

Sigle : GEN1763 Gr. 01

Titre : Réseaux intelligents

Session : Hiver 2021 Horaire et local

Professeur : Zaremba, Marek B., Gomez-Herrera, Juan, Karimi, Houshang

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"> Acquérir les connaissances de base concernant la production, le stockage et la distribution de l'électricité. Connaissance de méthodes d'intelligence artificielle ainsi que leur application en réseaux électriques. | 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 l'analyse de bâtiments intelligents. Modéliser des 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 vidéoconférence. Les modalités de cours et d'évaluation sont sujettes à modification selon l'évolution de la situation sanitaire.
- Travaux pratiques : en mode hybride. Utilisation du logiciel Matlab (Réseaux neuronaux) et Simulink/Simscape pour TP3-4.
- Quiz.
- Examens.
- Disponibilité d'une page MOODLE contenant le matériel du cours.

Liens et guides utiles :

- Guide d'utilisation de Zoom à l'intention des étudiants.
- Site pour soutien de réussite en mode non-présentiel : uqo.ca/etudier-non-presentiel.
- COVID-19 : Modalités de tenue des séances de TP et de projets de session en laboratoire

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-Z | Introduction : réseaux électriques intelligents. L'évolution et les objectifs des réseaux électriques intelligents. | 14 janv. 2021 |
| 2-Z | Efficacité énergétique apportée par un réseau intelligent en matière de production et de consommation de l'électricité. Intelligence artificielle dans le domaine de l'énergie. Projet : Prédiction de la consommation d'énergie avec les réseaux de neurones (19 février 2020) | 21 janv. 2021 |
| 3-Z | Théorie et technologies pour la mise en œuvre d'un réseau intelligent. Méthodes de l'intelligence de calcul dans le traitement de données énergétiques. Conférence sur les réseaux intelligents de télécommunication par fibre optique. (Monsieur Marc Joly) Travail pratique 1 (29 janvier) en présentiel | 28 janv. 2021 |
| 4-Z | Théorie et technologies pour la mise en œuvre d'un réseau intelligent. Méthodes de l'intelligence de calcul dans le traitement de données énergétiques. (suite) Travail pratique 2 (05 février) en présentiel | 04 févr. 2021 |
| 5-Z | Présentations des projets de la prédiction de la consommation d'énergie avec les réseaux de neurones. Examen intra (1,5 hrs) en non-présentiel | 11 févr. 2021 |
| 6-H | Efficacité énergétique apportée par un réseau intelligent en matière de stockage. | 18 févr. 2021 |
| 7-H | Introduction aux bâtiments intelligents et à la gestion de la demande : compteurs intelligents et prise de décision du consommateur. | 25 févr. 2021 |
| 8-H K | Semaine d'études | 04 mars 2021 |
| 9-H | Gestion de la demande, le stockage et la génération locale dans les bâtiments intelligents. | 11 mars 2021 |
| 10-H | Retombées en matière d'énergie durable et gestion de nouvelles sources d'énergie. Devoir (18 mars) en non-présentiel Conférence sur les véhicules électriques intelligents (Ilham Benyahia, le 19 mars 2021 à 15 h 45, durée : 1,5 hrs) | 18 mars 2021 |
| 11-K | Outils mathématiques pour la modélisation et le contrôle des micro-réseaux électriques intelligents : transformations entre différents repères (abc/alpha-beta/dq), PLL (conception et simulation). Les équations dynamiques d'un système de puissance dans les différents repères. | 25 mars 2021 |
| 12-K | Contrôle de convertisseur à source de tension (VSC) pour les applications des micro-réseaux électriques intelligents. Contrôle d'une unité de production décentralisée (PD ou DG) dans le mode raccordé au réseau : contrôle de la puissance active et réactive. | 01 avril 2021 |
| 13-K | Îlotage et détection d'îlotage : méthodes passives, méthodes actives, méthodes de communication, un exemple d'une méthode active. | 08 avril 2021 |

| | | |
|--------|--|---------------|
| | Travail pratique 3 (09 avril) en non-présentiel | |
| 14-K | Nouvelles techniques pour concevoir des contrôleurs pour les systèmes de micro-réseaux dans le mode raccordé au réseau et dans le mode isolé, amélioration de la qualité d'onde pour une unité de PD recordé au réseau déséquilibré. Travail pratique 4 (20 avril) en non-présentiel | 15 avril 2021 |
| 15-K-H | Examen final en non-présentiel | 22 avril 2021 |

6. Évaluation du cours :

- Projet d'analyse et de conception, réalisé sous forme de travaux pratiques 1 et 2 (laboratoires). L'étudiant(e) doit obtenir 50 % des points pour réussir le projet. La réalisation du projet comprendra la rédaction d'un rapport et la présentation du projet en classe.
- Travaux pratiques (3 et 4) à remettre sous forme de devoirs. L'étudiant(e) doit obtenir 50 % des points pour réussir les devoirs.
- Devoir
- Examen intra
- Examen final

| Outils d'évaluation | Pondération | Indicateurs mesurés |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|
| Projet/Travaux pratiques (1 et 2) | 20 % | 3.2, 4.3 |
| Travaux pratiques (3 et 4) | 15 % | 3.2, 4.3 |
| Devoir | 5 % | 1.4 |
| Examen intra | 20 % | 1.4, 3.3 |
| Examen final | 40 % | 1.4, 3.3, 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. | <i>Moins de 52 %</i> | <i>Entre 52 et 63 %</i> | <i>Entre 64 et 83 %</i> | <i>Plus de 84 %</i> |
| 3.2 – Mettre en œuvre des investigations documentaires, des expériences et/ou des prototypes. | <i>Mise en œuvre inacceptable</i> | <i>Mise en œuvre partielle</i> | <i>Mise en œuvre acceptable</i> | <i>Mise en œuvre remarquable</i> |
| 3.3 – Analyser les limites liées aux outils, techniques de mesure, modèles ou simulations au regard des résultats obtenus. | <i>Analyse inadéquate ou inexistante</i> | <i>Analyse partielle</i> | <i>Analyse adéquate</i> | <i>Analyse exhaustive</i> |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| 4.3 – Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests. | <i>Création de modèles, simulations, prototypes et/ou exécution de tests inadéquate ou inexistante</i> | <i>Création acceptable de modèles, simulations, prototypes, mais exécution de tests insuffisante</i> | <i>Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests adéquates</i> | <i>Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests remarquables</i> |
| 9.2 – Décrire l'impact d'activités liées au génie sur l'environnement dans le respect du cadre législatif en vigueur. | <i>Description inadéquate ou inexistante</i> | <i>Description acceptable, mais avec quelques lacunes</i> | <i>Description adéquate</i> | <i>Description remarquable</i> |

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 :

1. Gilbert M. Masters (2004). Renewable and efficient electric power systems. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
2. Janaka Ekanayake et al. (2012). Smart grid: technology and applications. John Wiley & Sons, Chichester, U.K. ISBN : 9780470974094.
3. Principles of electric machines and power electronics. P.C. Sen, Éditeur : John Wiley & Sons (Hoboken, New Jersey, 2014) ISBN : 9781118078877.
4. Ali Keyhani (2011). Design of smart power grid renewable energy systems. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J. ISBN : 9780470627617.
5. S. Haykin (1994). Neural networks; a comprehensive foundation. IEEE Press. ISBN : 0-02-352761-7.
6. H. Paul Williams (2013). Model building in mathematical programming. Fifth edition. John Wiley & Sons.
7. Miguel F. Anjos and Juan A. Gómez (2017) Operations Research Approaches for Building Demand Response in a Smart Grid. Leading Developments from INFORMS Communities.
8. Miguel F. Anjos, Steven A. Gabriel, and Carla Guerra (2015). L'énergie au Québec et au Canada. Institut de l'énergie Trotter, Polytechnique Montréal, Canada. <http://iet.polymtl.ca/?ddownload=2252&lang=fr>.
9. H. Karimi, A. Yazdani and R. Iravani, "Negative-Sequence Current Injection for Fast Islanding Detection of a Distributed Resource Unit," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 23, no. 1, pp. 298-307, Jan. 2008. doi: 10.1109/TPEL.2007.911774.
10. H. Karimi, H. Nikkhajoei and R. Iravani, "Control of an Electronically-Coupled Distributed Resource Unit Subsequent to an Islanding Event," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 23, no. 1, pp. 493-501, Jan. 2008. doi: 10.1109/TPWRD.2007.911189.
11. M. Karimi-Ghartemani and H. Karimi, "Processing of Symmetrical Components in Time-Domain," in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 22, no. 2, pp. 572-579, May 2007. doi: 10.1109/TPWRS.2007.894860.

12. H. Karimi, Y. Seyedi and M. Karimi-Ghartemani, "A Robust and Simple Phase-Locked Loop for Unbalanced Power Grid Applications," IEEE 28th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Vancouver, BC, Canada, 2019, pp. 29-34. doi: 10.1109/ISIE.2019.8781486.
13. 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.
14. A. Brissette, H. Karimi, M. Karimi-Ghartemani and K. Sheshyekani, "A Robust and Structurally Simple Controller for Inverter Applications," 2019 IEEE 28th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Vancouver, BC, Canada, 2019, pp. 445-450, doi: 10.1109/ISIE.2019.8781495.
15. 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.

9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>



PHASE 3 DU PROTOCOLE DE MODALITÉ DES ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT — HIVER 2021
ANNEXE DE CONTINGENCE OBLIGATOIRE¹
POUR LES PLANS DE COURS EN HYBRIDE, EN PRÉSENTIEL ET EN NON-PRÉSENTIEL AVEC
EXAMENS EN PRÉSENTIEL²

| | | | | | |
|----------------|----------------------|-----------------|----|---|---------|
| Sigle : | GEN1763 | Groupe : | 01 | Modalité initiale du cours³ : | Hybride |
| Titre : | Réseaux intelligents | | | | |

| | |
|--|---------------------------|
| Supports numériques à l'enseignement en non-présentiel qui seraient privilégiés : (plateformes, logiciels, applications, sites, etc. — Exemples : Zoom, Teams, Moodle, courriels...) | : Zoom, Moodle, courriels |
|--|---------------------------|

ADAPTATION DU CALENDRIER

| Séances/ dates | Activités prévues en présentiel ⁴ | Activités de remplacement en non-présentiel |
|----------------|--|---|
| 01 : 14/01 | | |
| 02 : 21/01 | | |
| 03 : 28/01 | TP1 (29/01) | Sera fait en non-présentiel (Zoom et Lab Virtuel) |
| 04 : 4/02 | TP2 (5/02) | Sera fait en non-présentiel (Zoom et Lab Virtuel) |
| 05 : 11/02 | | |
| 06 : | | |
| 07 : | | |
| 08 : | | |
| 09 : | | |
| 10 : | | |
| 11 : | | |
| 12 : | | |
| 13 : | | |
| 14 : | | |
| 15 : | | |

¹ Insérez cette annexe dûment remplie à votre plan de cours (copier-coller, ou, insérer une/des page(s) dans Word). Les notes de bas de pages peuvent demeurer au sein de l'annexe ajoutée.

² Selon les directives de la santé publique, l'UQO pourrait devoir ne plus donner accès à l'ensemble de ses campus – ou certains de ses campus selon les zones. Elle émettrait alors en ce sens un avis à sa collectivité universitaire. L'ensemble des séances de cours et d'examens en présentiel devraient ainsi avoir lieu en non-présentiel.

³ **PRÉSENTIEL** : L'ensemble des séances de cours se donnent sur un des campus de l'UQO. **NON-PRÉSENTIEL** : Aucun cours ne se donne en présentiel. Toutefois, des séances d'examen pourront être possibles en présentiel, en fonction des directives de la santé publique et de l'UQO. **HYBRIDE** : Alternance, selon le calendrier proposé au plan de cours, entre des séances en présentiel et en non-présentiel. Des séances d'examen pourront être possibles en présentiel, en fonction des directives de la santé publique et de l'UQO.

⁴ Ici, vous pouvez copier-coller les activités déjà prévues à votre plan de cours initial. Selon la modalité initiale de votre cours, il se peut que vous ayez 15 séances d'activités (cours et/ou examens) à remplacer, ou seulement quelques séances d'activités (cours et/ou examens).