études en ingénierie (3 cr.)
GEN4403	Conception en ingénierie I (3 cr.)
GEN4431	Commande numérique des systèmes (3 cr.)
INF3215	Microprocesseurs I (3 cr.)

### Trimestre 7

GEN0002	Atelier : gestion et planification des projets II (1 cr.)
GEN1302	Engagement social (0 cr.)
GEN2192	Analyse économique en ingénierie (3 cr.)
GEN4334	Commande des machines électriques (3 cr.) (GEN3321 et GEN4220)
GEN4335	Conception, analyse et exploitation d'un réseau électrique (3 cr.) (GEN2231)
	3 crédits d'enrichissement dans le domaine des sciences humaines
	3 crédits optionnels

### Trimestre 8

GEN1401	L'ingénieur et la société IV (1 cr.)
GEN4401	Conception en ingénierie II (3 cr.)
GEN4404	Projet appliqué de fin d'études (6 cr.)
	6 crédits optionnels

### Cours optionnels

GEN1137	Circuits passifs micro-ondes (3 cr.)
GEN1138	Transmission numérique (3 cr.) (GEN1135)
GEN1140	Transmission de données et réseau de communication numérique (3 cr.)
GEN1141	Télécommunications mobiles (3 cr.)
GEN3500	Ondes électromagnétiques (3 cr.) (GEN1004)
GEN4045	Sujets spéciaux I (2 cr.)
GEN4048	Sujets spéciaux IV (1 cr.)
GEN4212	Commandes optimales et adaptatives (2 cr.)
GEN4303	Conception des robots industriels (3 cr.)
GEN4332	Production d'énergie électrique (3 cr.) (GEN2231)
GEN4336	Électricité industrielle (3 cr.) (GEN4333)
GEN4337	Commande des procédés (3 cr.) (GEN1004)
GEN4338	Systèmes logiques programmables (3 cr.) (GEN3203)
GEN4340	Innovation et transfert technologique (3 cr.)
STI0501	Stage industriel I (1 cr.)
STI0502	Stage industriel II (1 cr.)
STI0503	Stage industriel III (1 cr.)

\* : Disponible à distance

### Règlements pédagogiques :

Les cours obligatoires doivent être suivis selon une séquence correspondant au plan de formation du programme, à moins d'obtenir une autorisation du directeur de Module.

Pour s'inscrire aux cours GEN0001 Atelier : gestion et planification des projets I ou GEN0002 Atelier : gestion et planification des projets II, l'étudiant doit avoir obtenu une moyenne cumulative minimale de 2,3 sur 4,3.

Pour s'inscrire aux cours GEN4045 Sujets spéciaux I ou GEN4048 Sujets spéciaux IV, l'étudiant doit avoir réussi 90 crédits du programme du baccalauréat en génie électrique.

Pour s'inscrire au cours GEN4337 Commande des procédés, l'étudiant doit avoir réussi 70 crédits du programme.

Pour s'inscrire au cours GEN4332 Production d'énergie électrique, l'étudiant doit avoir réussi 90 crédits du programme.

Pour s'inscrire au cours GEN4340 Innovation et transfert technologique, l'étudiant doit avoir réussi 70 crédits du programme.

Pour s'inscrire au cours GEN4402 Projet d'études en ingénierie et GEN4403 Conception en ingénierie I, l'étudiant doit avoir réussi 70 crédits du baccalauréat en génie électrique.

Pour s'inscrire aux cours GEN4404 Projet appliqué de fin d'études et GEN4401 Conception en ingénierie II, l'étudiant doit avoir réussi 100 crédits du baccalauréat.

Pour s'inscrire à un stage industriel, l'étudiant doit avoir complété un certain nombre

de crédits du programme de baccalauréat en génie électrique : 26 crédits pour s'inscrire à STI0501 Stage industriel I; 52 crédits pour s'inscrire à STI0502 Stage industriel II; 78 crédits pour s'inscrire à STI0503 Stage industriel III et, dans tous les cas, avoir obtenu une moyenne cumulative minimale de 2,3 sur 4,3.

### NOTES :

L'étudiant peut opter pour un stage industriel (STI0501, STI0502, STI0503) au trimestre d'été comme cours au choix.

**GEN0001****Atelier : gestion et planification des projets I**

**Objectifs :** Initier les étudiants aux techniques de planification et de gestion de projet.

**Contenu :** Introduction à la planification et horaire de projet : définitions et discussions; techniques traditionnelles de planification de projet; programmation; identification des tâches et des responsabilités, cédule du projet (PERT-CPM); ressources du projet; budget financier du projet. Introduction à la gestion du projet : élaboration du plan global; gestion du progrès technique du projet; contrôle du projet; contrôle de la durée du projet.

**GEN0002****Atelier : gestion et planification des projets II**

**Objectifs :** Amener les étudiants à approfondir des techniques de planification et de gestion de projet.

**Contenu :** Gestion de projet. Planification et horaire de projet : définitions et discussions; techniques traditionnelles de planification de projet; programmation; identification des tâches et des responsabilités, cédule du projet (PERT-CPM); multiprojets, rapports au management. Planification des ressources du projet : relations temps-coûts et durée du chemin critique; ressources du projet; budget financier du projet; multiprojets; rapports au management. Gestion du projet : élaboration du plan global; contrôle du progrès technique du projet; contrôle du coût du projet; contrôle de la durée du projet; multiprojets; rapports au management.

**GEN0009****Atelier : santé et sécurité au travail**

**Objectifs :** Identifier les principales lois, normes et organismes reliés à la SST. Porter un jugement critique sur les structures en place. Contribuer à l'application des principales lois, règlements et normes dans son milieu de travail. Sensibiliser à l'impact des accidents de travail et à l'importance d'une législation dans ce domaine. Développer une approche préventive.

**Contenu :****GEN0215****Analyse numérique**

**Objectifs :** Acquérir des notions d'analyse numérique.

**Contenu :** Arithmétique des calculateurs. Analyse d'erreurs dans les opérations élémentaires. Chiffres significatifs exacts. Équations non-linéaires, méthodes de points fixes et de Newton, ordre de convergence. Systèmes linéaires, factorisation LU, conditionnement et amélioration itérative. Systèmes non-linéaires. Polynôme d'interpolation et splines. Différentiation et intégration numérique. Résolution numérique d'équations

différentielles, méthodes de Runge-Kutta et de prédiction-corrrection.

**GEN1000****Champs électromagnétiques**

**Objectifs :** Acquérir un complément de formation dans les domaines suivants de la physique : l'électricité, le magnétisme et l'électromagnétisme, appliqués à l'ingénierie moderne. Être en mesure d'expliquer la nature, la définition et la dynamique des champs électriques et magnétiques observés dans des conditions statiques, comprendre les expériences qui révèlent l'origine de ces champs et expliquer leur interaction avec la matière. Être capable d'expliquer les phénomènes électromagnétiques utilisés dans différents domaines d'application tels que la génération, la transformation et le transport d'énergie électromagnétique; le comportement des matériaux dans les champs électromagnétiques; le fonctionnement des appareils modernes tels que lasers, antennes, etc. Appliquer une démarche systématique de résolution de problèmes dans des situations d'ingénierie nécessitant l'application des lois de la physique de l'électromagnétique et des outils mathématiques correspondants. Construire un modèle d'un dispositif électromagnétique en tenant compte des effets de la géométrie, des matériaux et des champs.

**Contenu :** Champs électrostatiques, magnéto-statiques et dynamiques; lois de Coulomb, Gauss, Biot-Savart, Ampère, Lenz, Faraday; les équations de Poisson et de Laplace; milieux diélectriques conducteurs, magnétiques; forces; conditions aux frontières; équations de Maxwell, ondes électromagnétiques dans le milieu diélectrique, applications modernes en ingénierie.

**GEN1004****Équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles**

**Objectifs :** Résoudre de façon analytique les équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles. Modéliser par des équations différentielles des situations concrètes. Distinguer et utiliser les méthodes de solutions les plus courantes.

**Contenu :** Introduction aux équations différentielles ordinaires (EDO) et aux dérivées partielles (EDP); champs de directions, classification et application. Équations différentielles d'ordre 1 : équations à variables séparables, exactes (facteur intégrant), linéaire et de Bernoulli. Équations différentielles d'ordre supérieur : solutions fondamentales, équations homogènes à coefficients constants, équations d'Euler-Cauchy, équations non-homogène, oscillations libres et forcées. Systèmes d'équations différentielles : lien avec les équations d'ordre supérieur, systèmes linéaires d'ordre homogènes et non-homogènes, systèmes non linéaires, linéarisation et stabilité. Transformée de Laplace : équations différentielles linéaires non-homogènes avec membre de droite continu ou discontinu. Classification des

équations aux dérivées partielles, équation de la chaleur pour une tige, équation d'onde pour une corde et une membrane vibrante, équation de Laplace et résolution du problème de Dirichlet pour un rectangle et un cercle, conditions aux frontières homogènes et non-homogènes, séries de Fourier.

**GEN1005****Calcul I**

**Objectifs :** Favoriser un arrimage harmonieux entre la formation mathématique acquise au collégial et les exigences de l'École. Comprendre l'importance, en regard des applications, de l'approximation de fonctions par des expressions n'impliquant que des opérations élémentaires (séries). Connaître les concepts fondamentaux relatifs aux fonctions à valeurs réelles mais qui dépendent de plusieurs variables réelles, ainsi qu'à leurs dérivées.

**Contenu :** Séries et approximations d'une fonction à une variable, polynôme et série de Taylor, erreur d'approximation, critères de convergence. Nombres complexes : arithmétique des nombres complexes, représentation dans le plan complexe, formes polaire et d'Euler. Fonctions de plusieurs variables : représentation de fonctions, courbes et surfaces de niveau, dérivées partielles, différentielle, gradient et dérivée directionnelle, dérivation en chaîne, polynôme de Taylor à plusieurs variables. Optimisation : extremums sans contrainte, méthode du gradient, extremums avec contrainte d'égalité ou d'inégalité, multiplicateur de Lagrange.

**GEN1007****Calcul II**

**Objectifs :** Étendre (aux fonctions de deux et trois variables) le concept et les propriétés de l'intégrale d'une fonction d'une seule variable. Comprendre comment les courbes et les surfaces peuvent être paramétrées. Connaître la notion et l'utilité pour le génie des champs vectoriels. Connaître les notions de l'intégrale curviligne et des intégrales de flux à travers différentes surfaces. Comprendre la relation entre des intégrales de flux et d'autres intégrales.

**Contenu :** Intégrales multiples. Systèmes de coordonnées. Changements de variables. Courbes et surfaces paramétrées. Intégrales curvilignes : travail et circulation. Champs vectoriels gradients et champs conservatifs. Théorème de Green. Intégrales de surface et de flux pour les graphes, cylindres, sphères et surfaces paramétrées. Divergence et théorème de divergence. Rotationnel et théorème de Stokes.

**GEN1100****Introduction au génie et aux projets d'ingénierie**

**Objectifs :** Amener les étudiants à découvrir en quoi consiste le travail de l'ingénieur : ses réalisations, son profil de carrière, la façon dont il est perçu dans la société, les exigences de sa formation universitaire, les spécialités,

etc. et à les amener à confirmer leur choix de carrière. Dans le cadre de la réalisation d'un miniprojet d'ingénierie en équipe, leur permettre d'appliquer la méthode utilisée par les ingénieurs lors de la réalisation de projet d'ingénierie de même que les principes du travail en équipe efficace et les principes reconnus de la rédaction technique et d'une présentation orale.

**Contenu :** La profession d'ingénieur : nature du travail, types de réalisations, carrières, spécialités, nature de la formation universitaire, recherche de pointe. Réalisation d'un miniprojet : formulation du problème, recherche de solutions, étude de praticabilité, étude de praticabilité, étude préliminaire et prise de décision. Travail en équipe et tenue de réunions efficaces. Planification et rédaction d'un rapport technique. Exposés.

**GEN1135****Principes de télécommunications**

**Objectifs :** Acquérir les connaissances mathématiques générales permettant l'étude de tout système de communication moderne.

**Contenu :** Étude des différentes modulations analogiques et numériques. Relation entre la largeur de bande du signal à transmettre et la largeur de bande du signal modulé, taux de modulation, influence du rapport signal à bruit sur la démodulation, etc. Démodulation cohérente ou non, présentation des phaseurs, modélisation mathématique et représentation spatiale des différentes techniques de modulation.

**GEN1137****Circuits passifs micro-ondes**

**Objectifs :** Cours : Permettre à l'étudiant de se familiariser avec la théorie et les techniques principales d'hyperfréquences (électroniques micro-ondes et radiofréquences de megahertz à gigahertz) dans diverses applications. Les notions et les concepts de base présentés dans le cours lui permettront ultérieurement de faire l'analyse, le développement, la conception et la mesure de circuits radiofréquences et micro-ondes en technologies guide d'onde et planaire M(H)MICs. Ce cours vise essentiellement les circuits passifs et linéaires. Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure d'exécuter les tâches de synthèse et de design de circuits passifs et sera capable de faire la réalisation et la mesure de ces circuits passifs. Laboratoires : Permettre à l'étudiant de développer une connaissance pratique des circuits radiofréquences et micro-ondes en termes de caractéristiques électriques. En particulier, les laboratoires permettent à l'étudiant de renforcer les théories, les concepts et les techniques de design acquises dans la partie magistrale du cours. De plus, les laboratoires ont été conçus pour la synthèse et la réalisation des sujets enseignés dans le cours. À la fin des laboratoires, l'étudiant sera en mesure de manipuler les instruments de mesure

pour caractériser les circuits conçus et réalisés.

**Contenu** : Lignes de transmission incluant lignes micro-rubans et coplanaires. Paramètres S. Éléments localisés et distribués; circuits passifs; circuits imprimés; représentation de circuits radiofréquences et micro-ondes; atténuation et déphasage; théorie et conception de coupleurs hybrides et directifs; modes pairs/impairs; diviseurs/combineurs de puissance Wilkinson; T-magique; synthèse et conception du réseau micro-ondes; prototype de filtre et résonateur; lignes et sections couplées; perte d'insertion; filtres (de type Butterworth, Chebyshev et elliptique; filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande et filtre coupe-bande), K-/J-inverseurs; conception assistée par ordinateur (CAO); mesure et caractérisation des coupleurs directifs et filtres et circuits linéaires.

### GEN1138

#### Transmission numérique

**Objectifs** : Initier l'étudiant aux principes et aux techniques de transmissions numériques modernes et à l'analyse de leurs performances dans des canaux bruités. L'étude porte sur les techniques de transmissions numériques en bande de base ainsi que sur les principales techniques de modulations numériques avec onde porteuse. Des notions de capacité, d'efficacité spectrale et de codage correcteur d'erreur permettront à l'étudiant de se familiariser avec les techniques modernes de transmissions numériques en présence de bruit et des interférences présentes dans le canal.

**Contenu** : Transmission numérique en bande de base. Détection optimale en présence de bruit, récepteur à corrélation et à filtre adapté. Modulations PCM, DPCM, DELTA, réponse partielle. Interférences entre symboles. Codage de ligne. Techniques de modulations numériques avec onde porteuse, performances en présence de bruit des récepteurs cohérents et non cohérents. Éléments de synchronisation. Notions de capacité.

### GEN1139

#### Systèmes de communication

**Objectifs** : Cours : Il a pour objectif principal l'acquisition de connaissances relatives aux systèmes de communications par faisceaux hertziens et aux systèmes de communications par satellites. À la fin du cours, l'étudiant devrait : comprendre la problématique associée à la propagation d'ondes dans le contexte d'un lien de communications par faisceaux hertziens; savoir comment évaluer la performance d'un système de communications; être en mesure de déterminer le schéma bloc et les caractéristiques globales d'un lien de communications point à point par faisceaux hertziens, ainsi que d'identifier le rôle et les caractéristiques de chaque élément de ce lien, et comprendre la problématique générale des réseaux satellitaires et connaître les caractéristiques des principaux éléments qui les composent. Travaux pratiques :

Ils permettront à l'étudiant d'appliquer des connaissances théoriques étudiées en classe de façon à bien comprendre leur signification physique ainsi que l'environnement technique dans lequel elles sont appliquées. À la fin des travaux pratiques, l'étudiant devrait : comprendre comment planifier la réalisation de liens hertziens dans un système de communications, et comprendre la problématique associée à la réalisation d'une liaison satellitaire.

**Contenu** : Revue des équations de Maxwell et des lois de Fresnel, propagation libre et guidée, influence de la surface terrestre sur la propagation des ondes, phénomènes de bruit dans les systèmes de communications. Analyse de performances des systèmes de communications : critères d'évaluation de la qualité de transmission des systèmes de communications, techniques de conversion analogique-numérique de la voix. Systèmes de communications point à point par faisceaux hertziens : principes de base et classification des liaisons hertziennes, hiérarchie des multiplex fréquentiels et temporels, tracé et calcul du dégagement des liaisons en vue directe, performance et fiabilité. Systèmes de communications par satellites : introduction et historique, orbographie de base des satellites, problèmes de propagation et équation de base du bilan de liaison, méthodes d'accès au canal satellite.

### GEN1140

#### Transmission de données et réseau de communication numérique

**Objectifs** : Cours : Donner les bases des techniques et de l'évolution prévue des réseaux de transmission de données. Faire comprendre le fonctionnement ainsi que la problématique de la gestion et de l'évaluation de la performance des réseaux de transmission de données. Amener l'étudiant à porter un jugement sur les choix des technologies, protocoles, architectures et normes reliés aux réseaux de transmission de données. Laboratoires : Leur objectif est de permettre à l'étudiant de mettre en pratique les connaissances théoriques apprises dans le cours. Grâce aux laboratoires l'étudiant aura : mis en place un réseau de transmission de données; appris le fonctionnement d'un logiciel standard pour faire l'évaluation de la performance de réseaux; compris les difficultés de l'évaluation de la performance de réseaux et saisi les choix de fonctionnement des réseaux.

**Contenu** : Réseaux de transmission de données : réseaux téléphoniques, Internet et ATM (Asynchronous Transfer Mode). Classification et normalisation. Rappel du modèle OSI et du modèle TCP/IP. Méthodes de commutation et de multiplexage. Algorithmes et protocoles pour le routage, l'adressage et le contrôle de la congestion. Modèles de performance de réseaux. Mesures de qualité de service. Problématique et technologies pour les réseaux à large bande. Téléphonie IP. Sujets spéciaux.

### GEN1141

#### Télécommunications mobiles

**Objectifs** : Cours : Il a pour objectif principal l'acquisition de connaissances relatives aux systèmes de télécommunications mobiles. À la fin du cours, l'étudiant devrait : connaître et comprendre les différentes méthodes d'accès et les techniques de modulation utilisées dans ces systèmes; savoir caractériser un canal radio-mobile; comprendre les principes sous-jacents aux systèmes cellulaires, et connaître quelques normes couramment employées en Amérique du Nord et en Europe. Travaux pratiques : Ils permettront à l'étudiant d'appliquer des connaissances théoriques étudiées en classe de façon à bien comprendre leur signification physique ainsi que l'environnement technique dans lequel elles sont appliquées. À la fin des travaux pratiques, l'étudiant devrait : comprendre l'incidence des modes de propagation des ondes radio dans un système de communications comportant des mobiles; comprendre la problématique associée à la réalisation d'un système de communications cellulaire.

**Contenu** : Introduction. Historique. Présentation des différents types de systèmes de télécommunications mobiles. Méthodes d'accès : accès par canaux individuels à bande étroite, systèmes à spectre étalé. Caractéristiques du canal radio-mobile : modes généraux de propagation des ondes radio, caractéristiques multi-trajets de la propagation en radio-mobile. Principes des radios cellulaires : géométrie des cellules, facteur de réutilisation des fréquences, relève entre les cellules, procédure de design d'un système cellulaire. Modulations numériques en radio-mobile, réception et égalisation. Systèmes nord-américains et européens. Systèmes à commutation de paquets par radio.

### GEN2101

#### L'ingénieur et la société II

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant de se sensibiliser à ses devoirs envers sa profession, ses collègues et la société.

**Contenu** : L'environnement. Comment il est affecté par la technologie (introduction).

### GEN1302

#### Engagement social

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant de se sensibiliser à ses devoirs envers sa profession, ses collègues et la société.

**Contenu** : L'engagement social. Suite à une première réflexion sur l'engagement social, les étudiants seront invités 30 heures/étudiant de leur temps dans un projet en milieu : association étudiante; tuteur d'étudiants collégiens en mathématiques et en physique; dépannage chez les organismes qui interviennent auprès des personnes ayant un handicap physique (ergonomie); organisation d'activités avec l'Ordre des ingénieurs de

l'Abitibi-Témiscamingue; (bénévolat dans le milieu) etc. Les projets doivent être approuvés par le directeur du Module de l'École de génie.

### GEN1401

#### L'ingénieur et la société IV

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant de se sensibiliser à ses devoirs envers sa profession, ses collègues et la société.

**Contenu** : Déontologie (suite). La loi et l'ingénieur; la pratique du génie, adhésion à l'Ordre des ingénieurs du Québec, etc.

### GEN2192

#### Analyse économique en ingénierie

**Objectifs** : Initier les étudiants aux concepts fondamentaux d'analyse économique, aux techniques d'analyses d'états financiers et de rentabilité de projet et aux pratiques de prise de décision. À la fin de ce cours, l'étudiant aura des notions suffisantes en faisabilité financière de projet pour faire une première évaluation financière de son projet à l'étude dans le cadre du cours « GEN4404 Projet appliqué de fin d'étude » si cela est requis.

**Contenu** : États financiers : le bilan et l'état des résultats. Analyse des états financiers. Analyse du seuil de rentabilité : coûts, revenus et profits. Intérêt et relations temps-argent. Méthode de comparaison et de sélection de projets. Valeurs et amortissement. Analyse de rentabilité après impôts.

### GEN2210

#### Statique

**Objectifs** : Rendre capable de calculer les composantes vectorielles des forces générées dans les membrures d'une structure à l'équilibre et de déterminer les centres de gravité et les moments d'inertie.

**Contenu** : Forces, couples, systèmes équivalents et équilibre dans le plan et dans l'espace. Applications aux fermes et charpentes de machines. Frottement sec. Centroïde et centres de gravité de corps composés. Moments et produit d'inertie de corps composés. Moments et axes principaux. Cerce de Mohr.

### GEN2231

#### Électrotechnique

**Objectifs** : Développer chez l'étudiant un esprit pointu d'analyse et de synthèse nécessaire, lui permettant non seulement de comprendre les principes physiques qui sont à la base du fonctionnement des appareillages et transformateurs, mais également de pouvoir les vérifier à partir des essais et des mesures lors des séances de laboratoire.

**Contenu** : Outils et concepts d'analyse des installations électriques : vecteurs, complexes et phaseurs, caractéristiques des signaux en régime permanent périodique, série de Fourier, charges linéaires et non linéaires, Puissance active, réactives et apparentes d'une installation en régime non linéaire. Analyse des circuits monophasés en

régime permanent sinusoïdale : méthode d'analyse en série et en parallèle, puissance active, puissance apparente, puissance réactive, mesure de puissance, résonances série et parallèle, compensation de facteur de puissance, théorème de Boucherot, montages en filtres des circuits RLC. Circuits triphasés équilibrés : méthode d'analyse, différents couplages, circuit monophasé équivalent, évaluation des puissances, compensation du facteur de puissance, théorème de Boucherot en triphasé. Circuit triphasés déséquilibrés : méthode d'analyse et évaluations des puissances composantes symétriques. Circuit magnétique : inductance, réductance, circuits couplés. Transformateurs monophasés et triphasés. Présentation d'un réseau électrique : modèle unifilaire, conversion en pu, calcul des courants de court-circuit.

## GEN2250

### Communication graphique

**Objectifs :** Faire connaître les méthodes de communication graphique utilisées dans l'industrie par toute personne impliquée dans la préparation et la réalisation d'un projet. Acquérir la capacité de s'exprimer et de communiquer graphiquement selon les normes et conventions établies, principalement en faisant un usage adéquat des normes canadiennes (ACNOR) de dessin technique. Développer la capacité de communiquer et de s'exprimer graphiquement par la méthode du croquis (à main levée) et à l'aide d'un logiciel reconnu, tel AutoCAD. Analyser et maîtriser le principe de la projection orthogonale. Développer la visualisation spatiale (3D) afin de pouvoir interpréter les plans correctement. Être en mesure de localiser, d'analyser et d'interpréter les informations lors de la lecture de plans.

**Contenu :** Écriture normalisée. Nature et calibre des traits, convention des lignes cachées, priorité des lignes, introduction à la projection orthogonale et à la représentation isométrique. Technique du croquis (dessin à main levée). Théorie sur la projection orthogonale et représentation isométrique des surfaces planes. Théorie sur la projection des surfaces de révolution, cas particuliers d'intersections et de tangence, représentation isométrique. Théorie sur la représentation des congés et arrondis, surfaces brutes, surfaces usinées, arêtes et contours fictifs. Introduction aux différentes techniques de coupe: conventions et hachures, coupe complète. Théorie sur les différentes techniques de coupe: coupes à plans parallèles, coupe à plans sécants, conventions régissant les coupes de nervures, sections rabattues, sections sorties, coupes locales, demi-coupes, vues partielles et intersections, brisures conventionnelles. Théorie sur les conventions de cotation. Théorie sur la codification et la représentation conventionnelle des filetages intérieurs et extérieurs. Théorie sur les dessins d'assemblage. Théorie sur les vues auxiliaires du premier degré. Logiciel AutoCAD.

## GEN3111

### Électronique

**Objectifs :** Connaître les caractéristiques des composantes électroniques de base et les utiliser dans des circuits simples. Acquérir la capacité à résoudre un problème électronique à l'aide des sciences de l'ingénieur. Être capable de concevoir des circuits électroniques analogiques et numériques simples; connaître les différentes familles de composants et de circuits électroniques; être en mesure d'interpréter les spécifications des manufacturiers pour choisir les composants appropriés.

**Contenu :** Diodes idéales et réelles, transistors bipolaire et à effet de champ : caractéristiques, modèles, analyse graphique, circuits de base analogiques et digitaux, applications. Amplificateurs à plusieurs étages. Amplificateur opérationnel. Amplificateurs de puissance. Oscillateurs.

## GEN3203

### Circuits logiques

**Objectifs :** Acquérir les bases essentielles à l'analyse, la conception et la réalisation des systèmes numériques et des automatismes industriels.

**Contenu :** Algèbre de Boole : algèbre logique, théorème de Morgan, fonctions et circuits logiques de base. Logigramme. Table de Carnaugh, circuits automatiques de décodage. Logique séquentielle : registre et séquenceurs. Automates programmables industriels.

## GEN3204

### Circuits électriques

**Objectifs :** Acquérir les bases essentielles à l'élaboration, l'analyse et la simulation des circuits électriques et électroniques.

**Contenu :** Concepts fondamentaux : résistance, inductance, capacité, sources dépendantes et indépendantes, sources contrôlées. Lois de Kirchoff, technique d'analyse des circuits : méthodes des noeuds, des mailles et de superposition. Analyse des circuits électriques dans les domaines de fréquentiels. Étude des quadripôles.

## GEN3205

### Réalisations et mesures électriques

**Objectifs :** Développer des habiletés dans l'utilisation sécuritaire des équipements de mesure et d'essais en génie électrique (électricité, électronique et en télécommunication). Initier l'étudiant à la planification, l'analyse et la réalisation des montages et mini-projets en génie électrique (électricité, électronique et en télécommunication).

**Contenu :** Synoptique des appareils d'essais et de mesure en génie électrique (électricité, électronique et télécommunication) et domaines d'application. Principe de fonctionnement et utilisation des principaux appareils de mesure en génie électrique. Réalisation de maquettes

fonctionnelles de circuits électriques, à partir de schémas. Fabrication de circuits imprimés simples. Sécurité en laboratoire.

## GEN3250

### Probabilités et statistiques

**Objectifs :** Acquérir des notions en probabilités et en statistiques en vue de leur application aux problèmes d'ingénierie.

**Contenu :** Notions de probabilités : axiomes, probabilité conditionnelle, règle de Bayes, analyse combinatoire. Variables aléatoires : fonctions de répartition de masse et de densité, espérance et variance. Lois de probabilités usuelles : de Bernoulli, binomiale, géométrique, de Poisson, hypergéométrique uniforme, exponentielle, Gamma, normale de Weibull et de Cauchy. Statistique descriptive : diagrammes, logiciel de base. Distribution d'échantillonnage : estimation, erreur quadratique moyenne, intervalles de confiance, limites de tolérances. Test d'hypothèses : test paramétriques et test d'ajustement. Régression simple. Planification d'expériences, contrôle de la qualité, gestion du risque et simulation numérique.

## GEN3307

### Informatique I

**Objectifs :** Acquérir les notions fondamentales de l'informatique.

**Contenu :** L'environnement informatique local : ordinateur et périphériques, système d'exploitation, langage de programmation C. Méthodologie de la programmation : programmation structurée, affinement progressif, algorithme. Rédaction de rapports de programmes. Techniques informatiques : modes de traitement, structures de données, fiches et fichiers.

## GEN3321

### Systèmes asservis

**Objectifs :** Développer chez l'étudiant un esprit pointu d'analyse et de synthèse nécessaire dans la conception et dans la réalisation des systèmes asservis réels, fiables, et précis, par une approche pédagogique à la fois théorique et pratique. Connaître les définitions, le vocabulaire, les concepts et les formalismes propres à la commande des systèmes linéaires; comprendre la structure et le fonctionnement d'une commande en boucle fermée ainsi que les concepts d'analyse d'un système asservi linéaire; maîtriser les méthodes de modélisation, d'analyse (temporelle et fréquentielle), d'étude de la stabilité d'un système linéaire invariant et être capable à partir des spécifications d'un cahier de charges de faire le design de contrôleurs (PI, PID, avance de phase, etc.). Développer chez l'étudiant la capacité d'élaborer un programme de simulation numérique et de l'intégrer dans la résolution d'un problème d'analyse des systèmes asservis. Être en mesure de réaliser l'asservissement de quelques systèmes électromécaniques.

**Contenu :** Transformation de Laplace. Théorème de la valeur finale et initiale. Modélisation mathématique des systèmes physiques : électriques, mécaniques, hydrauliques, thermiques, et électromécaniques. Fonction de transfert, diagrammes blocs, règle de Masson. Réponses temporelles des systèmes de premier et deuxième ordre; effet du retard. Performances d'un système asservi. Boucle de régulation. Lieu des racines. Critère de stabilité de Routh-Hurwitz. Critère du revers. Réponses fréquentielles. Marge de gain et marge de phase. Critère de stabilité de Nyquist et de Bode. Abaques. Techniques de régulation industrielle (P, PI et PID, placement de pôles, avance de phase, retard de phase). Conception et simulation par Matlab/Simulink d'une régulation de vitesse et d'un asservissement de position de systèmes entraînés par une machine CC. Asservissement des systèmes industriels.

## GEN3420

### Logiciels de simulation

**Objectifs :** Acquérir de bonnes connaissances de base sur plusieurs logiciels de simulation, qui pourront servir dans plusieurs cours futurs et dans tous genres d'applications. En plus de posséder une connaissance des techniques de simulation et d'analyse de résultats, acquérir les principes de base des logiciels les plus utilisés en ingénierie.

**Contenu :** Éléments et principes de base de la simulation. Logiciels Matlab, Simulink et différents Toolbox. Logiciels Electronics Workbench et Spice. Logiciel Automation Studio. L'étude de ces différents logiciels devra être effectuée à travers des exemples pratiques liés aux différentes applications du génie.

## GEN3500

### Ondes électromagnétiques

**Objectifs :** Acquérir un complément de formation dans le domaine suivant de la physique : propagation des ondes électromagnétiques et plus particulièrement les ondes planes uniformes selon les équations de Maxwell. Le cours permettra à l'étudiant de comprendre et d'expliquer la nature des ondes électromagnétiques (vibration dynamique des champs électriques et magnétiques) et leur interaction avec la matière. Comprendre les phénomènes de propagation des ondes électromagnétiques et leur transmission. Appliquer la matière à la résolution de problèmes dans les situations d'ingénierie nécessitant l'utilisation des équations qui relèvent des lois de l'électromagnétisme et des outils mathématiques correspondants, en se servant de construction de modèles de dispositifs électromagnétiques à l'aide des effets de géométrie, des matériaux et des champs.

**Contenu :** Propagation libre et guidée des ondes électromagnétiques. Lignes de transmission : solutions dans les domaines temporel et fréquentiel, adaptation d'impédance, abaque de Smith. Ondes planes : équations de

Maxwell, ondes planes uniformes, réflexions et transmissions à l'interface de deux milieux, polarisation, effet de peau, effet Doppler, dipôle de Hertz. Antennes : formule de Friis. Guides d'ondes : équation de Helmholtz, modes TE, TM et TEM dans les guides métalliques, fréquence de coupure, guides diélectriques et fibres optiques.

### GEN3610

#### Conception des filtres analogiques

**Objectifs** : Analyser des filtres actifs et passifs RC ainsi que les filtres simples à commutation de capacités. Concevoir et réaliser des filtres analogiques stables de différents types selon des spécifications données.

**Contenu** : Propriétés des quadripôles. Stabilité. Classification, caractéristiques, propriétés et méthodes d'analyse des filtres analogiques. Approximations de Butterworth, de Tchebyscheff, de Bessel, etc. Transformations et transpositions. Circuits actifs de base : amplificateurs, intégrateurs, sources contrôlées, inductances synthétiques, RNDP, biquads, etc. Sensibilité et fiabilité. Méthodes de synthèse et de conception des filtres passifs et actifs. Réalisations en échelle, en cascade, etc. Filtres d'ordres élevés. Éléments d'analyse et de conception des filtres à commutation de capacités.

### GEN4045

#### Sujets spéciaux I (0 crédits du programme doivent être réussis)

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant d'acquérir des connaissances et de développer des habiletés en relation avec un thème ou un sujet d'étude en ingénierie correspondant à ses besoins de formation.

**Contenu** : Contenu variable selon les besoins des étudiants et l'expertise professorale disponible.

### GEN4048

#### Sujets spéciaux IV (0 crédits du programme doivent être réussis)

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant d'acquérir des connaissances et de développer des habiletés en relation avec un thème ou un sujet d'étude en ingénierie correspondant à ses besoins de formation.

**Contenu** : Contenu variable selon les besoins des étudiants et l'expertise professorale disponible.

### GEN4110

#### Chimie pour ingénieurs

**Objectifs** : Acquérir les notions fondamentales de la chimie applicables en ingénierie.

**Contenu** : Tableau périodique et liaison chimique. États de la matière cinétique de réaction. Équilibre en solution aqueuse. Electrochimie. Chimie de l'environnement. Hydrocarbures, polymères et fonctions dérivées.

### GEN4130

#### Instrumentation industrielle

**Objectifs** : Acquérir des notions

fondamentales de l'instrumentation industrielle à des fins de commande.

**Contenu** : Principes d'instrumentation. Chaîne de mesure. Capteurs actifs et passifs. Grandeurs d'influence. Sources d'erreurs. Caractéristiques métrologiques. Caractéristiques dynamiques des systèmes. Étalonnage. Conditionneurs pour capteurs passifs. Capteurs de déplacement, vitesse, accélération et force. Jauges de déformation, pont de Wheatstone et capteurs à base de jauges. Capteurs de température, pression et débit. Conditionneurs de signal, amplificateurs et filtres. Appareils d'enregistrement et de mesure. Systèmes d'acquisition de données.

### GEN4212

#### Commandes optimales et adaptatives

**Objectifs** : Développer chez l'étudiant un esprit pointu d'analyse et de synthèse nécessaire dans la conception et dans la réalisation des systèmes de commandes optimales et adaptatives, par une approche pédagogique à la fois théorique et pratique. Au niveau du cours théorique : Connaître les définitions, le vocabulaire, les concepts et les formalismes propres à la commande optimale, comprendre l'optimisation des systèmes linéaires, connaître le régulateur de Kalman et ses avantages, connaître la structure et le fonctionnement de la commande adaptative (commande adaptative auto-réglable et commande adaptative avec modèle de référence) et comprendre les méthodes de Lyapunov et leur importance dans la stabilité des systèmes avec la commande adaptative. Au niveau du projet : Développer chez l'étudiant la capacité d'élaborer un programme de simulation numérique et de l'intégrer dans la résolution d'un problème de commande optimale ou adaptative, être capable d'appliquer la théorie de la commande optimale et adaptative à un problème réel en utilisant les logiciels disponibles au laboratoire et pouvoir présenter un rapport clair et pertinent sur le projet.

**Contenu** : Théorie de la commande optimale pour les systèmes linéaires : optimisation des systèmes linéaires ; régulateur de Kalman – observateur – théorème de séparation ; équation de Riccati ; algorithmes de calcul : résolution de l'équation de Riccati. Commande adaptative : régulateur auto-ajustable ; commande adaptative avec modèle de référence ; les méthodes de Lyapunov ; fonctions de Lyapunov pour les systèmes linéaires à paramètres invariants.

### GEN4220

#### Électronique industrielle

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les différentes structures de puissance couramment rencontrées dans la conversion de l'énergie dans l'industrie (convertisseurs de courant à diodes et thyristors, hacheurs en série et en parallèle, onduleurs autonomes, etc.). Apprendre à concevoir et réaliser les circuits de puissance, de commande et de réglage

des convertisseurs par une approche analytique et pratique. Se familiariser aux applications de l'électronique industrielle dans le contrôle des machines électriques.

**Contenu** : Rappels des séries de Fourier et applications dans l'analyse des signaux en électronique de puissance. Transformateurs d'isolement des structures de puissances et de commande. Analyse et protection des composantes de puissance (diodes, transistors et thyristors) en commutation. Convertisseurs polyphasés de courant à commutation naturelle et forcée. Hacheurs dévolteurs et survolteurs. Onduleurs monophasés et triphasés. Circuits de commande et de protection des hacheurs dévolteurs. Principe de la commande par largeur d'impulsions (MLI). Introduction à l'entraînement à vitesse variable des machines tournantes. Application des hacheurs à la commande des locomotives du réseau de métro de Montréal.

### GEN4261

#### Automatisation industrielle

**Objectifs** : Connaître les principes de l'automatisation et développer les concepts et les techniques de la commande des systèmes industriels. Ce cours vise à former des personnes capables de résoudre un problème d'automatisation à l'aide des sciences de l'ingénieur. L'étudiant sera en mesure de démontrer l'utilité des automates programmables dans l'automatisation industrielle ; de concevoir des algorithmes d'automatisation de procédés ; de connaître les principes de base des réseaux locaux industriels ; d'implanter et de simuler, à l'aide d'un automate programmable, un programme échelle contrôlant un automatisme ; de déterminer la technologie requise pour la réalisation d'un automatisme industriel ; d'interpréter et de réaliser la conception d'un automatisme à l'aide d'un cahier des charges ; et d'optimiser un automatisme industriel déjà implanté.

**Contenu** : Introduction à l'automatique industrielle et aux automates programmables industriels ; Les interfaces d'entrée/sortie analogiques et numériques. Les senseurs et les éléments d'instrumentation. Spécification et analyse des systèmes de production. Modéliser des automatismes à l'aide des outils tels que la logique combinatoire, les diagrammes en échelle : diagramme des phases, transitions et Huffman. Logique séquentielle. Le GRAFCET un outil de spécification et de commande : GRAFCET Niveau 1 et Niveau 2 ; éléments de base d'un GRAFCET (étapes, transitions, réceptivités, actions, liaisons). Règles d'évolution d'un GRAFCET. Programmation d'un GRAFCET dans un automate programmable industrielle. Le GEMMA : procédures de marches et d'arrêts, et les procédures en défaillance. Exemples industrielles.

### GEN4303

#### Conception des robots industriels

**Objectifs** : Appliquer les techniques modernes de conception des robots

industriels.

**Contenu** : Les outils essentiels permettant l'analyse et la synthèse des sous-systèmes d'un robot industriel typique à savoir : le système mécanique, le système d'entraînement, le système sensoriel et le système de commande. L'évolution de la technologie dans le temps et les constantes empiriques nécessaires à la conception des robots. Les éléments de construction de ceux-ci et leurs modes d'interactions. Réalisation d'un projet.

### GEN4330

#### Électricité du bâtiment

**Objectifs** : Utiliser à bon escient les normes canadiennes touchant les systèmes électriques. Permettre à l'étudiant d'évaluer les systèmes et calculer certaines composantes des réseaux. Choisir l'appareillage électrique des systèmes. Concevoir des installations en regard de la conservation d'énergie et de la tarification.

**Contenu** : Planification des systèmes de distribution, choix du potentiel de distribution et stabilisateur de charges. Calcul de chute de tension et calcul de courant de court-circuit. Appareils de protection, choix et coordination : disjoncteurs, sectionneurs, fusibles et relais. Groupe électrogène d'urgence. Câbles : isolants, conducteurs, propriétés mécaniques. Facteur de puissance. Choix et installation de l'appareillage : transformateurs et condensateurs. Centre de commande des moteurs, panneaux de distribution. Mise à la terre. Code canadien d'électricité.

### GEN4332

#### Production d'énergie électrique (0 crédits du programme doivent être réussis)

**Objectifs** : Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les différentes techniques de production de l'énergie électrique et les équipements associés. Comprendre le fonctionnement d'un groupe turbine/alternateur synchrone et son circuit d'excitation. S'initier aux techniques industrielles de commande puissance/fréquence et de régulation de tension et de vitesse en centrale.

**Contenu** : Caractéristiques des centrales hydrauliques, thermiques, nucléaires, éoliennes et solaires. Étude du groupe turbine/alternateur, angle interne d'un alternateur. Régulation de tension d'un alternateur, rôles des circuits amortisseurs. Étude et asservissement du régulateur de vitesse. Caractéristiques et contrôle du circuit d'excitation d'un alternateur. Contrôle puissance/fréquence d'un groupe turbine/alternateur. Séquences de démarrage et de freinage d'un groupe. Synchronisation d'un groupe au réseau. L'alternateur asynchrone : avantages et inconvénients. Analyse et simulation numérique avec Matlab/Blockset Toolbox et Laboratoires sur équipements didactiques Labvolt. Visite en centrale et exposé d'un ingénieur de production prévus.

**GEN4333****Machines électriques : analyse et applications**

**Objectifs :** Ce cours donne aux étudiants une connaissance des principes qui régissent le fonctionnement des machines usuelles rencontrées en industrie (machine à courant continu, machine asynchrone, etc.). Il décrit les diverses conditions d'utilisation pour chaque type de machine ainsi que les méthodes de dimensionnement et de choix pour des applications industrielles données.

**Contenu :** Transformation d'énergie électromécanique dans les machines tournantes. La machine à courant continu : Constitution et principe de fonctionnement- modèle électrique en moteur et en générateur- Puissance et couple électromagnétique- Applications industrielle- Caractéristique de dimensionnement et choix. Machine asynchrone triphasée : Constitution et principe de fonctionnement- modèle électrique en moteur et en génératrice- Puissance et couple électromagnétique- Applications industrielle- Caractéristique de dimensionnement et choix. Machine synchrone triphasée : Constitution et principe de fonctionnement- modèle électrique en moteur et en génératrice- Puissance et couple électromagnétique- Applications industrielle- Caractéristique de dimensionnement et choix.

**GEN4334****Commande des machines électriques**

**Objectifs :** Développer chez l'étudiant un esprit pointu d'analyse et de synthèse nécessaire, lui permettant non seulement de comprendre les principes physiques qui sont à la base du fonctionnement des appareillages, des machines électriques, des structures de puissance et de régulation automatique mais également de pouvoir les mettre ensemble afin de réaliser les systèmes d'entraînement les plus courants que l'on rencontre dans l'industrie.

**Contenu :** Rappel de la caractéristique couple-vitesse des moteurs à courant continu. Principes généraux d'entraînement des moteurs à courant continu à l'aide des convertisseurs de puissance. Commande dans les quatre quadrants. Identification des paramètres par des essais. Techniques de régulation de vitesse et de courant du moteur à courant continu. Commande des moteurs à courant continu dans les quatre quadrants par hacheurs applications industrielles. Commande des moteurs à courant continu par redresseurs. Commande dans les quatre quadrants et applications industrielles. Rappels des caractéristiques couple-vitesse et choix des machines électriques du moteur asynchrone triphasé. Commande à  $V/f$  constante, commande par gradateurs, commande par variation électronique de la résistance du rotor. Commande du glissement par cascade hypo synchrone, commande par onduleurs. Variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones. Introduction à la commande vectorielle. Principe de réglage du moteur synchrone. Commande du moteur

synchrone par convertisseurs de puissance. Moteur synchrone auto piloté.

**GEN4335****Conception, analyse et exploitation d'un réseau électrique**

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de se familiariser avec les différentes composantes d'un réseau de transport et de distribution de l'énergie électrique. Comprendre les techniques industrielles d'analyse, de transport, de distribution et d'exploitation d'un réseau électrique.

**Contenu :** Planification d'un réseau de transport d'énergie. Modélisation, caractéristiques électriques, choix et réalisation pratique d'une ligne. Composantes d'une ligne de transport et de distribution. Écoulement de puissance. Compensation shunt et série. Stabilité transitoire et dynamique d'un réseau électrique. Calcul des défauts triphasés par la méthode des composantes symétriques. Introduction à la coordination de la protection (relais, disjoncteur, fusibles). Introduction au transport d'énergie en courant continu. Analyse et simulation numérique avec Matlab/Blockset Toolbox et Laboratoires sur équipements didactiques Labvolt.

**GEN4336****Électricité industrielle**

**Objectifs :** S'initier à l'analyse et à la planification des systèmes électriques industriels. Se familiariser avec l'appareillage électrique industriel et l'application des techniques d'analyse des réseaux électriques à des problèmes concrets. Se familiariser avec la distribution électrique et les divers types de relais et de protection.

**Contenu :** Planification d'un système électrique industriel. Sécurité, fiabilité. Composants symétriques. Calcul des courants de défaut. Mesure du facteur de puissance, normes relatives aux condensateurs. Harmoniques et transitoires. Coordination des relais, disjoncteurs et fusibles. Mise à la terre.

**GEN4337****Commande des procédés (0 crédits du programme doivent être réussis)**

**Objectifs :** Former des ingénieurs de contrôle de procédés pour affronter les tâches impliquées dans les industries modernes. Maîtriser le contrôle des procédés industriels afin d'assurer un fonctionnement sûr, fiable et efficace de l'énergie des processus pour faciliter la production des produits de haute pureté commerciale à des taux de production souhaités, tout en satisfaisant les contraintes environnementales sur les émissions et les effluents.

**Contenu :** Modèles des procédés (mono-variables et multi-variables), algorithmes de commande (commande à modèle interne, commande distribuée, commande hiérarchisée, commande multi-variable, etc.), identification des procédés (analyse par fonction de transfert et par modèle interne, techniques d'estimation paramétriques), technologies (structure de commande, commande séquentielle,

servomécanisme et instrumentation, etc.), compensation et réglage des procédés, impact de la réponse inverse et du délai sur la conception de contrôleurs directs. Exemples d'applications industrielles.

**GEN4338****Systèmes logiques programmables**

**Objectifs :** Développer les habiletés nécessaires pour la conception et la réalisation d'applications embarquées, implantées sur un système logique programmable. Maîtriser les applications des systèmes logiques programmables dans les processus industriels.

**Contenu :** Systèmes logiques programmables (PLD, CPLD, FPGA, SoC ou autre). Architecture de systèmes logiques programmables. Programmation d'applications en langage de programmation matériel (VHDL, VERILOG, ou autre). Applications en informatique, en télécommunications, en robotique et/ou en contrôle industriel.

**GEN4340****Innovation et transfert technologique (0 crédits du programme doivent être réussis)**

**Objectifs :** Se sensibiliser aux notions d'innovation individuelle ou d'un groupe, ainsi qu'aux retombées économiques de l'innovation. Réaliser des analyses de cas pour mieux comprendre les défis de gestion de l'innovation à l'échelle d'un individu, d'une équipe, d'une entreprise et d'une nation.

**Contenu :** Le transfert technologique comme moyen de mettre en œuvre l'innovation et la R&D universitaire vers le milieu industriel. L'innovation comme incontournable pour le développement économique et social régional. La trajectoire des innovations. Les processus créateurs. L'innovation ordinaire. L'innovation et la commercialisation. Le transfert de la technologie. Les brevets. Les programmes de soutien à l'innovation.

**GEN4401****Conception en ingénierie II (0 crédits du programme doivent être réussis)**

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant d'approfondir la méthodologie associée à la conception en ingénierie et l'appliquer à un problème concret d'envergure soumis de préférence par l'industrie.

**Contenu :** Rencontre hebdomadaire de 3 heures du professeur avec l'étudiant ou l'équipe d'étudiants pour le suivi et la validation du volet conception en ingénierie (design) lié au Projet appliqué de fin d'études.

**GEN4402****Projet d'études en ingénierie (0 crédits du programme doivent être réussis)**

**Objectifs :** Développer chez l'étudiant l'esprit de synthèse et d'innovation et lui permettre d'appliquer la méthodologie de projet d'ingénierie.

**Contenu :** Le projet vise la solution d'un problème réel académique ou industriel. L'étudiant ou l'équipe doit analyser les aspects techniques du problème soumis; il doit effectuer la conception ou l'implantation d'une solution novatrice qui démontre sa capacité à réaliser un projet d'ingénierie.

**GEN4403****Conception en ingénierie I (0 crédits du programme doivent être réussis)**

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant d'approfondir la méthodologie associée à la conception en ingénierie et l'appliquer à un problème concret.

**Contenu :** Rencontre hebdomadaire de 3 heures du professeur avec l'étudiant ou l'équipe d'étudiants pour le suivi et la validation du volet conception en ingénierie (design) lié au Projet d'études en ingénierie.

**GEN4404****Projet appliqué de fin d'études (0 crédits du programme doivent être réussis)**

**Objectifs :** Développer chez l'étudiant l'esprit de synthèse et d'innovation dans le cadre d'un projet de conception en ingénierie. Développer l'esprit du travail d'équipe et de leadership. Développer les techniques de recherche autonome et l'approfondissement de ses connaissances. Réaliser des projets d'ingénierie d'envergure basés sur les connaissances acquises. Développer des habiletés de communication verbale et écrite.

**Contenu :** L'étudiant doit réaliser un travail de niveau professionnel sur un problème réel suggéré de préférence par l'industrie. Sous la supervision d'un professeur, il doit analyser en profondeur les différents aspects techniques, économiques, sociaux et environnementaux du problème soumis. Le travail de l'étudiant doit inclure la conception et / ou l'implantation d'une solution novatrice faisant la preuve de ses capacités et de son potentiel à réaliser un projet d'ingénierie. Les différentes parties du projet font l'objet d'évaluation, en particulier le rapport de progrès, le rapport final et la présentation orale.

**GEN4431****Commande numérique des systèmes**

**Objectifs :** Se familiariser avec les phénomènes reliés à la quantification, les diverses stratégies de commande numérique des systèmes monovariables, la conception et la réalisation d'une chaîne de commande numérique utilisant un système numérique tel que les microprocesseurs.

**Contenu :** Convertisseurs A/N et N/A; Théorème d'échantillonnage; Aspects pratiques du choix de la période d'échantillonnage; Transformée en Z; Théorème de la valeur finale; Fonction de transfert échantillonnée d'un système hybride; Simulation des systèmes échantillonnés; Réalisation des systèmes de commande échantillonnés; Fonctions de transfert des compensateurs PI, PD et PID;

Conception par la méthode de Ziegler-Nichols; Erreurs en régime permanent; Transformation conforme du plan S au plan Z; Stabilité des systèmes échantillonnés; Conception par imposition des pôles; Conception des compensateurs en Cascade; Conception par annulation pôles-zéros; Conception par imposition d'un modèle de référence; Suivi de trajectoires; Compensateurs polynomiaux; Étude de la stabilité à l'aide du critère de Jury. Applications sur des systèmes numériques : microprocesseurs, DSP, microcontrôleurs, automates programmables. Architecture, Interface, Programmation.

### INF3215

#### Microprocesseurs I

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de s'initier aux principes de fonctionnement des microprocesseurs et leur application.

**Contenu :** Architecture des microprocesseurs. Aspects matériels d'un système micro-ordiné en configuration minimale : éléments constitutifs (microprocesseur, mémoires morte et vive, ports d'entrée et de sortie), circuits d'adressage matériel, base de temps. Programmation en langage machine et assembleur. Méthodes et concepts avancés de programmation. Code à position indépendante, réentrance, relocalisation, macroassemblage, interruptions matérielles et logicielles, interfaces parallèles et sérielles. Programmation en langage assembleur en utilisant des cross-assembleurs. Logiciels d'intégration : moniteurs BIOS, démarreurs des systèmes d'exploitation. Différents types de microprocesseurs sont utilisés comme base d'études.

### MEC2209

#### Thermodynamique

**Objectifs :** Maîtriser les concepts fondamentaux de la thermodynamique et les appliquer à des systèmes d'ingénierie.

**Contenu :** Définitions et unités : milieu continu, système, substance pure, état, paramètres, évolutions, cycles. Formes d'énergie. Principes de conservation de masse et d'énergie. Réversibilité et irréversibilité. Chaleur massique. Entropie. Gaz parfait et réel. Évolutions utilisant un gaz parfait. Propriétés des substances pures : tables et diagrammes. Analyse d'un cycle. Cycle de Carnot. Inégalité de Clausius. Second principe et production d'entropie. Cycles classiques de Rankine, Otto, Diesel et Brayton. Psychrométrie.

### STI0501

#### Stage industriel I (0 crédits du programme doivent être réussis)

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de s'initier aux problématiques du milieu industriel ainsi qu'aux exigences de la pratique professionnelle.

**Contenu :** Sous la supervision d'un professeur ou d'un coordonnateur, l'étudiant vivra pendant quatre mois un apprentissage du travail en entreprise ou dans une institution reconnue dans une

fonction technique reliée à ses études. Un rapport de stage sera exigé et l'évaluation de l'étudiant sera faite par le professeur ou le coordonnateur de stage.

### STI0502

#### Stage industriel II (0 crédits du programme doivent être réussis)

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de s'initier aux problématiques du milieu industriel ainsi qu'aux exigences de la pratique professionnelle.

**Contenu :** Sous la supervision d'un professeur, l'étudiant vivra pendant quatre mois un apprentissage du travail en entreprise ou dans une institution reconnue dans une fonction technique reliée à ses études. Un rapport de stage sera exigé et l'évaluation de l'étudiant sera faite par le professeur ou le coordonnateur de stage.

### STI0503

#### Stage industriel III (0 crédits du programme doivent être réussis)

**Objectifs :** Permettre à l'étudiant de s'initier aux problématiques du milieu industriel ainsi qu'aux exigences de la pratique professionnelle.

**Contenu :** Sous la supervision d'un professeur ou d'un coordonnateur, l'étudiant vivra pendant quatre mois un apprentissage du travail en entreprise ou dans une institution reconnue dans une fonction technique reliée à ses études. Un rapport de stage sera exigé et l'évaluation de l'étudiant sera faite par le professeur ou le coordonnateur de stage.