Université du Québec en Outaouais **Département d'informatique et d'ingénierie**

Sigle : GEN1223 Gr. 01
Titre : Analyse et traitement numérique des signaux
Session : Automne 2019 Horaire et local
Professeur : Baaziz, Nadia

1. Description du cours paraissant à l'annuaire :

Objectifs

Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure : d'utiliser diverses techniques d'analyse et de traitement de signaux numériques et de les appliquer à la conception de filtres numériques.

Contenu

Analyse spectrale : classification des signaux, représentation temporelle et fréquentielle, les signaux discrets, séries de Fourier, transformée de Fourier, spectres, corrélation des signaux. L'échantillonnage des signaux, fréquence de Nyquist et repliement de spectre, restitution du signal après échantillonnage. Les systèmes discrets, linéarité, causalité, invariance au temps, stabilité, équations aux différences, réponse impulsionnelle, convolution. La transformée en Z, analyse des systèmes LIT à l'aide de la transformée en Z. La transformée de Fourier discrète, analyse spectrale par fenêtrage et TFD, FFT. Le Filtrage numérique, filtre idéal, réponse en fréquence, conception des filtres numériques. Les filtres RIF, structures de réalisation, synthèse par fenêtrage, par échantillonnage fréquentiel et par approximation de Chebyshev. Les filtres RII, structures de réalisation, méthodes de conception, synthèse par transformation bilinéaire. Conception de filtres à l'aide d'outils CAO.

Descriptif – Annuaire

2. Objectifs spécifiques du cours :

Le cours couvre 5 des 12 qualités requises des diplômé(e)s telles que définies dans les normes d'agrément des programmes de génie au Canada (http://www.engineerscanada.ca/fr/ressources-en-matiere-dagrement) :

a. Qualité 1 : Connaissances en génie

b. Qualité 2 : Analyse de problèmes

c. Qualité 4 : Conception

d. Qualité 5 : Utilisation d'outils d'ingénierie

e. Qualité 7 : Communication

Les qualités 2 et 5 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.

Objectifs spécifiques	Qualité	Indicateurs	Introduit	Développé	Appliqué
• Analyser des signaux et des systèmes, TF et TZ. • Appliquer le filtrage numérique. • Concevoir des filtres numériques RIF et RII. • Utiliser des outils de MATLAB pour la conception de filtres, l'analyse de systèmes et le traitement des signaux	2	1. Identifier les informations connues et inconnues, et les incertitudes d'un problème.		x	
	2	3. Choisir un modèle et appliquer l'analyse appropriée pour résoudre un problème.		x	
	2	4. Évaluer les résultats obtenus et formuler des conclusions.		x	

(fvtool, fdatool, ...).	5	2. Utiliser les outils techniques de mesure, modèles ou simulations appropriés.		x	

3. Stratégies pédagogiques :

- Présentation du contenu par le biais de cours magistraux (3 h/semaine)
- Disponibilité d'une page MOODLE contenant le matériel du cours et les résultats des évaluations des travaux
- Travaux pratiques (TP) : utilisation du logiciel de simulation MATLAB et de ses toolbox.
- Un examen de mi-session et un examen final.
- Communication via Moodle et courriel, et consultation au bureau sur rendez-vous.

Les rapports de TP doivent être remis aux dates indiquées.

4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :

Sur rendez-vous : nadia.baaziz@uqo.ca

5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

Semaine	Thèmes	Dates
1	**Chapitre I – Signaux et analyse spectrale** • Définitions • Classification des signaux • Les signaux discrets • Les séries de Fourier • La transformée de Fourier • La fonction de corrélation Lire « Les exigences et consignes de sécurité durant les TP » et passer le quiz avant le TP1. **Travail pratique 0 :** Introduction à Matlab (Jeudi 12 sept.)	09 sept. 2019
2	**Chapitre II – Les systèmes linéaires invariants dans le temps** • Les systèmes discrets : définitions (linéarité, invariance, stabilité, causalité, ...) • Équations aux différences • Réponse impulsionnelle et convolution • Propriétés des systèmes LIT • Exemple de systèmes LIT **Travail pratique 1 :** Signaux discrets et spectres (Jeudi 19 sept.)	16 sept. 2019
3	**Chapitre III – L'échantillonnage des signaux** • Introduction • L'opération d'échantillonnage • La restitution du signal après échantillonnage • Le repliement de spectre • La fréquence normalisée	23 sept. 2019
4	**Chapitre IV – La transformation en Z** • La transformée en Z : Définitions	30 sept. 2019

	• Propriétés de la transformée en Z • La transformée en Z inverse • Analyse de systèmes LIT à l'aide de la transformée en Z **Travail pratique 2 :** Manipulation de signaux: sons et images (Jeudi 03 oct.)	
5	**Chapitre IV – La transformation en Z (suite)**	07 oct. 2019
6	**Semaine d'études**	14 oct. 2019
7	**Examen de mi-session**	21 oct. 2019
8	**Chapitre V – La transformée de Fourier discrète (TFD)** • Définition et propriétés de la TFD • Analyse spectrale par fenêtrage et TFD • La transformée de Fourier rapide (TFR ou FFT) • Variantes et applications **Travail pratique 3 :** Acquisition de son et d'images (Jeudi 31 oct.)	28 oct. 2019
9	**Chapitre VI – Le filtrage numérique** • Introduction • Le filtre idéal • La fonction de transfert • Classification des filtres numériques • Conception des filtres numériques	04 nov. 2019
10	**Chapitre VII – Les filtres à réponse impulsionnelle finie (RIF)** • Définitions • Les filtres RIF à phase linéaire • Calcul de coefficients par fenêtrage (Hamming, Lanczos, ...) • Calcul par échantillonnage fréquentiel • Calcul par l'approximation de Chebyshev **Travail pratique 4 :** Conception de filtres RIF (Jeudi 14 nov.)	11 nov. 2019
11	**Chapitre VII – Les filtres à réponse impulsionnelle finie (RIF) (suite)**	18 nov. 2019
12	**Chapitre VIII – Les filtres à réponse impulsionnelle infinie (RII)** • Définitions • Conception par transformation bilinéaire • Les filtres analogiques populaires (de Butterworth, de Chebyshev, Elliptiques) **Travail pratique 5 :** Conception de filtres RII (Jeudi 28 nov.)	25 nov. 2019
13	**Chapitre VIII – Les filtres à réponse impulsionnelle infinie (RII)(suite)**	02 déc. 2019
14	**Chapitre IX – Les structures de réalisation des filtres**	09 déc. 2019

	• Structures de réalisation des filtres RIF (formes directe, en cascade, en treillis) • Structures de réalisation des filtres RII (formes directes 1 et 2, en cascade, en parallèle) **Travail pratique 6 :** Synthèse et réalisation de filtres selon la spécification (Jeudi 12 déc.)	
15	**Examen final**	16 déc. 2019

6. Évaluation du cours :

Il faut obtenir une moyenne minimale de 50 % aux examens pour que les notes des travaux comptent.

Outils d'évaluation	Pondération	Indicateurs mesurés
Examen de mi-session	30 %	2.3
Examen final	30 %	2.1 et 2.3
Travaux pratiques (6)	40 %	2.4 et 5.2

Par **indicateur mesuré**, on entend qu'à la fin du cours, un niveau de performance (0, 1, 2, 3) est donné pour chaque indicateur et pour chaque étudiant(e) selon la grille ci-dessous.

Indicateurs	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
2.1 - Identifier les informations connues et inconnues, et les incertitudes d'un problème.	Identification inadéquate ou inexistante des informations connues et inconnues et des incertitudes	Identification partielle des informations connues et inconnues et des incertitudes	Identification adéquate des informations connues et inconnues et des incertitudes	Identification exhaustive des informations connues et inconnues et des incertitudes
2.3 - Choisir un modèle et appliquer l'analyse appropriée pour résoudre un problème.	Choix du modèle et analyse inacceptable	Choix du modèle acceptable, mais analyse partielle	Choix du modèle acceptable et analyse adéquate	Choix du modèle et analyse remarquables
2.4 - Évaluer les résultats obtenus et formuler des conclusions.	Évaluation et/ou conclusion inexistantes	Évaluation et conclusions partielles	Évaluation et conclusions acceptables	Évaluation et conclusions remarquables
5.2 - Utiliser les outils, techniques de mesure, modèles ou simulations appropriés.	Utilisation inadéquate ou inexistante	Utilisation partielle	Utilisation adéquate	Utilisation remarquable

7. Politiques départementales et institutionnelles :

- Politique du département d'informatique et d'ingénierie relative à la tenue des examens

- Note sur le plagiat et sur la fraude
- Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO
- Absence aux examens : cadre de gestion, demande de reprise d'examen (formulaire)
- *SANS OUI C'EST NON!*

Travaillons ensemble pour développer une culture du respect ! La communauté universitaire de l'UQO se mobilise et lance un message haut et fort de **tolérance zéro en matière de violence à caractère sexuel** (pour de plus amples renseignements, veuillez consulter la page Web : uqo.ca/sansouicestnon).

8. Principales références :

Références :

1. Digital Signal Processing: Principles, algorithms, and applications. John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis. 4e édition. Prentice-Hall, 2007.
2. Traitement Numérique du Signal. Maurice Bellanger. 9e édition, Dunod, 2012.
3. Digital Signal Processing: A modern introduction. Ashok Ambardar. Thomson, 2007 (ISBN-534-40509-6).
4. Analyse et traitement des signaux – méthodes et applications au son et à l'image. Étienne Tisserand, Jean-François Pautex, Patrick Schweitzer. 2e édition, Dunod, 2009 (accessible en ligne à la bibliothèque de l'UQO).

9. Page Web du cours :

https://moodle.uqo.ca