

2EL1320 - Conversion d'énergie

Responsables : **Marc PETIT**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT SYSTÈMES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Type de cours : **Electif 2A**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Catégorie d'électif : **Sciences de l'ingénieur**

Niveau avancé : **oui**

Présentation, objectifs généraux du cours :

La production et l'utilisation d'énergie ne se conçoivent désormais que dans le respect de l'environnement et de critères stricts de développement durable. Par ailleurs, la disponibilité de l'énergie sous une forme adéquate est la clé du développement de nouvelles applications dans tous les domaines, des transports à la conception d'appareils mobiles. Ainsi, l'ensemble des secteurs d'activité doivent aujourd'hui se donner les moyens de maîtriser l'énergie électrique, seul vecteur à même de répondre à ces besoins. Le cours de conversion d'énergie introduit les principaux objets, moteurs et générateurs, permettant les transformations entre énergie électrique et énergie mécanique. Il traite également des principes et dispositifs électroniques permettant d'optimiser le transfert d'énergie entre source et charge électriques. Les convertisseurs concernés sont omniprésents dans le transport d'énergie et les énergies renouvelables, mais aussi dans la plupart des objets modernes consommateurs d'électricité.

Le cours commence par le positionnement des principes et des systèmes qui vont être étudiés par rapport aux bases déjà acquises par les étudiants dans le domaine de l'énergie électrique. L'accent est mis sur les enjeux industriels et économiques de la maîtrise de l'énergie. La première partie du cours est consacrée à l'étude des machines électriques tournantes à courant alternatif, qui sont aujourd'hui des acteurs majeurs dans la production et la consommation d'énergie électrique. En s'appuyant sur les bases de l'électromagnétisme basse fréquence et de la mécanique, on introduit les principes de fonctionnement des machines synchrone et asynchrone afin d'obtenir une modélisation de type circuit utilisable en régime permanent. Il devient alors possible de dresser un bilan énergétique de la conversion et de présenter quelques modes de pilotage. Dans une seconde partie, on aborde les composants et les convertisseurs électroniques de puissance. On souligne l'intérêt du fonctionnement électronique en commutation et son lien avec les aspects topologique et thermique de la conception. Les différentes structures sont ensuite présentées en s'appuyant sur une méthodologie qui permet d'établir une classification des convertisseurs en fonction des sources et charges électriques concernées et de la réversibilité éventuelle du transfert d'énergie.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

Prérequis :

pré-requis souhaité : Cours de sciences pour l'ingénieur 1A « Energie électrique » ou équivalence

Plan détaillé du cours (contenu) :

Introduction

Conversion d'énergie et génie électrique

Concepts généraux sur les machines à courant alternatif

Distribution sinusoïdale de champ - Création de champ tournant - Réalisation pratique

Machine synchrone en régime permanent

Principe et réalisation pratique - Équations fondamentales - Schéma équivalent - Fonctionnement en alternateur - Utilisation en moteur

Moteur asynchrone en régime permanent

Principe et réalisation pratique - Équations fondamentales - Schéma équivalent - Mise en œuvre sur un réseau à fréquence fixe - Alimentation à fréquence variable

Bases de l'électronique de puissance

Principes des convertisseurs statiques : fonctions réalisées, structures classiques - Interrupteur idéal, interrupteurs réels : régime de commutation, pertes - Principaux composants : propriétés fondamentales, principes de commande, domaines d'utilisation, limites

Convertisseurs continu-continu

Objectifs - Hacheurs : structures fondamentales - Différents régimes de fonctionnement - Réversibilité - Applications

Convertisseurs continu-alternatif

Objectifs - Onduleurs monophasés : structures fondamentales - Modes de fonctionnement, différentes lois de commande - Onduleurs triphasés

Convertisseurs alternatif-continu

Objectifs - Ponts redresseurs : montages de base en monophasé et en triphasé - Réversibilité, onduleur assisté - Impact sur la source d'alimentation, facteur de puissance

Déroulement, organisation du cours :

CM(7x1H30) // TD(8x1H30) // TP(2x3H)// EE(2H)

Organisation de l'évaluation :

L'évaluation se fera par un examen écrit de 2 heures en deux parties :

partie 1, questions de cours sans documents

partie 2, exercices avec documents .

Les travaux pratiques seront pris en compte pour 20% dans la note finale du module. L'absence à une séance donnera la note 0 au TP concerné.

Moyens :

Equipe enseignante (noms des enseignants des cours magistraux) : Marc Petit

Taille des TD (par défaut 35 élèves) : 18 (pour un effectif de 72 étudiants)

Salles de TP (département et capacité d'accueil) : Travaux Pratiques en binôme ou trinôme (selon effectif) en salles MF.008, MF.009 et MF.010 (Eiffel)

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

À l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables :

- d'analyser une chaîne de conversion d'énergie pour une éolienne ou pour du transport d'électricité à courant continu
- construire une chaîne simplifiée de conversion d'énergie
- de maîtriser le fonctionnement de l'ensemble des composants de base du génie électrique
- de choisir et mettre en oeuvre une machine à courant alternatif dans le cadre d'une application à vitesse stabilisée
- d'effectuer un choix de convertisseur de puissance et d'adapter structure et commande à une problématique de conversion d'énergie

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

- C1.3 Apply problem-solving through approximation, simulation and experimentation.
- C1.4 Design, detail and corroborate a whole or part of a complex system.
- C2.1 Deepen a field of engineering sciences or a scientific discipline

Bibliographie :

Polycopiés "Machine synchrone - Moteur à induction" et "Electronique de Puissance"
Seguier, Notelet, Electrotechnique industrielle, Ed Lavoisier
Seguier, Electronique de puissance, Dunod