

**Sigle : GEN1663 Gr. 01**

**Titre : Électronique de puissance**

**Session : Automne 2024 Horaire et local**

**Professeur : Rezkallah, Miloud**

**1. Description du cours paraissant à l'annuaire :**

**Objectifs**

Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure: d'analyser le fonctionnement et de modéliser le comportement des convertisseurs statiques.

**Contenu**

Introduction à l'électronique de puissance et à ses applications. Caractéristiques des composants réactifs (condensateurs, inductances) et semi-conducteurs de puissance (diodes, thyristors, MOSFET, IGBT, GTO). Étude des différents montages redresseurs à diodes avec et sans isolation galvanique. Conversion courant alternatif à courant alternatif : gradateurs monophasés et triphasés, commande des gradateurs. Conversion courant continu à courant continu : hacheur abaisseur, hacheur élévateur, hacheur abaisseur-élévateur, réversible et flyback. Conversion courant continu à courant alternatif : onduleurs monophasés et triphasés, lois de commande des onduleurs, calcul des harmoniques. Études des filtres de puissance. Analyse, modélisation et simulation, calcul et réalisation des montages redresseurs, hacheurs et onduleurs de puissance pour différentes applications industrielles.

Descriptif – Annuaire

**2. Objectifs spécifiques du cours :**

Le cours couvre 6 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-dagrément>) :

- a. Qualité 1 : Connaissance en génie
- b. Qualité 2 : Analyse de problèmes
- c. Qualité 3 : Investigation
- d. **Qualité 4 : Conception**
- e. **Qualité 5 : Utilisation d'outils d'ingénierie**
- f. **Qualité 6 : Travail individuel et en équipe**

**Les qualités 4, 5 et 6 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.**

Objectifs spécifiques	Qualité	Indicateurs	Introduit	Développé	Appliqué
Concevoir des solutions dans le cadre d'un projet de conception qui répondent aux exigences.	4	3. Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests.			x
Démontrer sa capacité à utiliser des outils d'ingénierie, des ressources, des techniques généralement employés par un ingénieur et à les appliquer tout en comprenant les contraintes connexes.	5	2. Utiliser les outils, techniques de mesure, modèles ou simulations appropriés.			x

Travailler en équipe.	6	2. Contribuer équitablement au travail d'équipe.		x	
-----------------------	---	--	--	---	--

### 3. Stratégies pédagogiques :

Les formules suivantes seront utilisées :

1. Cours magistral (une période par semaine).
2. Problèmes à solutionner se rattachant au cours.
3. Séances de laboratoire. La présence lors de ces séances est obligatoire.
4. Lecture personnelle.

#### Insertion du cours dans le programme :

- Le cours est obligatoire dans le programme de génie électrique. Le cours GEN1153 - Électrotechnique est prérequis.

**Séances de cours en présentiel**, de 3 h/semaine comprenant les stratégies pédagogiques suivantes :

#### Travaux pratiques/ Séances d'exercices en présentiel :

- Le laboratoire est sous la responsabilité de M. Ali Abdallah Guire: (abdallahguire.ali@uqo.ca), 819 595-3900, poste 1863, Bureau B-0180. Il sera disponible lors des séances prévues à l'horaire.
- Une assistance technique sera assurée par un technicien du département (Abdelkrim Chebihi). Le technicien ne sera disponible que lors de la séance de laboratoire prévue à l'horaire.
- Seul.es les étudiant.es inscrit.es au cours sont autorisé.es à être dans le laboratoire durant la séance de travaux pratiques (TP).
- L'étudiant.e doit se préparer adéquatement et rester faire son TP pendant les 3 heures allouées et l'assistant de TP doit constater son travail et sa performance.
- Le matériel requis pour l'exécution d'un TP est disponible seulement durant la plage horaire réservée aux TP de ce cours.

#### Éthique et professionnalisme :

- La démarche éthique en relation avec la pratique professionnelle conforme à la déontologie de l'Ordre des ingénieurs du Québec suppose l'acquis de valeurs qui se manifestent par une conduite professionnelle, ainsi que socialement et éthiquement responsable. L'exercice de ce sens de l'éthique et de ce professionnalisme vous est demandé au travers des consignes.

#### Incidence sur la santé et la sécurité :

- La politique du département en matière de santé et sécurité s'applique.
- Des notions de travail et de conception sécuritaire seront abordées lors de diverses séances du cours.
- Les règlements spécifiques au fonctionnement des laboratoires seront abordés lors du premier laboratoire.

#### Absence aux travaux pratiques :

La présence aux travaux pratiques (TP) est obligatoire. À défaut de se présenter à la période convenue, la note zéro (0) sera accordée pour ledit TP. Dans un délai d'une semaine de la tenue du TP, l'étudiant(e) peut, pour des motifs valables et sur présentation de pièces justificatives, demander une reprise du TP. Il ou elle doit se présenter au département et remplir le formulaire approprié. Il est du droit du département de refuser tout report de TP et, le cas échéant, toute demande de révision de note reliée à l'absence. En cas d'absence à plus d'une séance, la session tout entière sera compromise.

Un retard de plus de quinze (15) minutes est équivalent à une absence. Les étudiants en retard ne sont donc pas admis à leur séance de TP, car des instructions de sécurité importantes y sont données au début.

Pour ne pas perturber le déroulement des travaux pratiques ainsi que l'aspect de sécurité, les étudiant(e)s ne doivent pas quitter la séance de laboratoire, sauf pour un motif sérieux avec la permission du chargé de TP. À défaut de se présenter à la période convenue, la règle d'absence aux travaux pratiques sera appliquée.

### **Cours magistraux :**

La participation et les échanges en classe sont les bienvenus. Le respect va dans les deux (2) sens. Veuillez respecter vos collègues et vos professeurs en classe (ne pas être un élément perturbateur) et vous serez traité avec le même respect en retour. 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, veuillez en informer le professeur au début du cours et minimiser votre perturbation en occupant un siège près de la porte.

Par ailleurs, dans l'intérêt de tous et pour créer un climat calme et propice à l'apprentissage, vous devez garder dans votre sac tous les objets TIC pouvant affecter l'attention des autres étudiants et celle du professeur. Ceci inclut l'ordinateur portable, le téléphone cellulaire (en mode fermé ou silencieux) et autres outils de communication (SMS, etc.), journaux et lecteurs MP3. Votre collaboration sera grandement appréciée par le professeur et les autres étudiant(e)s. En effet, 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 étudiant(e)s.

### **Plagiat :**

- Les sanctions prévues à la politique institutionnelle sur le plagiat seront appliquées aux étudiant(e)s identifié(e)s par le professeur ou chargé de cours.

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

Sur rendez-vous par courriel (miloud.rezkallah@uqo.ca).

## **5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :**

<b>Semaine</b>	<b>Thèmes</b>	<b>Dates</b>
1	<b>Chapitre 1 : Généralités sur l'électronique de puissance</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Définition et outils de base pour analyser les circuits de l'électronique de puissance</li><li>• Conversion de l'énergie électrique par convertisseurs de puissance</li><li>• Divers types de convertisseurs de puissance</li></ul> Lire « <a href="#">Les exigences et consignes de sécurité durant les TP</a> » et passer le quiz avant le TP1.	06 sep. 2024
2	<b>Chapitre 1 (suite)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Composants qui constituent les convertisseurs statiques</li><li>• Semi-conducteurs de puissance</li><li>• Caractéristiques générales d'utilisation</li></ul>	13 sep. 2024
3	<b>Chapitre 2 : Redresseurs à diodes</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Principe de fonctionnement des redresseurs à diode</li><li>• Grandeurs caractérisant les montages redresseurs</li><li>• La diode</li><li>• Les différents montages redresseurs à diodes</li></ul>	20 sep. 2024
4	<b>Férialé - Jour de la vérité et réconciliation</b>	27 sep. 2024

5	<p><b>Chapitre 2 (suite)</b></p> <p><b>Initiation du projet</b></p> <p><b>Travail pratique 1 :</b> Redresseur monophasé et triphasé à diodes (25 sept. 2024)</p>	4 oct. 2024
6	<p><b>Chapitre 3 : Redresseurs à thyristors</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le thyristor</li> <li>• Redresseur à simple alternance commande</li> <li>• Redresseur à double alternance à point milieu</li> <li>• Redresseur double alternance en pont commandé</li> <li>• Redresseur double alternance en pont mixte</li> <li>• Gradateur monophasé</li> <li>• Système triphasé équilibre</li> <li>• Redresseur triphasé</li> <li>• Redresseur triphasé commandés</li> </ul> <p><b>Travail pratique 2 :</b> Thyristors de puissance (9 oct. 2024)</p>	11 oct. 2024
7	<p><b>Semaine d'études</b></p>	18 oct. 2024
8	<p><b>Chapitre 4 : Hacheurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacheur abaisseur de tension</li> <li>• Hacheur élévateur</li> <li>• Hacheur abaisseur-élévateur</li> <li>• Calcule du filtre de sortie pour un hacheur abaisseur</li> <li>• Calcule du filtre de sortie pour un hacheur élévateur</li> <li>• Calcule du filtre de sortie pour un hacheur abaisseur-élévateur</li> <li>• Hacheurs réversibles</li> <li>• Alimentation à découpage Fly-back</li> </ul> <p><b>Travail pratique 3 :</b> Convertisseur Buck (30 oct. 2024)</p>	25 oct. 2024
9	<p><b>Examen de mi-session</b></p>	01 nov. 2024
10	<p><b>Chapitre 4 ( suite)</b></p> <p><b>Travail pratique 4 :</b> Convertisseur Boost et Buck / Boost (06 nov. 2024)</p>	08 nov. 2024
11	<p><b>Chapitre 5 Redresseur triphasé, onduleurs monophasés et triphasés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redresseur triphasé non-commandé en pont</li> <li>• Redresseur triphasé commandés simple voie</li> <li>• Redresseur triphasé non-commandé en pont</li> <li>• Pont mixte</li> <li>• Phénomènes d'empiétement et protection de redresseur</li> </ul>	15 nov. 2024
12	<p><b>Chapitre 6 : Onduleurs monophasés et triphasés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onduleur monophasé en demi-pont</li> <li>• Onduleur triphasé en pont</li> <li>• Contrôle des onduleurs</li> </ul> <p><b>Travail pratique 5 :</b> Redresseurs / onduleur à thyristors triphasés (20 nov. 2024)</p>	22 nov. 2024
13	<p><b>Chapitre 7 : Convertisseurs multiniveaux</b></p>	29 nov. 2024

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convertisseur Clampé par le Neutre (NPC)</li> <li>• Convertisseur Multicellulaire Série (condensateur flottant)</li> <li>• Convertisseur multicellulaire série p cellules N niveaux</li> </ul>	
14	<b>Présentation orale du projet</b>	06 déc. 2024
15	<b>Examen final</b>	13 déc. 2024

## 6. Évaluation du cours :

Outils d'évaluation	Pondération	Indicateurs évalués
Travaux pratiques (5 séances)	20 %	5.2 et 6.2
Projet	25 %	4.3 et 6.2
Examen de mi-session	25 %	
Examen final	30 %	

- Un projet de conception à effectuer en équipe de 2 ou 3 au cours de la session sera soumis aux étudiant(e)s. Il sera à remettre à la fin de la session. Le travail se faisant par étapes, il sera effectué en continu au fur et à mesure que les notions seront vues au cours de la session.
- Tout appareil électronique personnel (cellulaires et autres outils de communication, lecteurs MP3...) est interdit pendant les examens et l'utilisation non autorisée d'un tel dispositif électronique sera considérée comme une fraude selon le terme de la procédure concernant les infractions relatives aux études et sanctions. Le professeur retire automatiquement l'examen à l'étudiant(e) et ce dernier ou cette dernière obtient la note zéro (0) pour cette évaluation.
- La note de passage est fixée à 52 %.
- Il faut obtenir une moyenne minimale de 52 % au total des deux examens pour que les notes des travaux pratiques et projet comptent dans le calcul de la note finale.
- Il faut obtenir une moyenne minimale de 50 % aux travaux pratiques pour que les notes des travaux comptent. La présence aux travaux pratiques est obligatoire.
- Aucun délai pour la remise des travaux pratiques et devoirs ne sera négociable (sauf force majeure) et une note de zéro (0) sera attribuée. Le rapport doit être remis via le site Moodle du cours.

Indicateurs	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
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 adéquats.	Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests remarquables.
5.2 - Utiliser les outils, techniques de mesure, modèles ou simulations appropriés.	Utilisation inadéquate ou inexistante.	Utilisation partielle.	Utilisation adéquate.	Utilisation remarquable
6.2 - Contribuer équitablement au travail d'équipe.	Contribution inexistante ou controversée.	Contribution minimale.	Contribution équitable.	Contribution exceptionnelle.

## 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)

Tolérance **ZÉRO** en matière de violence à caractère sexuel.

Le Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement (BIPH) a pour mission d'accueillir, soutenir et guider toute personne vivant une situation de harcèlement, de discrimination ou de violence à caractère sexuel. Le BIPH oriente ses actions afin de prévenir les violences à caractère sexuel pour que nous puissions étudier, travailler et s'épanouir dans un milieu sain et sécuritaire.

Vous vivez ou êtes une personne témoin d'une situation de violence à caractère sexuel ? Vous êtes une personne membre de la communauté étudiante ou une personne membre du personnel, autant à Gatineau qu'à Ripon et St-Jérôme, l'équipe du BIPH est là pour vous, sans jugement et en toute confidentialité.

Ensemble, participons à une culture de respect.

Pour de plus amples renseignements consultez [UQO.ca/biph](https://uqo.ca/biph) ou écrivez-nous au [Biph@uqo.ca](mailto:Biph@uqo.ca)

## 8. Principales références :

1. L. Lasne, « Électronique de puissance : Cours, études de cas et exercices corrigés », 3<sup>e</sup> éd., DUNOD, 2020.
2. G. Séguier & al, « Électronique de puissance : structures, commandes », applications 10<sup>e</sup> éd., DUNOD, 2015.
3. N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbin, "Power Eletronics: Concerters, Applications, and Design", Wiley, third edition, 2003.
4. M.H. Rashid, "Power Electronics: Circuits Devices and Applications", Prentice Hall, 2004.
5. N. Mohan, Power electronics, A First Course, Wiley, 2012.
6. T.J. Maloney, "Modern Industrial Electronics", Prentice Hall, 2004.
7. Mokhtari, Mohand, and Nadia Martaj. Electronique Appliquée, Electromécanique sous Simscape & SimPowerSystems (Matlab/Simulink). Springer Science & Business Media, 2012.
8. Pinard, Michel. Convertisseurs et électronique de puissance: Commande, description, mise en oeuvre-Applications avec Labview. Dunod, 2007.

## 9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>