

Sigle : GEN1093 Gr. 01

Titre : Dynamique des systèmes II

Session : Automne 2021 Horaire et local

Professeur : Berkane, Soulaïmane

1. Description du cours paraissant à l'annuaire :

Objectifs

Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure : de concevoir des systèmes physiques en utilisant les méthodes d'analyse et simulation des systèmes dynamiques.

Contenu

Comportement dynamique des systèmes linéaires. Excitation des systèmes. Variables complexes. Formulation de modèles mathématiques de systèmes électriques, mécaniques et thermiques. Simulation analogique. Méthodes opérationnelles : fonctions de transfert, systèmes initialement au repos, représentation des conditions initiales. Représentation graphique des modèles; représentations par schémas fonctionnels et par graphes de fluence. Manipulation des schémas-bloc. Régime transitoire. Réponse des systèmes de premier et de deuxième ordre aux fonctions singulières. Pôles de zéros de la fonction de transfert, évaluation graphique. Lieu des racines et comportement dynamique. Stabilité des systèmes. Critère de Routh-Hurwitz de stabilité. Réponse sinusoïdale des systèmes linéaires : amplitudes complexes, réponses en fréquences, résonance, facteur de qualité et bande passante. Diagrammes de Nyquist et de Bode. Variables d'état : formulation, exemples. Fonction de transfert et l'équation d'état.

Descriptif – Annuaire

2. Objectifs spécifiques du cours :

Ce cours couvre 4 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>) :

1. **Qualité 1 : Connaissances en génie**
2. Qualité 2 : Analyse de problèmes
3. **Qualité 3 : Investigation**
4. **Qualité 5 : Utilisation d'outils d'ingénierie**

Les qualités 1, 3 et 5 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.

Objectifs spécifiques	Qualité	Indicateurs	Introduit	Développé	Appliqué
<ul style="list-style-type: none"> • La détermination de modèles mathématiques des systèmes dynamiques. 	1	3. Comprendre et appliquer les notions fondamentales de l'ingénierie.		x	
<ul style="list-style-type: none"> • L'analyse du comportement dynamique par la fonction de transfert et la configuration des pôles et zéros. • L'analyse de la stabilité par des méthodes algébriques. • L'analyse du régime sinusoïdal établi par les courbes de réponse en fréquence. 	3	2. Mettre en œuvre des investigations documentaires, des expériences et/ou des prototypes.		x	
		3. Faire une analyse critique des résultats pour parvenir à des conclusions et en évaluer la validité.		x	
<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation de logiciels de simulations (SIMULINK, MATLAB, Multisim). 	5	2. Utiliser les outils, techniques de mesure, modèles ou simulations appropriés.		x	

3. Stratégies pédagogiques :

- Cours magistraux : 3 h/semaine de cours **en présentiel**.

- 5 séances de travaux pratiques **en présentiel**.
- Devoirs à la maison (~4-5).
- Un examen de mi-session en présentiel (durée = 2 h).
- Un examen final en présentiel (durée = 3 h).
- Disponibilité d'une page MOODLE contenant le matériel du cours et les résultats des évaluations des travaux.

Cours magistraux :

- La participation et les échanges en classe sont les bienvenus. Veuillez respecter vos collègues et vos professeurs en classe et vous serez traité avec le même respect en retour.
- L'utilisation des TIC dans la salle de classe ne peut se faire qu'à des fins pédagogiques; les autres formes d'utilisation pouvant être potentiellement une source de distraction pour le professeur ou les autres étudiants.
- Prière de ne pas arriver en retard au cours et de ne pas quitter avant la fin du cours. Si vous devez quitter avant la fin du cours, s'il vous plaît en informer le professeur au début du cours et minimiser la perturbation de la classe en occupant un siège près de la porte.

Laboratoires :

- Une assistance technique sera assurée par un technicien du département. Le technicien ne sera disponible que lors de la séance de laboratoire prévue à l'horaire.
- Les règlements spécifiques au fonctionnement des laboratoires seront abordés lors de la première séance de travaux pratiques.
- La présence aux séances de travaux pratiques est obligatoire.

Liens et guides utiles :

- 1- [Introduction à Simulink.](#)
- 2- [Introduction à Matlab.](#)
- 3- [Introduction à Multisim.](#)

Accès aux laboratoires de génie - COVID 19 A2021 : <https://uqo.ca/docs/43856>

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

Prendre rendez-vous en envoyant un courriel à soulaimane.berkane@uqo.ca.
Le rendez-vous aura lieu soit en présentiel (Bureau B-2016) ou par vidéoconférence via Zoom.

5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

Semaine	Thèmes	Dates
1	Chapitre 1 : Introduction <ul style="list-style-type: none"> • Concepts de base et notions fondamentales de la dynamique des systèmes. • Comportement dynamique des systèmes linéaires. • Excitation des systèmes. • Simulation analogique. 	20 sept. 2021
2	Chapitre 2 : Modélisation des systèmes dynamiques à l'aide des EDO <ul style="list-style-type: none"> • Équations différentielles ordinaires (EDO) des systèmes physiques. • Formulation de modèles mathématiques pour les systèmes électriques et mécaniques. • Rappel sur les méthodes de résolutions des EDO linéaires. • Systèmes d'équations différentielles ordinaires. • Systèmes SISO et systèmes MIMO. 	27 sept. 2021
3	Chapitre 2 : Modélisation des systèmes dynamiques à l'aide des EDO (suite) Travail pratique I : Initiation à la simulation d'un système dynamique avec Matlab/Simulink (vendredi 08 octobre 2021 de 12 h 30 à 15 h 30)	04 oct. 2021

4	Semaine d'études	11 oct. 2021
5	<p>Chapitre 3 : Modélisation des systèmes dynamiques à l'aide de fonctions de transfert</p> <ul style="list-style-type: none"> • La transformée de Laplace. • La fonction de transfert et la réponse impulsionnelle. • Représentation graphique des modèles : représentations par schémas fonctionnels et par graphes de fluence. • Manipulation des schémas-bloc et règle de Mason. <p>Travail pratique II : La fonction de transfert et l'amplificateur opérationnel (vendredi 22 octobre 2021 de 12 h 30 à 15 h 30)</p>	18 oct. 2021
6	Chapitre 3 : Modélisation des systèmes dynamiques à l'aide de fonctions de transfert (suite)	25 oct. 2021
7	Examen de mi-session	29 oct. 2021 (13h-15h30)
8	<p>Chapitre 4 : Régime transitoire des systèmes dynamique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signaux d'entrée test. • Réponse des systèmes de premier ordre. • Réponse des systèmes de deuxième ordre. • Réponse des systèmes d'ordre supérieur; pôle dominant. • Effet du 3e pôle sur la réponse des systèmes du 2nd ordre. • Relations entre les pôles et la réponse transitoire. • Effet des zéros sur la réponse. 	01 nov. 2021
9	<p>Chapitre 5 : Pôles et zéros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pôles et zéros de la fonction de transfert. • Représentation sur le plan complexe. • Stabilité. • Critères de stabilité. Critère de Routh-Hurwitz. <p>Travail pratique III : Analyse de circuits dans le domaine temporel (vendredi 12 novembre 2021 de 12 h 30 à 15 h 30)</p>	08 nov. 2021
10	<p>Chapitre 5 : Pôles et zéros (suite)</p> <p>Travail pratique IV : Analyse de fonctions de transfert (vendredi 19 novembre 2021 de 12 h 30 à 15 h 30)</p>	15 nov. 2021
11	<p>Chapitre 6 : Réponse et analyse fréquentielle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Régime sinusoïdal établi. • Fonction de transfert en régime sinusoïdal établi. • Réponse en fréquences des systèmes de premier ordre et de deuxième ordre. • Résonance : Le circuit de résonance RLC, facteur de qualité, bande passante, anti-résonance. • Les diagrammes de Bode de systèmes élémentaires et de systèmes complexes. 	22 nov. 2021
12	<p>Chapitre 6 : Réponse et analyse fréquentielle (suite)</p> <p>Travail pratique V : Identification et analyse dans le domaine fréquentiel (vendredi 03 décembre 2021 de 12 h 30 à 15 h 30)</p>	29 nov. 2021
13	<p>Chapitre 7 : Modélisation des systèmes dynamiques dans l'espace d'état</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition des variables d'état. • Équations d'état : formulation, solution. 	06 déc. 2021

- Fonction de transfert et l'équation d'état.
- Stabilité

14

Chapitre 7 : Modélisation des systèmes dynamiques dans l'espace d'état (suite)

13 déc. 2021

15

Examen final

20 déc. 2021

6. Évaluation du cours :

Outils d'évaluation	Pondération	Indicateurs évalués
Examen de mi-session	20 %	1.3; 3.3
Examen final	50 %	1.3; 3.3
Devoirs	10 %	3.2
Travaux pratiques (5)	20 %	5.2

Quatre à cinq devoirs seront donnés durant le cours. Les étudiant(e)s devront soumettre leur travail avant la date limite. Un devoir soumis moins de 24 heures en retard recevra une déduction de 50 %. Un devoir soumis avec plus de 24 heures de retard ne recevra aucun crédit sauf si un arrangement spécial a été approuvé au préalable par le professeur.

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
1.3. Comprendre et appliquer les notions fondamentales de l'ingénierie.	Moins de 52 %	Entre 52 % et 63 %	Entre 64 % et 83 %	Plus de 84 %
3.2. Mettre en œuvre des investigations documentaires, des expériences et/ou des prototypes.	Mise en œuvre inacceptable	Mise en œuvre partielle	Mise en œuvre acceptable	Mise en œuvre remarquable
3.3. Faire une analyse critique des résultats pour parvenir à des conclusions et en évaluer la validité.	Analyse critique des résultats inadéquate ou inexistante	Analyse critique des résultats acceptable, mais évaluation de leur validité inadéquate	Analyse critique des résultats et évaluation de leur validité acceptables	Analyse critique des résultats et évaluation de leur validité 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)

À l'UQO, **les violences à caractère sexuel, c'est tolérance zéro!**

La communauté universitaire s'engage à lutter contre les inconduites, le harcèlement et les violences à caractère sexuel : parce que **le respect, c'est l'affaire de tout le monde!**

N'oubliez pas de faire la formation obligatoire :

uqo.ca/bimi/formation-obligatoire

Pour de plus amples renseignements :

bimi@uqo.ca



8. Principales références :

- K. Ogata, System Dynamics (4^e édition), Prentice-Hall, 2004.
- Dorf, Richard C., and Robert H. Bishop. Modern control systems (13^e édition). Pearson, 2017.
- K. Ogata, Modern Control Engineering (5^e édition), Prentice Hall, 2010.

9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>