



## IGEE 405 – ELE8455 – Systèmes électromécaniques

### Plan de cours Automne 2021

**Professeur :** Handy Fortin Blanchette, Professeur – École de technologie supérieure  
Adresse électronique : [handy.fortin-blanchette@etsmtl.ca](mailto:handy.fortin-blanchette@etsmtl.ca)

**Consultation :** Les étudiants qui désirent rencontrer le professeur sont priés de prendre rendez-vous par courriel au préalable afin de s'assurer de sa disponibilité.

**Équivalences :**

ELEC 435	Electromechanical Energy Conversion Systems (Concordia)
ELE550	Machines électriques (ÉTS)
ELE8455	Systèmes électromécaniques (Polytechnique Montréal)
GEL-3001	Machines électriques (Université Laval)
ECSE 470	Electromechanical Systems (Université McGill)
GEI 165	Systèmes électromécaniques (Université de Sherbrooke)
6GEI361	Machines électriques et entraînements (UQAC)
GEN43605	Machines électriques (UQAR)
GEN4333	Machines électriques : Analyses et applications (UQAT)
GEN1753	Machines électriques (UQO)
GEI1046	Machines électriques (UQTR)

**Site Internet :** [www.moodle.polymtl.ca](http://www.moodle.polymtl.ca) - Rechercher ELE8455 – Systèmes électromécaniques

**Manuel :** Les notes de cours sont disponibles par téléchargement sur Moodle (sous l'onglet ELE8455).

**Cours :** Jeudi : 9 h 30 – 12 h 20  
Polytechnique Montréal – Pavillon Lassonde – Local M-2201  
Des documents audiovisuels sont disponibles en tout temps sur le site Moodle pour chaque séance de cours. Un rappel de la matière ainsi que des exemples seront réalisés durant les plages horaires des séances de cours prévues à l'horaire. Afin de conserver le plus de flexibilité possible en raison de la pandémie, des instructions seront fournies aux étudiants.es tout au long de la session.

**Laboratoire :** Jeudi : **13 h 45 – 16 h 35 - Groupe 1 et groupe 2** tels que spécifiés en page 3  
Si requis : vendredi : **12 h 45 – 15 h 45 Groupe 3** tel que spécifié en page 3  
Endroit : Les laboratoires de simulation seront réalisés à Polytechnique Montréal, mais un support zoom sera également offert. Pour les laboratoires exigeants du matériel, les étudiants(es) devront se rendre au laboratoire de Polytechnique Montréal. Si la situation pandémique n'est pas favorable au cours de la session, des données numériques seront fournies afin d'effectuer les analyses.  
Chargé de laboratoire : M. Saad Belgana  
Adresse électronique : [saad.belgana@polymtl.ca](mailto:saad.belgana@polymtl.ca)

**Objectifs :** Le cours « Systèmes électromécaniques » offre comme objectif général une formation en apprentissage et en analyse des techniques associées à la caractérisation et au fonctionnement des machines électriques utilisées dans des applications industrielles les plus diverses, qui vont des usines d'épuration des eaux usées aux centrales de cogénération d'énergie électrique. La poursuite de cet objectif se fera par des activités d'enseignement et d'apprentissage dont les buts principaux s'énoncent comme suit :

- Objectifs :**
- Identifier le domaine technologique et la terminologie qui lui y est associée;
  - Faire une acquisition de connaissances scientifiques : Étude par modèles analytiques, régimes de fonctionnement, caractérisation technique du matériel;
  - Développer l'esprit d'analyse et de synthèse : Choix approprié de montages, environnement opérationnel, simulation numérique du comportement, performances électriques;
  - Sensibiliser le candidat à l'impact technologique : Spécification fonctionnelle, éléments de devis technique, normes, contraintes économiques et sécurité.

<b>Évaluation</b>	Devoirs (3 obligatoires) + préparation des TP 1 et 2 :	20 %
	Examen de mi-session (toute documentation permise) :	20 %
	Examen final (toute documentation permise) :	25 %
	<b>Travaux pratiques</b>	
	• Exécution des séances et rapports de laboratoire :	35 %
	<b>Total :</b>	<b>100 %</b>

- Travaux pratiques :**
- Projet partie 1 – Développement d'une commande vectorielle (MSAP) (9 %)
  - Projet partie 2 – Intégration comm. vect. dans un véhicule électrique (8 %)
  - Caractérisation paramétrique d'une machine asynchrone à cage (9 %)
  - Machine synchrone en mode moteur et générateur (9 %)

- Modalités d'exécution :**
- 1) Chaque équipe de laboratoire se compose minimalement de deux (2) étudiants (maximum quatre (4) si le nombre d'étudiants est plus important) et demeure inchangée pendant toute la session. Les équipes seront formées en début de session.
  - 2) Chaque équipe doit compléter, avant chaque séance, une préparation adéquate (c.-à-d. schéma de câblage du montage, procédure de mesure, calculs préliminaires, simulations (lorsqu'exigées) et tableaux d'enregistrement des résultats. À cette fin, une copie propre de cette préparation **doit être téléversée sur le site Moodle selon les directives fournies en classe**, au plus tard **sept (7) jours** après le cours où les directives associées à la séance auront été données. Cette préparation sera évaluée et commentée; elle sera ensuite remise soit au laboratoire ou soit en classe, assez tôt pour que les étudiants puissent en prendre connaissance avant de déposer leur rapport final de séance. Les étudiants non préparés perdent leur évaluation de préparation et pourraient se voir refuser l'accès au laboratoire.
  - 3) Le rapport d'une séance de TP se doit d'être un texte concis qui contient tout ce qui est pertinent au travail associé à la séance : But, appareils utilisés, tableaux d'enregistrement de résultats, calculs, simulations, réponses aux questions, commentaires et conclusion.
  - 4) Tous les membres de l'équipe doivent téléverser une copie du rapport sur Moodle. Ce rapport, associé à une séance spécifique, devra être remis obligatoirement pour évaluation, au plus tard dix (10) jours après l'exécution de la séance.
  - 5) Le travail au laboratoire doit s'accomplir aux périodes statutaires; tout travail fait en dehors des périodes allouées doit être exécuté sous la surveillance du personnel autorisé; veuillez-vous informer des consignes de sécurité à ce sujet.
  - 6) Tous les devoirs doivent être téléversés sur le site Moodle selon les directives fournies en classe, à la date inscrite sur l'énoncé.

**IGEE 405 – ELE8455 – Systèmes électromécaniques**  
**Horaire détaillé – Automne 2021**

Sem	Date	Sujets	Chapitre Sections	Devoirs	Laboratoires et séminaire en virtuel
1 (B1)	<b>2 sept</b>	Introduction générale des machines électriques. Analyse des systèmes mécaniques en rotation.	Chapitre 1		
2 (B2)	9 sept.	Calcul et bilan de puissance des systèmes électromécaniques.	Chapitre 2		
3 (B1)	16 sept.	Étude des circuits magnétiques à entrefer et induction. Modélisation de la machine CC. Concept de plan de neutralité et mécanisme de redressement de la tension.	Chapitre 3	<b>Devoir #1</b>	
4 (B2)	23 sept.	Principe du changement de référentiel dans les machines électriques. Application aux MSAP.	Chapitre 4		Groupe 2 - A-328 (J)
5 (B1)	30 sept.	Étude de la commande vectorielle des MSAP (avec sources idéales et modulateurs de largeur d'impulsions (MLI-PWM)).	Chapitre 5	<b>Devoir #2</b>	Groupe 1 - A-328 (J)
6 (B2)	7 oct.	Principes de conversion électromécanique basée sur la variation de l'énergie.	Chapitre 6		Groupe 2 - A-328 (J)
	<b>14 oct.</b>	<b>Semaine de relâche</b>			
7 (B1)	<b>21 oct.</b>	<b>Examen de mi-session</b>			Groupe 1 - A-328 (J)
8 (B2)	28 oct.	Modélisation de la machine asynchrone à cage dans le référentiel qd0. Caractéristiques en régime permanent de la machine à cage et à rotor bobiné.	Chapitre 7		
9 (B1)	4 nov.	Étude de la construction de la machine synchrone à rotor bobiné. Modèle équivalent en régime permanent. Étude du fonctionnement en mode générateur.	Chapitre 8	<b>Devoir #3</b>	Groupe 1 - A-236 (J)
10 (B2)	11 nov.	Modélisation de la machine synchrone en mode moteur. Étude du principe de compensation synchrone.	Chapitre 9		Groupe 2 - A-236 (J)
11 (B1)	18 nov.	Étude du principe et modélisation de la synchronisation sur le réseau des machines synchrones.	Chapitre 10	<b>Devoir #4</b>	Groupe 1 - A-328 (J)
12 (B2)	25 nov.	Sujets complémentaires liés à la machine synchrone : Isolation, courbes de capacités.	Chapitre 11		Groupe 2 - A-328 (J)
13 (B1)	2 déc.	Principe et mise en équation de la machine synchrone à pôles saillants.	Chapitre 12		<b>Séminaire : M. Quentin Bricard, ing. Andritz-Hydro Canada inc.</b>
	<b>À confirmer</b>	<b>Examen final</b>			

Note : La période d'examens aura lieu du 10 au 23 décembre 2021 inclusivement.