

Sigle : GEN1763 Gr. 01

Titre : Réseaux intelligents

Session : Été 2023 Horaire et local

Professeur : Houshang Karimi, et Hanane Dagdougui

1. Description du cours paraissant à l'annuaire :

Objectifs

Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure de comprendre les enjeux des systèmes de distribution électrique utilisant les réseaux intelligents (Smart Grid) afin d'optimiser un système énergétique.

Contenu

Efficacité énergétique apportée par un réseau intelligent en matière de production, de distribution, de stockage et de transmission de l'électricité. Théories, technologies, conception et mise en œuvre d'un réseau intelligent : communication, compteurs intelligents, contrôle de systèmes énergétiques. Gestion énergétique dans les bâtiments. Application des réseaux intelligents aux véhicules électriques et hybrides. Retombées en matière d'énergie durable. Production décentralisée, gestion de nouvelles sources d'énergie. Enjeux techniques liés à la distribution : pannes électriques, automatisation, efficacité électrique.

Descriptif – Annuaire

2. Objectifs spécifiques du cours :

Le cours couvre 6 des 12 qualités requises des diplômé(e)s telle que définies dans les normes d'agrément des programmes de génie au Canada. (<http://www.engineerscanada.ca/fr/ressources-en-matiere-dagrément>) :

- a. Qualité 1 : Connaissances en génie**
- b. Qualité 2 : Analyse de problèmes**
- c. Qualité 3 : Investigation**
- d. Qualité 4 : Conception**
- e. Qualité 7 : Communication**
- f. Qualité 9 : Impact du génie sur la société**

Les qualités 1, 3, 4 et 9 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.

Objectifs spécifiques	Qualité	Indicateurs	Introduit	Développé	Appliqué
<ul style="list-style-type: none"> • Décrire les réseaux et les microréseaux intelligents et les problèmes qui y sont reliés. 	1	4. Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme.		X	
<ul style="list-style-type: none"> • Approfondir la connaissance des méthodes d'optimisation de réseaux électriques. 	3	2. Mettre en œuvre des investigations documentaires, des expériences et/ou des prototypes.		X	

<ul style="list-style-type: none"> Investiguer les techniques de prédiction de la charge des bâtiments intelligents. Modéliser les composantes de micro-réseaux en utilisant des modèles mathématiques et dynamiques. Caractériser et appliquer des méthodes de détection d'îlotage pour la PD au couplage électronique. Appliquer des méthodes de recherche opérationnelle pour évaluer l'impact du stockage et la gestion de la demande sur l'efficacité énergétique d'un réseau intelligent. 	3	3. Analyser les limites liées aux outils, techniques de mesure, modèles ou simulations au regard des résultats obtenus.		X	
<ul style="list-style-type: none"> Appliquer les méthodes de conception aux réseaux intelligents. Concevoir et implémenter des contrôleurs de micro-réseaux pour les différents scénarios en ce qui concerne les caractéristiques de la charge et les diverses conditions de réseau. Mettre en œuvre des méthodes de conception et d'analyse des contrôleurs pour la protection de l'unité de PD contre d'îlotage. 	4	3. Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests.		X	
<ul style="list-style-type: none"> Utiliser des énergies renouvelables qui diminuent l'impact néfaste des systèmes centraux sur l'environnement. Utiliser la flexibilité de la demande énergétique des bâtiments intelligents pour faciliter l'intégration des sources d'énergie renouvelables. 	9	2. Décrire l'impact d'activités liées au génie sur l'environnement dans le respect du cadre législatif en vigueur.		X	

3. Stratégies pédagogiques :

- Cours magistraux : 3 heures de cours par semaine en non-présentiel; cours magistral en mode synchrone, par Zoom.
- Travaux pratiques (4). Utilisation du logiciel Matlab et Simulink/Simscape.
- Examens et Devoir.
- Disponibilité d'une page MOODLE contenant le matériel du cours.

Liens et guides utiles :

- Guide d'utilisation de Zoom à l'intention des étudiants : <https://uqo.ca/docs/38216>.
- Site pour soutien de réussite en mode non-présentiel : <https://uqo.ca/etudier-non-presentiel>.
- Modalités de tenue des séances de travaux pratiques (TP) et de projets dans les laboratoires de génie

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

Consultation sur rendez-vous.

5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

Semaine	Thèmes	Dates
1-K	Introduction : réseaux électriques intelligents, modélisation mathématique des systèmes de microréseaux, transformée de Clarke, transformée de Park, composantes symétriques, modélisation d'un système triphasé dans les repères dq et alpha-beta	Lun., 1 mai 2023
1-K	Boucle à verrouillage de phase (PLL): conception et simulation, processeur de signal triphasé unifié (UTSP): modélisation mathématique, analyse de stabilité, et conception des paramètres.	Mer., 3 mai 2023
2-K	Contrôle des systèmes de microréseaux dans le mode raccordé au réseau. Convertisseur à source de tension (VSC). Conférence sur les réseaux intelligents de télécommunication par fibre optique. (Monsieur Marc Joly)	Lun., 8 mai 2023
2-K	Contrôle des systèmes de microréseaux dans le mode raccordé au réseau (suite) : Contrôle de la production décentralisée PD dans le mode raccordé au réseau (cas filtres L et LCL), Contrôle de la puissance active et réactive Travail pratique 1 (vendredi 12 mai 2023) de 12h30 à 15h30	Mer., 10 mai 2023
3-K	Contrôle de la puissance réactive et de la tension DC, Îlotage et détection d'îlotage: méthodes passives, méthodes actives, méthodes de communication	Lun., 15 mai 2023
3-K	Nouvelles techniques pour concevoir des contrôleurs pour les systèmes de micro-réseaux. Travail pratique 2 (vendredi 19 mai 2023) de 12h30 à 15h30	Mer., 17 mai 2023
4-K	Journée nationale des patriotes (Journée sans cours)	Lun., 22 mai 2023
4-K	Nouvelles techniques pour concevoir des contrôleurs (suite) : applications aux systèmes de micro-réseaux dans le mode raccordé au réseau et dans le mode isolé. Travail pratique 3 (vendredi 26 mai 2023) de 12h30 à 15h30	Mer., 24 mai 2023
5-K	Qualité de l'onde dans les microréseaux, représentation d'un signal triphasé déséquilibré dans les différents repères: représentation géométrique, représentation de l'harmonique de 3ème rang dans les repères abc et dq, analyse de la puissance d'un système triphasé, analyse de la qualité de l'onde dans une unité DG raccordée au réseau déséquilibré	Lun., 29 mai 2023
5-K	Examen intra en non-présentiel.	Mer. 31 mai 2023
6-D	Efficacité énergétique apportée par un réseau intelligent en matière de stockage.	Lun., 5 juin 2023
6-D	Introduction aux bâtiments intelligents, à la prédiction de la charge et la prise de décision du consommateur Travail pratique 4 (vendredi 9 juin 2023) de 12h30 à 15h30 (HK)	Mer., 7 juin 2023
7-D	Gestion de la demande dans les bâtiments intelligents avec stockage et génération locale, et schémas de tarification.	Lun. 12 juin 2023
7-D	Nouveaux mécanismes de gestion et coordination des réseaux électriques intelligents avec des nouvelles sources d'énergie Conférence sur les microréseaux/véhicules électriques intelligents (à déterminer, le 14 juin 2023 à 9h30, durée : 1,5 hrs) Devoir en non-présentiel (HD) - (vendredi 16 juin 2023)	Mer. 14 juin 2023
8-D	Journée d'étude	Lun. 19 juin 2023

6. Évaluation du cours :

- Mini-Projet I d'analyse et de conception, réalisé en équipe sous forme de travaux pratiques 1 et 2 (Laboratoires). La réalisation du projet comprendra la rédaction d'un rapport à remettre.
- Mini-Projet II d'analyse et de conception, réalisé en équipe sous forme de travaux pratiques 3 et 4 (Laboratoires). La réalisation du projet comprendra la rédaction d'un rapport à remettre.
- Devoir
- Examen intra
- Examen final

Outils d'évaluation	Pondération	Indicateurs mesurés
Travaux pratiques (4)	25 % (Karimi)	3.2, 4.3
Examen intra	40 % (Karimi)	1.4, 3.3
Devoir	10 % (Dagdougui)	1.4, 9.2
Examen final	25 % (Dagdougui)	1.4, 9.2

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
1.4 – Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme.	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 – Analyser les limites liées aux outils, techniques de mesure, modèles ou simulations au regard des résultats obtenus.	Analyse inadéquate ou inexistante	Analyse partielle	Analyse adéquate	Analyse exhaustive
4.3 – Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests.	Création de modèles, simulations, prototypes et/ou exécution de tests inadéquate ou inexistante	Création acceptable de modèles, simulations, prototypes, mais exécution de tests insuffisante	Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests adéquates	Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests remarquables
9.2 – Décrire l'impact d'activités liées au génie sur l'environnement dans le respect du cadre législatif en vigueur.	Description inadéquate ou inexistante	Description acceptable, mais avec quelques lacunes	Description adéquate	Description 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)

La communauté universitaire s'engage à lutter contre les inconduites, le harcèlement et les violences à caractère sexuel. Dénonçons toute forme de violence.
Ensemble, accomplissons un pas de plus en complétant la formation obligatoire en ligne : "La banalisation des violences à caractère sexuel".

uqo.ca/bimi/formation-obligatoire

Pour de plus amples renseignements consultez :

bimi@uqo.ca



8. Principales références :

1. Gilbert M. Masters (2004). Renewable and efficient electric power systems. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
2. Ali Keyhani (2011). Design of smart power grid renewable energy systems. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J. ISBN : 9780470627617.
3. H. Paul Williams (2013). Model building in mathematical programming. Fifth edition. John Wiley & Sons.
4. H. Karimi, "Islanding Detection and Control of an Islanded Electronically-Coupled Distributed Generation Unit," Ph.D., Univ. Toronto, Dept. of Electr. & Comput. Eng., , 2007.
5. Karimi, H.; Haddadi, A.; Karimi-Ghartemani, M.; Sadabadi, M. A Robust Vector Current Controller with Negative-Sequence Current Capability for Grid-Connected Inverters. Energies 2021, 14, 4549. <https://doi.org/10.3390/en14154549>
6. M. Karimi-Ghartemani and H. Karimi, "A Robust Multivariable Approach for Current Control of Voltage-Source Converters in Synchronous Frame," in IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, doi: 10.1109/JESTPE.2020.3031206.
7. H. Karimi, M. Karimi-Ghartemani and K. Sheshyekani, "Robust Control of Three-Phase Voltage Source Converters Under Unbalanced Grid Conditions," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 34, no. 11, pp. 11278-11289, Nov. 2019. doi: 10.1109/TPEL.2019.2895839.
8. M. Lydia, S.Suresh Kumar, A. Immanuel Selvakumar, G.Edwin Prem Kumar, A comprehensive review on wind turbine power curve modeling techniques, Renewable and Sustainable Energy Reviews 30 (2014) 452–460.
9. Santiago, D. Trillo-Montero, I.M. Moreno-Garcia, V. Pallarés-López, J.J. Luna-Rodríguez, Modeling of photovoltaic cell temperature losses: A review and a practice case in South Spain, Renewable and sustainable energy reviews, July 2018, Pages 70-89.
10. H. Dagdougui, F. Bagheri, H. Le, L. Dessaint, Neural network model for short-term and very short-term load forecasting in district buildings, Energy and Buildings, vol. 203, 2019.
11. Aftab Ahmad Khan, Muhammad Naeem, Muhammad Iqbal, Saad Qaisar, Alagan Anpalagan, A compendium of optimization objectives, constraints, tools and algorithms for energy management in microgrids, Renewable and Sustainable Energy Reviews 58 (2016) 1664–1683.
12. Hanane Dagdougui, Nicolas Mary, Arthaud Beraud-Sudreau, Louis Dessaint, Power Management Strategy for Sizing Battery System for Peak Load Limiting in a University Campus, 2016 the 4th IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering.
13. T. Samad, E. Koch, and P. Stluka, Automated Demand Response for Smart Buildings and Microgrids: The State of the Practice and Research Challenges, Proceedings of the IEEE | Vol. 104, No. 4, April 2016.

9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>

