


5.00 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2
--------------	-----------------	----

Enseignants	Dehez Bruno ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Ce cours suppose acquises des notions en électromagnétisme (énergie magnétique, flux magnétique, loi d'ampère, loi de Lenz-Faraday, ...) et en théorie des circuits (étude en régime permanent sinusoïdal de circuits mono et triphasés mettant en l'uvre des résistances, des capacités, des inductances couplées, utilisation des phaseurs, ...) telles qu'enseignées dans les cours LEPL1202 et LELEC1370.
Thèmes abordés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformateurs monophasés et triphasé</li> <li>• Théorie générale des convertisseurs électromécaniques</li> <li>• Machines à champ tournants</li> <li>• Machines asynchrones</li> <li>• Machines synchrones</li> <li>• Machines à courant continu</li> </ul>
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil électricien », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AA1.1, AA1.2, AA1.3</li> <li>• AA3.3</li> <li>• AA5.4</li> </ul> <p><b>Acquis d'apprentissage spécifiques du cours:</b></p> <p>Plus précisément, au terme du cours, l'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• relier les concepts fondamentaux (loi de Faraday, énergie et co-énergie magnétique) aux équations électriques et mécaniques générales d'un convertisseur électromécanique;</li> <li>• en déduire, en régime permanent, les modèles (équations et schémas équivalents) de la machine à champ tournant, de la machine asynchrone (triphasee ou monophasée), de la machine synchrone et de la machine à courant continu (à collecteur ou à commutation électronique);</li> <li>• établir, en régime permanent, le modèle (équations et schéma équivalent) du transformateur (monophasé ou triphasé);</li> <li>• déterminer expérimentalement les paramètres de ces modèles;</li> <li>• exploiter ces modèles, notamment via les diagrammes phasoriels, pour prédire les conditions de fonctionnement en fonction des conditions d'alimentation et de charge;</li> </ul> <p>En outre, l'étudiant pourra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer et interpréter les grandeurs caractéristiques d'un convertisseur électromécanique ou d'un transformateur</li> <li>• identifier les principales structures de convertisseurs électromécaniques à champ tournant</li> <li>• établir les conditions permettant de garantir la conversion d'énergie dans un convertisseur électromécanique à champ tournant</li> <li>• expliquer le principe de fonctionnement du moteur universel</li> <li>• expliquer les différentes solutions permettant d'augmenter le couple de démarrage, de réduire le courant de démarrage ou de faire varier la vitesse d'un convertisseur électromécanique</li> <li>• expliquer le fonctionnement des régulateurs associés aux machines synchrones fonctionnant en génératrice ainsi que leur mode de démarrage et de synchronisation sur le réseau.</li> </ul>

<p>Modes d'évaluation des acquis des étudiants</p>	<p>Les étudiants seront évalués :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collectivement sur base des rapports des deux laboratoires réalisés en cours de quadrimestre par groupe de 4 à 5 étudiants ;</li> <li>• Individuellement sur base d'un examen écrit pour la partie exercice du cours et d'un examen oral pour la partie théorique.</li> </ul> <p>Pour la partie écrite de l'examen, aucun document n'est autorisé, hormis un formulaire de deux pages A4 rédigé par l'étudiant et ne contenant que des formules, des schémas ou des graphes (aucune résolution d'exercices). La note finale est la moyenne pondérée des notes obtenues pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les rapports des deux laboratoires, à raison de 20% ;</li> <li>• L'examen écrit portant sur les exercices, à raison de 40% ;</li> <li>• L'examen oral portant sur la théorie, à raison de 40%.</li> </ul> <p>Les notes relatives aux rapports des laboratoires ne sont acquises qu'en cas de présence/participation aux laboratoires. Elles sont par ailleurs acquises en première session et conservées en cas de seconde session.</p> <p>L'utilisation des logiciels d'IA génératives tels que chatGPT est autorisée uniquement pour l'assistance à la rédaction des rapports demandés dans le cadre de ce cours. Cependant, dans ce cas de figure, une annexe devra clairement renseigner, pour chacune des sections concernées, de quelle manière l'IA a été utilisée (recherche de l'information, rédaction et/ou correction du texte, ...). Par ailleurs, il reste que les sources d'information externes doivent être systématiquement citées en respectant les normes de référencement bibliographique.</p>
<p>Méthodes d'enseignement</p>	<p>L'enseignement se fait sous forme de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13 cours magistraux ;</li> <li>• 7 séances d'exercices ;</li> <li>• 2 séances de laboratoires classiques ;</li> <li>• 3 séance de laboratoires virtuels.</li> </ul> <p>Les séances de laboratoires classiques sont réalisées par groupe de 4 ou 5 étudiants et mènent à la rédaction d'un rapport de synthèse intervenant dans l'évaluation finale du cours.</p> <p>Les séances de laboratoires virtuels sont réalisées de manière autonome par les étudiants. Une séance de consultation est néanmoins organisée pour chacun de ces laboratoires.</p> <p>La plateforme Moodle comporte également une série de questionnaires à choix multiple permettant aux étudiants d'évaluer et approfondir leur compréhension des notions principales vue au cours. Cette plateforme comporte également une série d'illustrations et de compléments destinés à mieux s'approprier la matière vue au cours.</p> <p>Suivant la situation sanitaire, les activités d'enseignement peuvent être organisées en présentiel, en distanciel ou de manière mixte.</p>
<p>Contenu</p>	<p>Les convertisseurs électromécaniques transforment l'énergie électrique en énergie mécanique, et inversement. Ils jouent un rôle crucial dans de nombreux domaines, tels que la production d'énergie ou la mobilité électrique, et constituent de ce fait un maillon essentiel de la transition énergétique. Dans ce contexte, comprendre le fonctionnement de ces convertisseurs et l'impact de leurs conditions de fonctionnement sur leur comportement et leurs performances énergétiques forment les objectifs généraux de ce cours. Plus spécifiquement, il couvre le contenu suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les transformateurs monophasés : rappel des notions de base des circuits monophasés; fonction et utilité; structures; lois fondamentales; modèles du transformateur idéal, du transformateur parfait et du transformateur réel; fonctionnement en charge; rendement énergétique; aspects constructifs; identification des paramètres</li> <li>- Les transformateurs triphasés : rappel des notions de base des circuits triphasés; constitution; modes de connexion; circuit équivalent monophasé; identification des paramètres</li> <li>- La théorie générale des convertisseurs électromécaniques : classification des convertisseurs; structure; hypothèses de base; équations électriques; énergie et co-énergie magnétiques; couple électromagnétique</li> <li>- Les machines à champ tournant : structure; champ tournant; équations; alimentation, notation phasorielle; circuit équivalent; impact de la saturation; marche en machine synchrone et asynchrone; autres structures de machines à champ tournant</li> <li>- La machine asynchrone triphasée : conditions d'utilisation; dispositions constructives particulières; équations, circuit équivalent, diagramme phasoriel (diagramme du cercle); caractéristique couple-vitesse; point de fonctionnement; impacts des matériaux magnétiques; rendement énergétique; problèmes d'utilisation (couple-courant de démarrage vs rendement, réglage de la vitesse); applications particulières (déphaseur et régulateur d'induction, axe électrique - Selsyn, synchronoscope, amortisseur Leblanc); identification des paramètres</li> <li>- La machine asynchrone monophasée : structures; principe; équations</li> <li>- La machine synchrone : applications; dispositions constructives particulières; équations; schémas équivalents; diagramme vectoriel; point de fonctionnement (stabilité); rendement énergétique; réglage de la puissance active et réactive; régulateurs associés aux alternateurs; marche en moteur et en alternateur isolé; démarrage et synchronisation sur le réseau; identification des paramètres</li> <li>- La machine à courant continu à collecteur : dispositions constructives particulières; structure de base; équations; commutation linéaire; modes de fonctionnement et d'excitation; modes de démarrage; rendement énergétique; moteur universel</li> <li>- La machine à courant continu à commutation électronique : structure de base; principe général</li> </ul>
<p>Ressources en ligne</p>	<p>Moodle</p>

<https://moodle.uclouvain.be/course/view.php?id=1893>

Bibliographie	- Transparents du cours - Enoncés et solutionnaires d'exercices - Notices de laboratoires et laboratoires virtuels - Illustrations et compléments au cours - QCM - Livre de référence : B. Dehez, D. Grenier, F. Labrique, E. Matagne, Electromécanique. Principes physiques, Principaux Convertisseurs, Principales applications, Presses universitaires de Louvain, 1er éd., 372p.
Faculté ou entité en charge:	ELEC

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Filière en Electricité	FILELEC	5		
Mineure Polytechnique	MINPOLY	5		