



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

UNITÉ D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE
EN SCIENCES APPLIQUÉES

PLAN DE COURS

SESSION : **Hiver**

COURS : **GEN3211** **Signaux et systèmes linéaires**

CRÉDITS : **3**

PRÉALABLE : **GEN0135** **Équations différentielles pour ingénieurs**

PROFESSEUR : **Mustapha Nourelfath, local D-536, téléphone : (819) 762-0971, poste 2533**
TRAVAUX DIRIGÉS : **J.J. Beaudoin, local D-205, téléphone : (819) 762-0971, poste 2384**
CENTRE : **Rouyn-Noranda**

GROUPE : **01**

HORAIRE : **Mercredi** **16 h à 19 h, LOCAL : D-223**
EXERCICES ET/OU
LABORATOIRES : **Vendredi** **8 h 30 à 10 h 30, LOCAL : D-306 et D-115**

DÉLÉGUÉ DE COURS : _____

ADRESSE : _____ TÉLÉPHONE : _____

CERTIFICAT À L'EFFET QUE CE PLAN DE COURS A ÉTÉ PRÉSENTÉ ET
EXPLIQUÉ AUX ÉTUDIANS DU GROUPE-COURS _____, CENTRE _____

LE _____

SIGNATURE DÉLÉGUÉ DE COURS

POUR LA DÉFINITION ET LE RÔLE DU DÉLÉGUÉ : VOIR PAGE 1.

ACCEPTATION DÉPARTEMENTALE :

RÉCEPTION DU MODULE :

Par : _____ Par : _____

Date : _____ Date : _____

DÉFINITION ET RÔLE DU DÉLÉGUÉ DE COURS

Définition

Le délégué de cours est le représentant étudiant chargé de faire le lien entre les étudiants de son groupe-cours, le professeur, le directeur du module ou l'agent de liaison.

Le choix du délégué de cours doit se faire par les étudiants de chaque groupe-cours lors de leur première rencontre de la session.

Rôle

- Signer le plan de cours au nom de son groupe-cours.
- Percevoir, s'il y a lieu, le montant d'argent dû pour les photocopies payables.
- Se procurer, distribuer et faire remplir les questionnaires relatifs à l'évaluation des enseignements ; s'assurer personnellement que les questionnaires sont retournés sans délai au module concerné.
- Communiquer au professeur, au directeur de module ou à l'agent de liaison toute question relative au cours qui, du point de vue des étudiants, pose un problème.
- Aviser les étudiants des modifications apportées à l'horaire dans les cas où le professeur n'est pas en mesure de le faire. Pour lui permettre de le faire rapidement, le délégué de cours devrait dresser la liste des noms et des numéros de téléphone à domicile et au travail, s'il y a lieu, des étudiants de son groupe-cours et voir à l'établissement d'une chaîne téléphonique.
- Informer les étudiants des décisions du conseil de module susceptibles d'intéresser le groupe-cours.

1. Préambule

L'analyse des signaux et systèmes est le dénominateur commun de la plupart des disciplines de génie. Ainsi, le cours GEN 3211 (Signaux et systèmes linéaires) est un cours fondamental pour tout étudiant en génie. Ce cours constitue un préalable nécessaire pour les cours d'asservissement linéaire et de commande par ordinateurs des procédés industriels. Il permettra d'appréhender les problèmes de l'Automatique avec rigueur. Pour tout ingénieur, il est en effet essentiel de maîtriser les fondements mathématiques, les concepts théoriques et pratiques du signal et les techniques de modélisation des systèmes physiques (électriques, mécaniques, hydrauliques, thermiques, électromécaniques...) pour leur analyse et simulation.

2. Objectifs

2.1. Objectifs généraux

1. Créer chez l'étudiant la faculté d'analyser des signaux continus et discrets afin de pouvoir appréhender l'automatisation des systèmes dynamiques de façon rigoureuse.
2. Développer chez l'étudiant un esprit pointu de modélisation, d'analyse et de simulation nécessaire dans la conception et la réalisation de systèmes fiables, précis et à coût réduit.

2.2. Objectifs spécifiques

1. Connaître les définitions, les concepts, le vocabulaire et les formalismes propres à la théorie des signaux et systèmes linéaires.
2. Développer des modèles mathématiques (entrée-sortie et d'état) pour un système physique quelconque afin d'analyser ses performances dynamiques et statiques (temps de réponse, dépassement, précision...).
3. Connaître les méthodes d'étude de la stabilité d'un système linéaire invariant.
4. Déterminer la fonction de transfert d'un système à l'aide des graphes de Mason et simplifier les schémas blocs complexes.
5. Comprendre les méthodes d'analyse fréquentielle des systèmes linéaires invariants à partir des digrammes de Bode, de Black et de Nyquist.
6. Connaître les techniques de discrétisation d'un signal continu et la fonction de transfert discrète pour être capable d'étudier un système commandé par ordinateur.
7. Connaître les concepts d'analyse d'un système asservi linéaire ainsi que la structure d'une commande en boucle ouverte et d'une commande en boucle fermée.
8. Simuler des systèmes linéaires à l'aide du logiciel MATLAB.

3. Plan et contenu du cours

Ce cours comporte 3 heures de cours magistraux et 2 heures de travaux dirigés (TD) par semaine. Des simulations numériques à l'aide des logiciels MATLAB et SIMULINK seront développées durant les séances de TD. Le cours est composé de 8 chapitres répartis en 12 séances (1 séance = 3 heures).

Chapitre 1 : Signaux et systèmes continus (2 séances)

1. Introduction
2. Signaux de base
3. Transformée de Fourier
4. Transformée de Laplace
5. Convolution
6. Système Linéaire et Invariant dans le temps (LTI)

Chapitre 2 : Signaux et systèmes discrets (1 séance)

1. Introduction aux systèmes commandés par ordinateur
2. Convolution discrète
3. Systèmes numériques représentés par des équations aux différences
4. Transformée en z

Chapitre 3 : Outils mathématiques de modélisation des systèmes linéaires (2 séances)

1. Généralités sur les systèmes asservis
2. Équations différentielles des systèmes physiques
3. Représentation dans le domaine de Laplace
4. Représentation par fonction de transfert et par schéma bloc des systèmes linéaires
5. Représentation d'un système par modèle d'état
6. Calcul de la fonction de transfert d'un système à partir de son modèle d'état
7. Calcul de la forme d'état à partir de la fonction de transfert
8. Graphes des fluences (règle de Mason)
9. Linéarisation des systèmes

Chapitre 4 : Modélisation de systèmes linéaires : exemples pratiques (2 séances)

1. Systèmes mécaniques
2. Systèmes électriques
3. Systèmes électromécaniques
4. Systèmes thermiques
5. Systèmes hydrauliques
6. Systèmes pneumatiques
7. Modélisation d'un système avec retard

Chapitre 5 : Analyse temporelle d'un système linéaire (1 séance)

1. Introduction
2. Réponses d'un système dynamique linéaire à des entrées typiques
3. Caractéristiques de la réponse d'un système
4. Réponse d'un système du premier ordre
5. Réponse et performances d'un système du deuxième ordre

Chapitre 6 : Analyse fréquentielle des systèmes linéaires (2 séances)

1. Réponse en fréquence
2. Exemple : étude de la réponse fréquentielle d'un système du premier ordre
3. Diagramme de Bode
4. Diagramme de Black
5. Diagramme de Nyquist

Chapitre 7 : Étude de la stabilité des systèmes linéaires (1 séance)

1. Définitions
2. Critère de Routh-Hurwitz
3. Critère géométrique de Nyquist
4. Dilemme stabilité-précision

Chapitre 8 : Discrétisation d'un système linéaire continu (1 séance)

1. Échantillonnage et blocage
2. Fonction de transfert discrète du système bouclé
3. Stabilité des systèmes échantillonnés

4. Méthodologie de l'enseignement

4.1. Rôle du professeur

Le cours est donné de façon magistrale par le professeur. Ce dernier met à la disposition des étudiants des notes synthétisant l'ensemble de la matière du cours. Les concepts abordés et les formalismes mathématiques sont illustrés par des exercices et des exemples d'application qui en facilitent l'assimilation. Des exemples d'application seront fréquemment donnés pour permettre à l'étudiant de bien cerner le sujet du cours. Les travaux dirigés à raison de 2 heures par semaine sont organisés sous forme d'exercices, de problèmes et de cas de simulation pour permettre à l'étudiant d'assimiler le contenu du cours. Les séries de devoirs à domicile seront données aux étudiants pour la consolidation de leurs connaissances. Les étudiants peuvent consulter le professeur pour leur apporter un soutien permanent dans les difficultés éventuellement rencontrées.

4.2. Rôle des étudiants

L'étudiant doit copier compléter les notes de cours en copiant l'intégralité des notions exposées. Il peut raisonnablement interrompre le professeur pour compléter ses notes pendant le cours. Les devoirs et les examens porteront à chaque fois sur l'ensemble de la matière vue en cours et en exercices. Les étudiants sont vivement appelés à être très assidus aux cours et toujours à jour dans les séries d'exercices et de devoirs à faire à domicile.

5. Horaire et locaux

Cours :

Mercredi de 16h à 19h au local D 223.

Exercices :

Vendredi de 8h 30 à 10h 30, local D 306 et local D 115

6. Évaluation - dates des examens

Le devoir à domicile doit être complété minutieusement. Une pondération de 20 % lui est affectée. L'examen périodique de mi-session et l'examen final sont obligatoires sauf dérogation spéciale due à un cas de force majeure. Dans ce cas, l'étudiant concerné pourra passer un examen dont les modalités seront définies par le professeur si les preuves recueillies par l'étudiant pour sa cause sont fondées. **Aucun document ne sera autorisé lors des examens.**

Les différentes pondérations des examens sont les suivantes :

1. *1 devoir à la maison (exercices, problèmes et simulations numériques de systèmes) :*
20%
2. *Examen périodique de mi-session, 3 heures :*
35%
3. *Examen final, 3 heures :*
45%

7. Bibliographie

1. **Livre de référence** :
Modern control systems, Richard C. Dorf, Robert H. Bishop,
Seventh edition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1995.
2. **Notes de cours** :
Signaux et systèmes linéaires (GEN3211), Mustapha Nourelfath,
Coop UQAT, Hiver 2003.
3. **Introduction to signals and systems**, Douglas K. Lindner, WCB/McGraw-Hill
Series in Electrical and Computer Engineering, 1999.
4. **Signaux et systèmes linéaires**, Yves Thomas,
2^{ième} édition, Éditions Masson, 1994.
5. **Fundamentals of linear state space systems**, John S. Bay,
WCB/McGraw-Hill, 1999.
6. **Signaux et systèmes (Tome 1, Exercices d'Automatique)**, Maurice Rivoire,
Jean-Louis Ferrier, Jean Groleau,
Éditions Eyrolles, 1992.

7. **Systèmes asservis (Cours et problèmes)**, Joseph J. Distefano, Allen R. Stubberud, Ivan J. Williams,
2^{ième} édition, Série Schaum, 1994.
8. **Automatique pour les classes préparatoires (cours et exercices corrigés)**, Claude Foulard, Jean-Marie Flaus, Mireille Jacomino,
Éditions Hermes, 1997.
9. **Signaux et systèmes**, Pierre Dumouchel, Chakib Tadj,
Notes de cours, École de technologie supérieure, Département de génie électrique,
1998.
10. **Analyse des signaux**, Michel J. Corinthios,
Troisième édition, Notes de cours, École polytechnique de Montréal, Département
de génie électrique et de génie informatique, Septembre 1999.
11. **Systèmes et simulation – Modélisation des systèmes**, Lahcen Saydy,
Notes de cours, École polytechnique de Montréal, Département de génie
électrique et de génie informatique, Janvier 1999.
12. **Systèmes et simulation – Modélisation des systèmes**, Lahcen Saydy,
Notes de cours, École polytechnique de Montréal, Département de génie
électrique et de génie informatique, Janvier 1999.