

# Programme court de premier cycle en systèmes électroniques

| Code | Titre                                                      | Crédits |
|------|------------------------------------------------------------|---------|
| PCSE | Programme court de premier cycle en systèmes électroniques | 17      |

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| Trimestre(s) d'admission   | Automne<br>Hiver          |
| Contingent                 | Programme non contingenté |
| Régime et durée des études | Offert à temps partiel    |
| Campus                     | Campus de Montréal        |

## OBJECTIFS

Le programme court en systèmes électroniques vise à offrir une formation avancée, ciblée sur des thématiques en plein essor reliées aux systèmes électroniques.

## CONDITIONS D'ADMISSION

### Trimestre d'admission (information complémentaire)

Admission aux trimestres d'automne et d'hiver.

### Connaissance du français

Tous les candidats doivent avoir une connaissance satisfaisante du français écrit et parlé. La politique sur la langue française de l'Université définit les exigences à respecter à ce sujet.

### Base DEC

Être titulaire d'un diplôme d'études collégiales (DEC) ou l'équivalent et posséder une expérience de travail d'au moins 1 an à temps plein (ou avoir cumulé 1500 heures à temps partiel) sur le marché du travail dans le domaine du développement de logiciel (programmation, analyse) ou des systèmes électroniques.

### Base expérience

Posséder des connaissances appropriées, être âgé d'au moins 21 ans et avoir travaillé pendant 1 an (ou avoir cumulé 1500 heures à temps partiel) dans le domaine du développement de logiciel (programmation, analyse) ou des systèmes électroniques.

### Base études universitaires

Au moment du dépôt de la demande d'admission, avoir réussi au moins cinq cours (15 crédits) de niveau universitaire. Une moyenne académique minimale équivalente à 2 sur 4,3 est exigée.

### Base études hors Québec

Être titulaire d'un diplôme approprié obtenu à l'extérieur du Québec, après au moins treize années de scolarité (1) ou l'équivalent, et posséder une expérience de travail d'au moins 1 an à temps plein (ou avoir cumulé 1500 heures à temps partiel) sur le marché du travail dans le domaine du développement de logiciel (programmation, analyse) ou des systèmes électroniques. Une moyenne académique minimale de 11 sur 20 est exigée. Un dossier de candidature avec une moyenne

inférieure à 11 sur 20 pourrait faire l'objet d'une recommandation d'admission après étude du dossier par la direction de programme.

(1) À moins d'ententes conclues avec le Gouvernement du Québec.

### Remarque pour toutes les bases d'admission

Les candidats devront avoir réussi les six (6) cours suivants : INF2120 Programmation II, INF2170 Organisation des ordinateurs et assembleur, MAT1115 Calcul I, MIC1065 Circuits logiques, MIC1116 Électronique pratique, TEL3175 Interconnexions et communications, ou leur équivalent.

Le candidat peut aussi satisfaire cette condition s'il possède une expérience professionnelle d'au moins 1 an (ou avoir cumulé 1500 heures à temps partiel) dans le domaine du développement de logiciel (programmation, analyse) ou des systèmes électroniques, ou s'il a réussi des cours universitaires jugés équivalents par la direction de programme.

### Régime et durée des études

Le programme peut être suivi à temps partiel seulement.

## COURS À SUIVRE

(Sauf indication contraire, les cours comportent 3 crédits.)

### Cours obligatoires en électronique et en informatique (11 crédits) :

MIC2111 Analyse de circuits (2 cr.)  
MIC3220 Signaux et systèmes  
MIC4101 Électronique analogique et numérique  
MIC6130 Circuits intégrés programmables

### Deux cours optionnels, choisis dans les listes de cours suivantes (6 crédits) :

#### Microsystèmes

MIC5120 Microélectronique II  
MIC6141 Circuits intégrés analogiques  
MIC6160 Sujets spéciaux en microélectronique  
MIC6245 Circuits intégrés à très grande échelle

#### Télécommunications et mobilité

|         |                                          |
|---------|------------------------------------------|
| INF3270 | Téléinformatique                         |
| INF4175 | Réseaux multimédia et applications       |
| INF4471 | Introduction à la sécurité informatique  |
| INF5371 | Interconnexion de réseaux                |
| TEL4165 | Réseaux sans fil et applications mobiles |
| TEL5240 | Systèmes de communications               |

**Systèmes embarqués**

|         |                                           |
|---------|-------------------------------------------|
| MIC5111 | Systèmes embarqués                        |
| TEL5025 | Systèmes de télécommunications embarquées |

**DESCRIPTION DES COURS****INF3270 Téléinformatique**

Introduire les notions de base en matière de télécommunication et de téléinformatique indispensables à l'étude des réseaux actuels et des réseaux de nouvelle génération. Terminologie et concepts de base des réseaux téléinformatiques. Les différentes couches du modèle OSI et exemples tirés du modèle TCP/IP. Normes et protocoles associés aux diverses couches du modèle OSI, de la couche physique à la couche application. Transmission de données, correction d'erreurs, codage, multiplexage, équipements d'interconnexion. Protocoles de liaison de données, de routage et de transport. Adressage IP. Applications sur Internet (HTTP, FTP, SNMP). Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

## Préalables académiques

INF2120 Programmation II ou INF3135 Construction et maintenance de logiciels  
INF2170 Organisation des ordinateurs et assembleur ou  
TEL1170 L'univers des télécommunications

**INF4175 Réseaux multimédia et applications**

Étudier la transmission et l'échange de données multimédia et les exigences des applications multimédia dans les réseaux de télécommunications. Les spécificités et exigences des applications multimédia : mécanismes et techniques visant à assurer la qualité de service dans les réseaux en termes de bande passante, synchronisation, délai de transmission, etc., les architectures et protocoles utilisés (ex.: MPLS, GMPLS, Diff Serv, IntServ, SIP). Applications multimédia et en temps réel (ex.: voix sur IP, téléconférences, télé médecine, enseignement à distance).

## Modalité d'enseignement

Trois heures de cours par semaine. Deux heures de laboratoires par semaine.

## Préalables académiques

INF3270 Téléinformatique

**INF4471 Introduction à la sécurité informatique**

## Objectifs

Introduire les étudiants aux différents aspects de la sécurité des systèmes informatiques. Sensibiliser les étudiants aux risques et menaces. Introduire les techniques permettant d'assurer la sécurité des processus. Introduire les méthodes de mitigation du risque. À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de: distinguer les principaux objectifs de sécurité; expliquer le fonctionnement et justifier l'utilisation des principaux mécanismes de sécurité: chiffrement, signature, hachage, protocoles, etc.; identifier les risques et les menaces auxquels fait face un système; proposer des mesures de contrôle appropriées.

## Sommaire du contenu

Principes et concepts fondamentaux de la sécurité des systèmes informatiques. Principaux objectifs de sécurité: confidentialité, intégrité, disponibilité, authentification, non répudiation, contrôle d'accès. Typologie des attaques et menaces: fuites, modifications, dénis de

service. Introduction aux mécanismes sécuritaires modernes: systèmes de chiffrement symétriques et asymétriques; fonctions de hachage; protocoles sécuritaires: authentification, contrôle d'accès. Sécurité des réseaux: filtrage, périmètre de sécurité, journalisation, surveillance et détection d'intrusion, appareils mobiles. Gestion des incidents de sécurité et améliorations des systèmes: mécanismes de recouvrement. Analyse de risque. Gestion des vulnérabilités techniques. Éducation des usagers. Considérations légales, politiques et éthiques. Politiques et modèles de sécurité. Services de commerce électronique. Monnaie électronique. Mécanismes de paiement.

## Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 2 heures / semaine.

## Préalables académiques

INF1120 Programmation I

**INF5371 Interconnexion de réseaux**

Permettre aux étudiants de concevoir et configurer des réseaux d'entreprise autant des architectures de réseaux locaux que de réseaux métropolitains ou de réseaux étendus. Réseaux locaux: technologie Ethernet et protocole 802.11, segmentation avec des ponts et des commutateurs. Technologies d'interconnexion de réseaux: ADSL, ISDN, ATM et Sonet. Concepts avancés d'adressage (CIDR), de routage (RIP, OSPF, BGP), de services de réseaux tels que blocages (ACL), multicasts, réseaux Virtuels Privés (VPN) de VLAN, VoIP (de voix sur IP). Ce cours comporte une séance obligatoire de laboratoire (2 heures).

## Préalables académiques

INF3270 Téléinformatique

**MIC2111 Analyse de circuits**

## Objectifs

L'analyse des circuits électriques joue un rôle très important dans la conception de circuits électriques. L'objectif principal de ce cours est de permettre à l'étudiant de bien saisir les lois fondamentales des circuits électriques, d'assimiler les concepts et d'acquiescer les outils théoriques nécessaires. À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure : d'écrire les équations servant à l'analyse d'un circuit donné; d'utiliser les méthodes d'analyse de circuits, tant en régime permanent, sinusoïdal, périodique quelconque ou transitoire et d'appliquer ces méthodes à des circuits de configuration simple; de choisir une méthode d'analyse appropriée pour une situation donnée; de concevoir des tests pour l'identification des paramètres d'un circuit donné et effectuer les analyses et les calculs nécessaires.

## Sommaire du contenu

Circuit résistif. Lois expérimentales des circuits électriques. Transformation des sources, linéarité et principe de superposition, théorèmes de Thévenin et de Norton. Inductance et capacité. Analyse de circuits avec amplificateur opérationnel. Les circuits RL et RC. Réponse à une excitation en forme d'échelon. Les circuits RLC. Réponse d'un circuit RLC à une excitation sinusoïdale. Les phaseurs. Réponse sinusoïdale en régime permanent. Valeurs moyenne et efficace d'un signal. Puissance moyenne. Fréquence complexe. Utilisation de l'analyse de Fourier, des transformées de Fourier et de Laplace.

## Modalité d'enseignement

Cours magistral de 3 heures/semaine. L'évaluation se fait par des devoirs et des examens.

## Préalables académiques

MIC1116 Électronique pratique  
MIC3220 Signaux et systèmes

**MIC3220 Signaux et systèmes**

Représentation d'un signal et d'un système. Systèmes continus et systèmes discrets. Entrées, sorties, état d'un système. Systèmes linéaires. Analyse des signaux: série de Fourier; transformée de Fourier; énergie d'un signal; fonction densité spectrale; signaux échantillonnés; transformée de Fourier rapide; théorème d'échantillonnage. Réponse temporelle et fréquentielle d'un système linéaire. Fonction de transfert. Convolution. Application à la modulation et à l'échantillonnage. Transformée Z. Conditions de stabilité d'un système. Exercices dirigés et travaux pratiques en laboratoire (2 heures/semaine).

Préalables académiques  
MAT1115 Calcul I

### **MIC4101 Électronique analogique et numérique**

#### **Objectifs**

L'objectif principal de ce cours est de permettre à l'étudiant de bien connaître le rôle et le fonctionnement des différentes composantes électroniques qui peuvent constituer ou interagir avec un système informatique ou électronique. À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de: connaître les différentes étapes de conception d'un circuit; comprendre le rôle et le fonctionnement des principaux dispositifs semiconducteurs avec les différents modèles liés à chaque composant: diode, transistors bipolaire et à effet de champ; analyser les comportements aux basses et hautes fréquences des amplificateurs à un ou plusieurs étages; connaître l'amplificateur opérationnel et ses caractéristiques idéales et réelles; comprendre les différents types de rétroaction; savoir optimiser la vitesse et la consommation énergétique des circuits logiques CMOS au niveau des transistors.

#### **Sommaire du contenu**

Jonctions PN et PNP. Diode, transistor bipolaire, transistor à effet de champ et MOS: modèles statiques et dynamiques, polarisation, comportement à basses et hautes fréquences et limites fondamentales. Circuits analogiques à plusieurs transistors. Circuits différentiels. Miroirs de courant. Amplificateurs opérationnels: caractéristiques idéales et réelles. Étude de la rétroaction. Réponse en fréquence et stabilité. Comportement réel des portes logiques CMOS. Modèles de délai intrinsèque et extrinsèque. Attaque de grosses charges capacitives.

#### **Modalité d'enseignement**

Cours magistral de 3 heures/semaine. L'évaluation se fait par des devoirs et des examens. Séances d'exercices dirigés (2h/semaine).

Préalables académiques  
INF1120 Programmation IMIC2111 Analyse de circuits

### **MIC5111 Systèmes embarqués**

#### **Objectifs**

Ce cours vise à introduire le contexte particulier des systèmes informatiques embarqués. À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de: maîtriser le langage et la terminologie propres au domaine des systèmes embarqués; expliquer les différences entre microcontrôleur, microprocesseur, processeur de traitement de signal (DSP) et circuit intégré programmable (FPGA); décrire l'organisation et les composants matériels et logiciels d'un système embarqué; utiliser adéquatement les ressources matérielles et les environnements logiciels caractéristiques de ce domaine; concevoir et réaliser des systèmes à microcontrôleurs complets.

#### **Modalité d'enseignement**

Cours de 3 heures et un laboratoire de 2 heures / semaine.

Préalables académiques  
INF2170 Organisation des ordinateurs et assembleur MIC1065 Circuits logiques

### **MIC5120 Microélectronique II**

Revue des procédés de fabrication des composants microélectroniques. Introduction aux règles de dessin et de conception des circuits ITGE. Structures logiques MOS et CMOS. Techniques de conception des circuits MOS. Réseaux logiques programmables (PLA). Structures de mémoire. Communication et synchronisation. Architecture à transfert de registres et machine à états finis. Outils de conception assistée par ordinateur des circuits ITGE. Travaux pratiques en laboratoire (2 heures/semaine).

Préalables académiques  
MIC4101 Électronique analogique et numérique

### **MIC6130 Circuits intégrés programmables**

Ce cours vise à permettre de faire l'étude des différents circuits intégrés programmables et de leurs applications dans la conception des systèmes électroniques; de maîtriser les outils CAO pour la synthèse et la programmation des circuits intégrés programmables. Étude des différents circuits intégrés programmables et de leurs applications. Circuits ASIC, PAL, FPLA, PLD, matrice de portes programmable - FPGA. Théorie et outils CAO pour la synthèse et la programmation des circuits intégrés programmables. Conception de systèmes avec des composants programmables. Travaux pratiques en laboratoire (2 heures/semaine).

Préalables académiques  
MIC1065 Circuits logiques

### **MIC6141 Circuits intégrés analogiques**

Étude des caractéristiques fonctionnelles, des structures et des performances des circuits intégrés analogiques. Amplificateurs opérationnels différentiels. Étages d'amplification, Sources de courant et charges actives. Étages de sortie et amplificateurs de puissance classes A, B et AB. Bruit et rejet en mode commun (CMRR) et de l'alimentation en puissance (PSRR). Configurations en cascode et «folded» cascode. Synthèse d'amplificateurs opérationnels. Systèmes analogiques et mixtes, oscillateurs et générateurs de fonctions, oscillateurs à verrouillage de phase (PLL), convertisseurs analogique/numérique et numérique/analogique. Tensions de référence. Filtres à condensateurs commutés. Travaux pratiques en laboratoire (2 heures/semaine).

Préalables académiques  
MIC4101 Électronique analogique et numérique

### **MIC6160 Sujets spéciaux en microélectronique**

Ce cours permet d'offrir des compléments de formation sur des sujets de pointe dans le domaine de la microélectronique. Contenu établi en fonction du sujet.

### **MIC6245 Circuits intégrés à très grande échelle**

Méthode de conception des circuits ITGE: problèmes de rendement, testabilité, modèles de défauts, vecteurs de vérification, circuits autovérifiables. Microarchitecture: systèmes concurrents, réseaux de processeurs, processeurs spécialisés. Aspect algorithmique des outils de conception des circuits ITGE. Travaux pratiques en laboratoire (2 heures/semaine).

Préalables académiques  
MIC5120 Microélectronique II; MIC6130 Circuits intégrés programmables

### **TEL4165 Réseaux sans fil et applications mobiles**

Étudier les réseaux sans fil et leur utilisation pour les applications mobiles. Introduction aux différentes technologies de réseaux sans fil : les réseaux cellulaires (ex.: GSM, CDMA, 3G), les réseaux locaux (ex.: 802.11x, Bluetooth), à large bande (ex.: WiMax); réseaux de capteurs;

environnements, contextes, développement des applications mobiles; applications ubiquitaires.

#### Modalité d'enseignement

Trois heures de cours par semaine. Deux heures de laboratoires par semaine.

#### Préalables académiques

INF3270 Téléinformatique ou TEL3175 Interconnexions et communications

### **TEL5025 Systèmes de télécommunications embarqués**

#### Objectifs

Familiariser l'étudiant avec les systèmes de réseaux embarqués et les réseaux de senseurs et apprendre les notions de conception d'un réseau embarqué. À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de: expliquer les principes à la base de plusieurs applications importantes en télécommunications embarquées; expliquer le fonctionnement de protocoles de communications caractéristiques des systèmes embarqués; utiliser principes et normes appropriées pour la conception et l'évaluation d'équipements de communication allant d'un capteur à un routeur; mettre en œuvre des solutions matérielles, logicielles et système pour les communications en environnements embarqués, avec ou sans fil.

#### Sommaire du contenu

Senseurs, transducteurs et interfaces. Communications numériques: communication synchrone et asynchrone, par événements; accès multiple; gestion de flux de données : fiabilité, intégrité, compression; synchronisation. Types de canaux, fiabilité, codage, synchronisation, notion de protocole. Systèmes de réseaux embarqués : architecture, conception. Protocoles de communication locale : SPI, I2C, CAN. Réseaux : connectivité réseau, réseaux dirigés par les événements ou par le temps, topologies, échelle, modèle en couches. Réseaux sans fil : réseaux ad hoc, réseaux de capteurs. Protocoles adaptés aux systèmes embarqués : accès au support, accès multiple, routage, transport. Fonctions et services : identification, acquisition de données, synchronisation, surveillance, contrôle, mobilité, localisation. Gestion et optimisation d'énergie. Intégration avec les réseaux classiques. Introduction à l'internet des objets. Études de cas. Tendances et évolution.

#### Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 2 heures / semaine.

#### Préalables académiques

TEL3175 Interconnexions et communications

### **TEL5240 Systèmes de communications**

#### Objectifs

Ce cours est une introduction à l'étude des principaux procédés de modulation analogiques et de quelques procédés numériques utilisés dans les systèmes de communication. Il introduit les outils d'analyse qui permettent de traiter les signaux aléatoires et le bruit. En plus de l'étude théorique des principes de base, le cours offre un contact avec la pratique par le biais de séances de travaux pratiques. L'étudiant qui complète le cours avec succès devrait : être en mesure d'appliquer les outils de l'analyse spectrale à l'étude des signaux non-déterministes; être en mesure d'expliquer les principes de fonctionnement des différents procédés de modulation et de démodulation analogiques et numériques, d'apprécier leurs exigences spectrales et leurs performances d'erreur; être familier avec le schéma-bloc et les caractéristiques globales d'une chaîne de transmission, et pouvoir identifier la fonction et les caractéristiques de chacun des éléments de la chaîne; être en mesure de choisir un procédé de modulation en fonction des contraintes physiques d'un problème de communication particulier; pouvoir évaluer les

performances des systèmes de communication étudiés.

#### Sommaire du contenu

Structure générale d'un système de communication; critères de performance; bande passante et rapport signal/bruit. Représentation mathématique du bruit. Les différents systèmes à modulation analogique; effet de seuil. Modulation impulsionnelle. Systèmes impulsionnels codés. Étude de la modulation numérique et de ses applications. Transmission des signaux numériques. Principes et méthodes de modulation et de démodulation numériques: PWM, PAM, PPM, PCM, FSK, PSK, DM.

#### Modalité d'enseignement

Cours de 3 heures et un laboratoire de 2 heures / semaine.

#### Préalables académiques

MIC3220 Signaux et systèmes

N.B. : Le masculin désigne à la fois les hommes et les femmes sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.  
Cet imprimé est publié par le Registrariat. Basé sur les renseignements disponibles le 07/02/17, son contenu est sujet à changement sans préavis.  
Version Automne 2017