

## Conception de circuits intégrés numériques

Groupe 30

Mardi, de 17h30 à 20h30 SH-3120 (cours)

Mardi, de 13h30 à 16h30 PK-4770 (atelier)

---

### Responsable(s) du cours

**Nom du coordonnateur :** BLAQUIÈRE, Yves

**Nom de l'enseignant :** BLAQUIÈRE, Yves

**Local :** PK-4820

**Téléphone :** (514) 987-3000 #3904

**Courriel :** blaquiere.yves@uqam.ca

**Site Web :** www.info2.uqam.ca/~yves

---

### Description du cours

Ce cours vise à permettre de faire l'étude des différents circuits intégrés (circuits logiques standards, circuits intégrés programmables, circuits intégrés pour application spécifiques, mémoires), et de leurs applications dans la conception des systèmes embarqués; de maîtriser les outils CAO et la méthodologie de conception pour la synthèse des circuits intégrés. Rappels sur les circuits logiques : logique combinatoire (décodeurs, multiplexeurs, unités arithmétiques) et séquentielle (bascules, compteurs, machines à états), considérations temporelles, de puissance et de surface. Technologies de circuits intégrés : circuits logiques standards, circuits intégrés programmables (FPGA, CPLD), circuits intégrés pour application spécifiques (ASIC), mémoires : SRAM, DRAM, FLASH EPROM. Méthodologie de conception des circuits intégrés. Langages de description de circuits intégrés numériques. Méthodes et outils pour la synthèse des circuits intégrés. Études de cas avec des composants programmables.

Préalables académiques :

cours de 3 heures et un laboratoire de 3 heures/semaine.

---

### Objectifs du cours

Le cours MIC7345 permettra à l'étudiant d'acquérir une formation théorique et pratique sur les méthodes et les outils de conception des circuits intégrés, en particulier les circuits intégrés programmables.

À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure :

- de comprendre les méthodes de conception, vérification et simulation des circuits intégrés;
- de connaître la structure et l'architecture interne de ces circuits;
- de choisir le circuit intégré programmable pour une application.

À la fin des séances de laboratoire, l'étudiant devra être capable :

- d'utiliser un système de conception des circuits intégrés programmables;
- de décrire des circuits numériques avec un langage spécialisé;
- d'utiliser les outils de simulation et synthèse des circuits intégrés programmables et vérifier leur comportement en laboratoire.

## Contenu du cours

### 1. Introduction

- Survol des circuits intégrés et circuits intégrés programmables;
- Environnement de conception pour les circuits intégrés programmables;
- Carte de prototypage;
- Circuits logiques : fonctions et portes logiques, tables de vérité.

### 2. Modélisation, simulation et synthèse

- Les étapes de conception;
- Langage de description (HDL) pour la simulation fonctionnelle et la synthèse;
- Modularité et hiérarchie
- Objets : entity, architecture, paquetage, configuration
- Types, opérateurs
- Signaux, variables
- Modèles de délai
- Énoncés séquentiels et concurrents
- Fonctions et procédures
- Paquetages standards
- Fichiers d'entrée et sortie
- Banc d'essai
- Outils de synthèse logique : contraintes, analyse temporelle statique, algorithmes.

### 3. Description HDL de circuits pour la synthèse logique et leur utilisation

- Circuits combinatoires : multiplexeurs, démultiplexeurs, décodeurs, encodeurs, amplificateur trois états, comparateurs, UAL, circuits arithmétiques;
- Circuits séquentiels : bascules, registres, compteurs, machines à états finis;
- Générateur automatique de blocs fonctionnels (SoC) et leur utilisation.

### 4. Structures logiques internes de circuits intégrés programmables et leur utilisation

- LUT, multiplexeurs : délai, interconnexions;
- Structures pour circuits arithmétiques;
- Bascules, réseau de reset;
- Registres à décalages;
- Compteurs;
- Mémoires : bloc, distribuées;
- Réseau d'horloge, synchronisation;
- Entrée/sorties;
- Exemples de circuits : FIFO, générateur de délai, microprocesseur, FSM, communication série.

### 5. Méthodes de configuration et vérification des CIP

- Chaîne de balayage ("Scan");
- Balayage des bordures ("Boundary scan");
- Instrumentation pour la vérification.

### 6. Les structures d'entrées/sorties configurables

- La logique des entrées et sorties;
- Les types d'interconnexions;
- Les blocs logiques d'entrées/sorties configurables;
- Les connexions entre les blocs logiques et l'horloge.

### 7. Technologies des circuits intégrés

- Technologies des circuits intégrés programmables (CIP) : fusible, antifusible, EPROM, EEPROM, Flash, SRAM, PROM, PLA, PAL;
- Fabrication des circuits intégrés;
- Flot de conception et comparaisons avec CIP
- Analyse de coûts et comparaison avec CIP

## Modalités d'évaluation

Description	Date	Pondération
Examen intra	7e semaine	*
Examen final	Dernière semaine de cours	*
Travaux pratiques		60 %

\* Barèmes : \*Selon la distribution des notes finales. Le meilleur des deux examens compte pour 25 % des points et l'autre pour 15 %. Une note supérieure à 50 % de la moyenne pondérée des deux examens est exigée. Si ce seuil n'est pas atteint, la mention échec sera automatiquement attribuée au cours et ce, quelles que soient les notes obtenues aux travaux pratiques. La qualité du français sera prise en considération, tant dans les examens que dans les travaux pratiques (jusqu'à 10 % de pénalité).

### LABORATOIRES

Les séances de laboratoires ( 3 heures/semaine) sont obligatoires et font partie intégrante du cours et de l'évaluation. Les étudiants doivent se présenter aux séances afin d'effectuer les travaux pratiques et présenter leurs résultats à l'auxiliaire d'enseignement. Tous les travaux pratiques sont réalisés individuellement. À l'exception des deux premiers laboratoires, chaque travail pratique sera présenté sous la forme d'un rapport formel (page titre, introduction, conclusion, etc.) en utilisant le gabarit fourni pour le cours. Une pénalité de retard de 25 % par jour sera appliquée aux travaux remis après les dates prévues dans l'énoncé du laboratoire.

Nous encourageons fortement l'entraide entre les équipes, principalement pour partager des idées (architectures, diagrammes blocs brouillon), leur savoir-faire, des astuces, etc. Il est toutefois hors de question que tout document, rapport ou fichier soit copié, divulgué, transformé ou non. Le règlement no 18 de l'UQAM sur les infractions de nature académique sera appliqué avec rigueur. En cas de doute sur l'originalité des travaux, un test oral peut être exigé.

#### Politique d'absence aux examens

**L'autorisation de reprendre un examen en cas d'absence est de caractère exceptionnel. Pour obtenir un tel privilège, l'étudiant-e doit avoir des motifs sérieux et bien justifiés.**

Il est de la responsabilité de l'étudiant-e de ne pas s'inscrire à des cours qui sont en conflit d'horaire, tant en ce qui concerne les séances de cours ou d'exercices que les examens. **De tels conflits d'horaire ne constituent pas un motif justifiant une demande d'examen de reprise.**

Dans le cas d'une absence pour raison médicale, l'étudiant-e doit joindre un certificat médical original et signé par le médecin décrivant la raison de l'absence à l'examen. Les dates d'invalidité doivent être clairement indiquées sur le certificat. Une vérification de la validité du certificat pourrait être faite. Dans le cas d'une absence pour une raison non médicale, l'étudiant-e doit fournir les documents originaux expliquant et justifiant l'absence à l'examen – par exemple, lettre de la Cour en cas de participation à un jury, copie du certificat de décès en cas de décès d'un proche, etc. Toute demande incomplète sera refusée. Si la direction du programme d'études de l'étudiant-e constate qu'un étudiant a un comportement récurrent d'absence aux examens, l'étudiant-e peut se voir refuser une reprise d'examen.

L'étudiant-e absent-e lors d'un examen doit, dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la date de l'examen, présenter une demande de reprise en utilisant le formulaire prévu, disponible sur le site Web du département à l'adresse suivante : <http://info.uqam.ca/politiques/>

L'étudiant-e doit déposer le formulaire dûment complété au secrétariat de la direction de son programme d'études : PK-3150 pour les programmes de premier cycle, PK-4150 pour les programmes de cycles supérieurs. Pour plus de détails sur la politique d'absence aux examens du Département d'informatique, consultez le site web suivant : <http://info.uqam.ca/politiques>

## Intégrité académique

**PLAGIAT Règlement no 18 sur les infractions de nature académique. (extraits)**

Tout acte de plagiat, fraude, copiage, tricherie ou falsification de document commis par une étudiante, un étudiant, de même que toute participation à ces actes ou tentative de les commettre, à l'occasion d'un examen ou d'un travail faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance, constitue une infraction au sens de ce règlement.

La liste non limitative des infractions est définie comme suit :

- la substitution de personnes;
- l'utilisation totale ou partielle du texte d'autrui en la faisant passer pour sien ou sans indication de référence;
- la transmission d'un travail pour fins d'évaluation alors qu'il constitue essentiellement un travail qui a déjà été transmis pour fins d'évaluation académique à l'Université ou dans une autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de l'enseignante, l'enseignant;
- l'obtention par vol, manoeuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen ou de tout autre document ou matériel non autorisés, ou encore d'une évaluation non méritée;
- la possession ou l'utilisation, avant ou pendant un examen, de tout document non autorisé;
- l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen d'une autre personne;
- l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle;
- la falsification d'un document, notamment d'un document transmis par l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances;
- la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire-crédation, un rapport de stage ou un rapport de recherche;
- Les sanctions reliées à ces infractions sont précisées à l'article 3 du Règlement no 18.

Les règlements concernant le plagiat seront strictement appliqués. Pour plus de renseignements, veuillez consulter les sites suivants : <http://www.sciences.uqam.ca/etudiants/integrite-academique.html> et <http://www.bibliotheques.uqam.ca/recherche/plagiat/index.html>

## Médiagraphie

VO Pong, P. Chu -- *FPGA Prototyping by VHDL Examples - Xilinx Spartan* -- **3e version, Wiley, 2007.**

UO [www.moodle.uqam.ca](http://www.moodle.uqam.ca)

Les transparents du cours, les énoncés de laboratoire et d'autres documents utiles sont disponibles sous MIC7345.

UO <http://www.xilinx.com> - Spécification des composants

VC Brown, Vranesic -- *Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design* -- McGraw Hill, 2000.

VC Peter J. Ashenden, Jim Lewis -- *The designer's guide to VHDL, Third Edition* -- **Elsevier Science, 2010.**

VR Roland Airiau, Jean-Michel Bergé, Vincent Rouillard -- *VHDL langage, modélisation, synthèse, 2e édition* -- **Presse Polytechniques et universitaires romandes.**

VC Michael John Sebastian Smith -- *Application-Specific Integrated Circuits* -- **Addison Wesley, 1997.**

VC Douglas J. Smith -- *HDL Chip Design* -- **Doone Publications, 1996.**

VC John Wakerly -- *Digital Design: Principles and Practices* -- **Prentice-Hall.**

VC James R. Armstrong and F. Gail Gray -- *VHDL Design Representation and Synthesis* -- **Prentice-Hall.**

VC D. Van den Bout -- *The Practical Xilinx Designer Lab Book* -- **Prentice Hall, 1998.**

VC R.C. Seals and G.F. Whapshott -- *Programmable Logic: PLDs and FPGAs* -- **Prentice-Hall.**

VC Z. Navibi -- *VHDL: Analysis and Modeling of Digital Systems* -- **Prentice-Hall.**

VC D. Houzet -- *Conception des circuits en VHDL, Principes et méthodologie*, -- **Toulouse: Cépaduès.**

VC K.C. Chang -- *Digital Design and Modeling with VHDL and Synthesis* -- **IEEE Computer Society, 1997.**

VC Laurent Dutrieux et Didier Demigny -- *Logique programmable, Architecture des FPGA et CPLD, Méthodes de conception, Le langage VHDL* -- **Eyrolles, 1997.**

A : article - C : comptes rendus - L : logiciel  
S: Standard - U : uri - V : volume

C : complémentaire - O : Obligatoire - R : recommandé