

MASTER ENERGIE ELECTRIQUE - CONVERSION, MATERIAUX, DEVELOPPEMENT DURABLE

RÉSUMÉ DE LA FORMATION

Type de diplôme : Master (LMD)

Domaine ministériel : Sciences, Ingénierie et Technologies

Mention : Electronique, énergie électrique, automatique

ETABLISSEMENTS COACCREDITÉS

* UNIVERSITE TOULOUSE 3

PLUS D'INFOS

Crédits ECTS : 120

Niveau d'étude : BAC +5

Public concerné

* Formation initiale

* Formation continue

Nature de la formation : Parcours

EN SAVOIR PLUS

<http://www.enseeiht.fr/fr/index.html>



Présentation

Ce Master a pour objectif de former des Concepteur de systèmes de communication, des Ingénieurs développement de composants, des Ingénieurs Temps-Réel - embarqué, des Ingénieurs R&D ainsi que des Ingénieurs en électronique de puissance.

La mention de ce Master comprend 8 parcours types. La description ci-dessous correspond au parcours Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable (E2-CMD).

A l'issue de ce parcours, le diplômé doit avoir acquis les connaissances suivantes :

- Production d'études techniques d'un projet dans les domaines de l'électronique, énergie électrique et automatique (EEA), dans le respect des objectifs de qualité, de coût et de délais préalablement définis
- Proposition, à partir d'un cahier des charges, des solutions techniques adéquates (études ou fonctions complètes)
- Analyse des besoins utilisateurs et identification des axes d'amélioration ou de développement produit
- Rédaction de spécifications techniques et définition des spécificités du projet
- Conduite d'études de conception en assurant la cohérence générale du système et la mise en application des règles propres au métier
- Identification des outils et méthodes à mettre en place en phase de développement
- Capitalisation et transmission des connaissances

- Encadrement d'équipe dans sa spécialité telles que : systèmes embarqués, télécommunication, systèmes temps réel, traitement du signal, imagerie médicale, robotique, énergie électrique, plasmas.

- Veille technologique et concurrentielle de l'entreprise dans son domaine d'activité

Ainsi que les compétences ou capacités attestées :

- Mobiliser des méthodes et techniques d'analyse et de conception des systèmes relevant du domaine de l'électronique, énergie électrique et automatique (EEA)

- Modéliser différents aspects comportementaux d'un système relevant du domaine de l'électronique, énergie électrique et automatique (EEA)

- Coordonner et gérer globalement un projet d'étude et/ou de recherche

- Communiquer de façon claire et non ambiguë, en français et en anglais, dans un registre adapté à un public de spécialistes ou de non spécialistes en utilisant les supports appropriés.

- Questionner une thématique, élaborer une problématique, mobiliser les ressources pour documenter un sujet.

- Intégrer les aspects organisationnels et humains de l'entreprise afin de s'adapter et participer à son évolution future.

- Conduire une analyse réflexive et distanciée prenant en compte les enjeux, les problématiques et la complexité d'une demande ou d'une situation afin de proposer des solutions adaptées et/ou innovantes

- Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en oeuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif

- Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation

- Actualiser ses connaissances par une veille dans son domaine, en relation avec l'état de la recherche et l'évolution de la réglementation

- Evaluer et s'autoévaluer dans une démarche qualité

- S'adapter à différents contextes socio-professionnels et interculturels, nationaux et internationaux

- Rédiger des cahiers des charges, des rapports, des synthèses et des bilans,

- Utiliser les outils numériques de référence et les règles de sécurité informatique pour acquérir, traiter, produire et diffuser de l'information de manière adaptée ainsi que pour collaborer en interne et en externe;

Contenu de la formation

Plein temps pour les semestres 7, 8 et 9, le semestre 10 est un stage.

Organisation de la formation

MASTER ENERGIE ELECTRIQUE - CONVERSION, MATERIAUX, DEVELOPPEMENT DURABLE M2

Conditions d'accès

Accès en 2ème année de Master : sauf cas de validation, l'accès en 2ème année de Master est subordonné à l'obtention des 60 premiers crédits du programme de Master dans un domaine compatible avec la formation. L'admission s'effectue sur dossier, en fonction des capacités d'accueil et sur critères exclusivement pédagogiques.

Composante

École Nationale Supérieure d'Électrotechnique d'Électronique d'Informatique d'Hydraulique et des Télécommunications

Lieu(x) de la formation

Toulouse

Contact(s) administratif(s)

n7@enseeiht.fr

MASTER ENERGIE ELECTRIQUE - CONVERSION, MATERIAUX, DEVELOPPEMENT DURABLE M2

PLUS D'INFOS

Crédits ECTS : 60

Organisation de la formation

· M2 Energie Electrique - Conversion, Matériaux, Dév. durable

· M2 E2-CMD Semestre 9

A choix: 1 Parmi 1 :

· Parcours TAEE (E2-CMD) sem 9

· UE SYSTEMES ET RESEAUX (SRP)

· Matière Conception par optimisation et système

Pré-requis nécessaires

Mathématiques : fonctions de plusieurs variables

Objectifs

Connaitre les différentes classes de méthodes d'optimisation et savoir les appliquer à des problèmes de conception par optimisation en génie électrique

Description

Partie : Conception par optimisation

Introduction à l'optimisation

- Contexte et importance de l'optimisation
- Formulation d'un problème d'optimisation
- Classification des méthodes d'optimisation

Méthodes d'optimisation unidimensionnelles

- Méthodes d'intervalles (dichotomie, Fibonacci, nombre d'or)
- Méthodes d'interpolation

- Recherche du passage par zéro de la dérivée

Méthodes d'optimisation multidimensionnelles

- Méthodes analytiques : gradient, gradient accéléré, gradient conjugué, Gauss-Newton, Quasi-Newton (BFGS, DFP)
- Heuristiques géométriques : Méthodes de Gauss-Seidel, Powell, Hooke & Jeeves, Nelder & Mead
- Méthodes stochastiques : Random Walk, recuit simulé, algorithmes évolutionnaires, méthodes de nichage, essais particuliers

Optimisation sous contraintes

- Formalisation du Lagrangien
- Condition d'optimalité de KKT
- Méthodes de pénalisation

Optimisation multiobjectif

- Optimalité au sens de Pareto
- Classification des méthodes d'optimisation multiobjectif
- Méthodes de pondération, objectif idéal, objectifs bornés, lexicographique, logique floue

Applications en Génie Electrique

- Optimisation d'un connecteur HT
- Identification de paramètres
- Dimensionnement optimal d'une locomotive hybride
- Optimisation d'une chaîne éolienne passive

Partie : Conception système

- Matière SEA, Hybridation, Réseaux Embarqués

Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en électronique de puissance et en machines électriques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

Compétences visées

Connaître les architectures des systèmes énergétiques hybrides.

Connaître les caractéristiques énergie/puissance des sources d'énergie.

Etre capable d'analyser une mission d'un système énergétique et de juger sur l'intérêt de son hybridation.

Proposer une stratégie de gestion d'énergie permettant de respecter les performances énergétiques des sources d'énergie d'un système hybride.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

Volume horaire

10.5

Responsable(s)

JAAFAR Amine
Amine.Jaafar@enseeiht.fr
Tel. 2379

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Conditionnement réseaux énergie

Pré-requis nécessaires

Onduleurs de tension MLI, principe et filtrage.

Objectifs

Connaître les fonctionnalités de l'onduleur de tension raccordé à un réseau de distribution d'énergie électrique.

Compétences visées

Savoir dimensionner un onduleur de tension et ses éléments de filtrage pour un raccordement à un réseau de distribution d'énergie électrique.

Description

Cet enseignement concerne les principes de mise en oeuvre d'un onduleur de tension MLI sur un réseau électrique. Le réglages des puissances active et réactive ainsi que le filtrage actif des harmoniques sont présentés. Le dimensionnement de l'onduleur de tension et de ses éléments de filtrage sont illustrés dans le cadre d'un bureau d'étude.

Méthode d'enseignement

En présence

- Matière CVS pour réseaux HVDC

Pré-requis nécessaires

Redresseurs triphasés à thyristors

Onduleurs de tension

Règles d'association des cellules de commutation et des convertisseurs statiques.

Objectifs

Connaître les topologies de convertisseurs utilisées pour le transport d'énergie électrique en courant continu haute tension.

Compétences visées

Savoir dimensionner et modéliser une station de conversion AC/DC pour le transport d'énergie électrique en courant continu haute tension.

Description

Cet enseignement présente les topologies de conversion utilisées pour le transport d'énergie électrique en courant continu haute tension : redresseurs à thyristors, onduleurs de tension, convertisseurs modulaires multiniveaux. Un bureau d'étude portant sur le dimensionnement d'une liaison HVDC illustre les cours.

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

"High Voltage Direct Current Transmission", J. Arrillaga, Editions IET

"Design, Control, and application of Modular Multilevel Converters for HVDC transmission systems", K. Sharifabadi, L. Harnefors, HP. Nee, S. Norrga, R. Teodorescu. Editions Wiley, ISBN:9781118851562

- UE CONCEPTION DES CVS

- Matière Conception et associations de CVS

Pré-requis nécessaires

Cellules de commutation

Approche énergétique de la conception des convertisseurs statiques

Objectifs

Connaître les règles d'association de cellules de commutation ou de convertisseurs élémentaires.

Concevoir une architecture de conversion pour répondre à un cahier des charges particulier.

Compétences visées

Savoir mettre en oeuvre des associations de cellules ou de convertisseurs pour répondre à un cahier des charges.

Description

Ce module d'enseignement traite des différentes possibilités d'association de cellules de commutation et de convertisseurs élémentaires. Les règles de base étant posées, les associations différentielle, série et parallèle sont présentées. Les associations de convertisseurs avec lien énergétique AC ou DC sont ensuite développées.

Volume horaire

21

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Association de cellules de commutation - Éléments de synthèse des convertisseurs statiques, Techniques de l'ingénieur, d3168.

Association de convertisseurs assurant une liaison énergétique, Techniques de l'ingénieur, d3178.

· **Matière Journées thématiques**

· **Matière Modélisation, Commande avancée, Architecture**

· **UE CVS et systèmes avancés**

· **Matière Fiabilité CVS**

· **Matière CEM**

· **Matière CVS X niveaux, commande vectorielle**

· **Matière Mécanismes commutation et intégration fonctionnelle**

· **UE Actionneurs et générateurs**

· **Matière Commande des actionneurs dans leur environnement**

· **Matière TER Commande actionneurs**

· **Matière Sources, réversibilités, stockage**

Pré-requis nécessaires

Compétences de base en génie électrique

Objectifs

L'objectif de cours est de connaître et de comprendre le principe de fonctionnement des principales sources d'énergie électrique ainsi que les éléments de stockage de l'énergie.

A la fin du cours, l'étudiant connaît également les modèles statiques et dynamiques de certains composants électrochimiques : pile à combustible et batterie.

L'étudiant sera aussi capable d'identifier les différentes architectures de conversion de l'énergie éolienne.

Compétences visées

- Comprendre le principe de fonctionnement des sources d'énergie et des éléments de stockage.
- Etre capable d'utiliser le modèle adéquat d'une source ou d'un élément de stockage en fonction du problème étudié.
- Etre capable d'identifier et de comparer les différentes architectures de conversion de l'énergie éolienne.

Description

Ce cours permet à l'étudiant de connaître les différentes sources d'énergie électrique, des différents éléments de stockage de l'énergie et des vecteurs énergétiques propres.

Une modélisation des composants électrochimiques (pile à combustible, batterie) est proposée.

Concernant les énergies renouvelables, l'étudiant découvre à travers ce cours les différentes configuration de conversion de l'énergie éolienne.

La conversion photovoltaïque n'est pas traitée dans ce cours (vue en 2ème année).

Volume horaire

8.75

Responsable(s)

JAAFAR Amine
Amine.Jaafar@enseeiht.fr
Tel. 2379

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Formation SABER

- Matière Systèmes multidimensionnels

Objectifs

Savoir analyser les problèmes spécifiques aux systèmes multi-entrées et multi-sorties au niveau de leur représentation et leur commande. Savoir formuler la représentation d'état et analyser l'observabilité et la commandabilité du système.

Volume horaire

14

Méthode d'enseignement

En présence

- UE Métier de l'ingénieur

- Matière BE industriel

- Matière Management de projet

- UE Sciences humaines

- Matière Anglais 3GEA semestre 9

- Matière Soutenance stage 2A

- Matière CV, Entretien

- UE UE Conception Intégration de Puissance et Matériaux

- Matière Drivers, intégration

Pré-requis nécessaires

Connaissance des concepts de base relatifs aux caractéristiques principales du transistor de puissance (paramètres, technologie, MOSFET / IGBT), ainsi que celles relatives aux alimentations à découpage.

Objectifs

À l'issue de la première partie de la formation relative à l'analyse des mécanismes de commutation des transistors de puissance, les étudiants seront capables de déterminer les performances dynamiques d'un montage complet impliquant le circuit Driver dans son environnement en montrant qu'ils sont aptes à analyser des formes d'ondes lorsqu'il est nécessaire de déterminer les pertes globales liées à la commutation.

À l'issue de la seconde partie consacrée à l'étude des perturbations dues à la présence des imperfections du montage, les étudiants seront capables de lire une fiche technique et d'effectuer des choix pertinents en montrant qu'ils maîtrisent les concepts relatifs au circuits Driver et à ses enjeux CEM lorsqu'il est nécessaire de mettre en œuvre les cellules de commutation d'une alimentation à découpage.

Compétences visées

- Savoir lire la fiche technique d'un circuit Driver pour estimer les pertes liées au dispositif de contrôle,
- avoir une connaissance approfondie du comportement des cellules de commutation,
- être capable de faire les bons choix de composants lors de la conception d'une carte de puissance,
- Obtenir une bonne compréhension des règles de conception liées au dessin du circuit imprimé pour minimiser les problèmes de CEM dus aux commutations.

Description

Le cours est divisé en 3 parties distinctes :

- 1) le comportement d'un transistor MOSFET ou IGBT au cours d'un événement d'amorçage est analysé en détail (tension grille-source V_{gs} vs charges de grille Q_g , comportement des condensateurs C_{gs} , C_{gd} , C_{ds} , du plateau Miller, équations du dI/dt et dV_{ds}/dt),

- 2) les fonctions périphériques du circuit Driver : circuits Bootstrap, pompe de charge, alimentations isolées, transmission du signal de commande isolé et immunité au dv/dt , redressement synchrone, notion de temps-mort, influence des composants parasites (inductifs et capacitifs) pendant un événement de commutation,

- 3) la mise en œuvre physique du circuit Driver (au niveau circuit intégré) et l'étude des topologies résonantes (principe et rendement énergétique).

Une session de travaux pratiques utilisant le simulateur Cadence-PSpice aide à illustrer par le biais d'analyses de formes d'onde les différents concepts abordés dans le cours, à savoir: les événements d'amorçage et de blocage, la conception d'un circuit à pompe de charge, le comportement d'un circuit Driver résonant.

Volume horaire

8.75 HC + 7 HBE

Responsable(s)

COUSINEAU Marc
Marc.Cousineau@enseeiht.fr
Tel. 2431

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

A. D. Pathak, « [MOSFET/IGBT Drivers Theory And Applications](#) » - IXYS Colorado.

B. Multon, S. Lefebvre, « MOSFET et IGBT : circuits de commande », TI, D3 233.

Yuhui Chen and all, « A resonant MOSFET gate driver with efficient energy recovery », IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 19, No. 2, March 2004.

• Matière Intégration Puissances Magnétiques

• Matière Intégration Puissance et Composants condensateurs

• Matière Matériaux : Modélisation, élaboration, caractérisation

• UE UE Diélectriques et Isolation

• Matière Formation TLV / UPS

· Matière Isolation Machines électriques & modules puissance

· Parcours TEMA (E2-CMD) sem 9

· UE Physique des dispositifs électromagnétiques

· Matière Plasmas

· Matière Electrodynamique

· Matière Modélisation des phénomènes couplés

· Matière Couplage électromécanique et milieux fluides

· UE Conversion électromécanique de l'énergie

· Matière Conception des machines et des actionneurs électromécaniques

· Matière TER Modélisation Num. et Dimensionnement des Mach. Elect.

· Matière Conception mécanique des convertisseurs électromécaniques

· Matière Générateurs électriques

· Matière Caractérisation d'un capteur de vitesse

· Matière Optimisation statique : Conc. par optimi. des actionneurs

· Matière Théorie et technique de bobinages des machines électriques

· UE Architecture des systèmes mécatroniques

· Matière Formation SABER

· Matière Propriétés fondamentales des convertisseurs statiques

· Matière Compatibilité électromagnétique

- Matière TER Commande des actionneurs électriques

- Matière Estimation filtrage

- Matière Stratégie de commande des actionneurs électriques

- UE Contrôle, Surveillance et Diagnostic des systèmes

- Matière Commande optimale

Objectifs

Connaître et savoir utiliser les résultats de base de la recherche d'extrema de fonctionnelles, avec ou sans contraintes. Appliquer ces techniques à des problèmes de commande de systèmes dynamiques.

Méthode d'enseignement

En présence

- Matière Surveillance et diagnostic des systèmes

Objectifs

Have a global vision of what are monitoring and diagnostic

Know different monitoring and diagnostic methods and their fields of application

Identify the main functions involved in monitoring and diagnostic

Description

Course work

- * Degradation and faults in electromechanical systems, static converters, passive components (capacitors and inductors), cables and insulators,
- * Introduction to diagnosis, supervision and health monitoring, principles and example of existing protections and monitoring solution
- * Introduction to dependability
- * Classification of diagnosis approaches: model and signal based diagnosis methods, examples of degradation monitoring and fault detections
- * Several examples of condition monitoring and diagnosis methods
- * Design of experiments as a degradation and lifespan modelling method

Lab project on diagnosis and supervision

1 . Illustration of signal-based methods:

- detection of mechanical unbalance through spectral analysis. (Fast Fourier Transform, Concordia transform).
- detection of driver drowsiness using time-frequency approaches (Short time Fourier transform, Student T-test, ROC curves).

2. Experimental nonlinear lifespan modeling of electrical wire insulation samples (Design of Experiments, Analysis of Variance)

Volume horaire

19h

Responsable(s)

MAUSSION Pascal
Pascal.Maussion@enseeiht.fr
Tel. 2364

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

English

Bibliographie

- R. Isermann, Fault-Diagnosis Applications, ISBN: 978-3-642-12766-3, 354 pages, Springer, 20011.
- J.C. Trigeassou, Electrical Machines Diagnosis, ISBN: 9781848212633, 334 pages, Wiley, 2011
- W. Zhang - Fault detection, ISBN 978-953-307-037-7, 512 pages, InTech, 2010
- G. Zwigelstein, Diagnostic des défaillances, Hermès, Paris, 1995
- M. Pillet, Introduction aux plans d'expériences, Editions d'Organisation Université

- Matière Systèmes multidimensionnels**Objectifs**

Savoir analyser les problèmes spécifiques aux systèmes multi-entrées et multi-sorties au niveau de leur représentation et leur commande. Savoir formuler la représentation d'état et analyser l'observabilité et la commandabilité du système.

Volume horaire

14

Méthode d'enseignement

En présence

- Matière Optimisation continue**Volume horaire**

14h

Méthode d'enseignement

En présence

- UE Mécatronique appliquée**- Matière COMACH****- Matière Management de projet**

- Matière Méthodes de Recherche Bibliographique

- Matière TER Commande avancée

- Matière TER Optimath

- UE Métier de l'ingénieur

- Matière Anglais 3GEA semestre 9

- Matière Soutenance stage 2A

- Matière CV, Entretien

- UE UE Conception Intégration de Puissance et Matériaux

- Matière Drivers, intégration

Pré-requis nécessaires

Connaissance des concepts de base relatifs aux caractéristiques principales du transistor de puissance (paramètres, technologie, MOSFET / IGBT), ainsi que celles relatives aux alimentations à découpage.

Objectifs

À l'issue de la première partie de la formation relative à l'analyse des mécanismes de commutation des transistors de puissance, les étudiants seront capables de déterminer les performances dynamiques d'un montage complet impliquant le circuit Driver dans son environnement en montrant qu'ils sont aptes à analyser des formes d'ondes lorsqu'il est nécessaire de déterminer les pertes globales liées à la commutation.

À l'issue de la seconde partie consacrée à l'étude des perturbations dues à la présence des imperfections du montage, les étudiants seront capables de lire une fiche technique et d'effectuer des choix pertinents en montrant qu'ils maîtrisent les concepts relatifs au circuits Driver et à ses enjeux CEM lorsqu'il est nécessaire de mettre en œuvre les cellules de commutation d'une alimentation à découpage.

Compétences visées

- Savoir lire la fiche technique d'un circuit Driver pour estimer les pertes liées au dispositif de contrôle,
- avoir une connaissance approfondie du comportement des cellules de commutation,
- être capable de faire les bons choix de composants lors de la conception d'une carte de puissance,
- Obtenir une bonne compréhension des règles de conception liées au dessin du circuit imprimé pour minimiser les problèmes de CEM dus aux commutations.

Description

Le cours est divisé en 3 parties distinctes :

- 1) le comportement d'un transistor MOSFET ou IGBT au cours d'un événement d'amorçage est analysé en détail (tension grille-source V_{gs} vs charges de grille Q_g , comportement des condensateurs C_{gs} , C_{gd} , C_{ds} , du plateau Miller, équations du dI/dt et dV_{ds}/dt),

- 2) les fonctions périphériques du circuit Driver : circuits Bootstrap, pompe de charge, alimentations isolées, transmission du signal de commande isolé et immunité au dv/dt , redressement synchrone, notion de temps-mort, influence des composants parasites (inductifs et capacitifs) pendant un événement de commutation,

- 3) la mise en œuvre physique du circuit Driver (au niveau circuit intégré) et l'étude des topologies résonantes (principe et rendement énergétique).

Une session de travaux pratiques utilisant le simulateur Cadence-PSpice aide à illustrer par le biais d'analyses de formes d'onde les différents concepts abordés dans le cours, à savoir: les événements d'amorçage et de blocage, la conception d'un circuit à pompe de charge, le comportement d'un circuit Driver résonant.

Volume horaire

8.75 HC + 7 HBE

Responsable(s)

COUSINEAU Marc
Marc.Cousineau@enseeiht.fr
Tel. 2431

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

A. D. Pathak, « [MOSFET/IGBT Drivers Theory And Applications](#) » - IXYS Colorado.

B. Multon, S. Lefebvre, « MOSFET et IGBT : circuits de commande », TI, D3 233.

Yuhui Chen and all, « A resonant MOSFET gate driver with efficient energy recovery », IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 19, No. 2, March 2004.

- Matière Intégration Puissances Magnétiques

- Matière Intégration Puissance et Composants condensateurs

- Matière Matériaux : Modélisation, élaboration, caractérisation

- UE UE Diélectriques et Isolation

- Matière Formation TLV / UPS

- Matière Isolation Machines électriques & modules puissance

- Parcours Eco-Energie (E2-CMD) sem 9

- UE CONCEPTION SYSTEMIQUE ET ECO-CONCEPTION

Pré-requis nécessaires

Bases mathématiques et programmation Matlab

Objectifs

Acquisition de différents outils d'optimisation et de conception des systèmes énergétiques multiphysiques : Optimisation multicritères, ACV,

Description

Cours magistraux :

- Optimisation et prise de décision
- Analyse de Cycle de vie, Eco-conception
- Bond graph
- Procédés et chaînes d'énergie

Bureaux d'Etude :

- Conception procédés
- Conception chaînes énergie
- ACV

Responsable(s)

SARENI Bruno
Bruno.Sareni@enseeiht.fr
Tel. 2060/2361

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement

Français

- Matière BER Conception par optimisation

- Matière BER ACV

- Matière BER Conceptions procédés

- Matière Conception et Analyse Procédés

Objectifs

Il s'agit de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour modéliser et analyser des procédés et des chaînes logistiques « énergie » en utilisant les méthodologies du génie des procédés.

Description

* Conception et Analyse de Procédés Durables

- Formulation du problème
- Métrique de Développement Durable
- Critères techniques, énergétiques, environnementaux, sociaux

- * Optimisation d'un procédé dans un simulateur modulaire
- La conception des procédés assistée par ordinateur
- Qu'est-ce qu'un simulateur de procédés ?
- Modélisation et simulation d'un procédé - Approche modulaire séquentielle
- Conception d'un procédé - Approche modulaire simultanée
- Application à l'optimisation d'un procédé
-
- * Modélisation et optimisation de chaînes logistiques « énergie »
- Principes de modélisation d'une chaîne logistique « énergie »
- Illustration dans un **bureau d'études de conception d'une chaîne « hydrogène »**

- * Modélisation et optimisation d'un éco-parc industriel
- Comprendre les enjeux de la mise en œuvre d'une politique d'écologie industrielle (mutualisation énergie-eau) dans un contexte d'économie circulaire
- Analyser les flux de matières et d'énergies entre les entités de l'éco-parc
- Illustration dans un **bureau d'études de conception des échanges au sein d'un éco-parc** via une optimisation multiobjectif (critère environnemental et critère économique) et analyse des solutions obtenues.

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

Sustainable Development in Practice: Case Studies for Engineers and Scientists, 2nd Edition

Adisa Azapagic (Editor), Slobodan Perdan (Co-Editor)

ISBN: 978-0-470-71872-8 February 2011

· Matière Modélisation systémique en Bond Graph

Pré-requis nécessaires

Notions élémentaires en physique (éléments sur la puissance et l'énergie) en électricité (formalisme circuit), en mécanique et hydraulique. Connaissances élémentaires en électronique de puissance (convertisseurs DC DC) et en conversion électromécanique.

Objectifs

Présentation de l'outil de modélisation multiphysique Bond Graph

Description

Part A : concepts théoriques de base des Bond Graphs

concepts généraux pour la modélisation pour les systèmes énergétiques multiphysiques ;

Eléments et composants de base des Bond-Graphs ;

Construction de Bond Graphs en électricité, mécanique and hydraulique ;

Exemples multidisciplinaires: EHA (Electro-Hydraulic Actuator), Générateur Photovoltaïque

Propriétés Causales des Bond Graphs : sens physique des couplages énergétiques, vision mathématique et Automatique ;

Du Bond Graph causal à l'analyse des systèmes : établissement formalisé d'une fonction de transfert à partir des chemins causaux

Part B. Applications : le Bond Graph en "electrical engineering"

Modèle à granularité variable de cellules de commutation et de convertisseurs statiques en électronique de puissance

Modèles pour la conversion électromécanique (machines électriques)

Exemples de systèmes en electrical engineering : systèmes hybrides à énergies renouvelables

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

X. Roboam & al, "Conception systémique pour la conversion d'énergie électrique ¹, Gestion, analyse et synthèse", paru Septembre 2012 aux éditions Hermes, ISBN 978-2-7462-3192-4

G. Dauphin-Tanguy, Les Bond Graphs, édition Hermès, Paris, 2000

- Matière Ecoconception, ACV, gestion de projet

Objectifs

- Comprendre la démarche d'une analyse de cycle de vie ;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée ;

Etre en mesure d'appliquer la méthode d'analyse de cycle de vie

Description

Introduction : de l'écobilan à l'ACV, les normes ISO 14040

- Principe Général de l'ACV

- Présentation des quatre étapes de l'ACV :

1-Définition des objectifs du système :

Objectif et champ de l'étude ;

Fonction du produit ou du système ;

Unité fonctionnelle et flux de références ;

Arbre des processus ;

Exemples d'application ;

2- Inventaire des émissions et extractions

Base de données d'inventaire (ex. EcoInvent...)

Exemple d'inventaire des extractions et émissions (fabrication d'alumine ...)

Méthode de calcul de l'inventaire des extractions et émissions

Bilan énergétique et bilan de CO2

3- Analyse de l'impact environnemental

Méthode d'interprétation des données d'inventaire

Caractérisation intermédiaire : calcul du score d'impact intermédiaire

Caractérisation des dommages : calcul du score de caractérisation de dommages

4- Interprétation

- Méthodologie de réalisation d'une ACV : Approche itérative (Evaluation préliminaire ou screening, Analyse détaillée), calcul « à la main », présentation sommaire des logiciels de calculs existants.

Programme et contenu du Bureau d'étude :

- * Réalisation d'une analyse de cycle de vie de panneaux solaires photovoltaïques, utilisation du logiciel SimaPro

Présentation des résultats sous forme de rapport et d'exposé oral

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

Méthode d'enseignement

Hybride

Langue d'enseignement
Français

Bibliographie

Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan, Olivier Jolliet, Myriam Saadé, Pierre Crettaz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes

- Matière Conception par Optimisation

Objectifs

Il s'agit de donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour appréhender le domaine de l'optimisation et, plus généralement, de l'aide à la décision : l'objectif principal de ce module n'est pas tant la présentation d'une collection d'algorithmes et de techniques utilisés comme autant de recettes, mais plutôt la présentation d'une démarche, dont le pré requis indispensable est la formalisation du problème à traiter.

. Une étude de cas dans le domaine de la conception d'un système énergétique illustre les concepts.

Description

L'objectif de ce cours est de présenter des méthodes d'optimisation multiobjectif et d'aide à la décision pour la résolution d'un problème, en vue de sélectionner une solution de compromis parmi une multitude de solutions possibles.

Principes des méthodes d'optimisation multiobjectif

Classification des différentes méthodes : méthodes scalaires, interactives, « floues », méthodes à base de métaheuristiques, méthodes d'aide à la décision ;

Présentation des méthodes scalaires et illustration à travers la résolution de problèmes analytiques simples ;

Intérêt et principes des méthodes à base de métaheuristiques : algorithmes génétiques multi-objectifs ;

Présentation des méthodes d'aide à la décision : relation d'ordre, relation d'équivalence, relation de préférence, définition d'un critère. Illustration à travers la méthode TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) ;

Etude de cas en bureau d'études: cogénération chaleur-électricité par une turbine à gaz : formulation du problème, optimisation multi-objectif et aide à la décision sur la base de critères techniques, économiques et environnementaux.

Responsable(s)
SARENI BRUNO

Méthode d'enseignement
En présence

Langue d'enseignement
Français

Bibliographie

Optimisation multiobjectif 2002, Y. Collette, P. Siarry

- UE SYSTEMES HYBRIDES, SMART-GRIDS ET STOCKAGE ELECTROCHIMIQUE

- Matière BER Systèmes énergétiques hybrides

Pré-requis nécessaires

Pour suivre ce BER, l'étudiant doit suivre les trois cours suivants :

- Modélisation Systémique en Bond Graph
- Hybridation énergétiques des systèmes
- Composants électrochimiques

Objectifs

L'objectif de ce BER est d'appliquer le formalisme Bond Graph pour la modélisation d'un système multiphysique. Il s'agit ici d'un EHA (actionneur électrohydrostatique) d'un Airbus 320.

Le BER consiste également à alimenter l'EHA par un système énergétique hybride : pile à combustible associée à un supercondensateur. L'étudiant est amené à évaluer l'intérêt de l'hybridation, dimensionner les sources d'énergie/puissance et appliquer une stratégie de gestion d'énergie permettant de respecter les caractéristiques dynamiques des sources.

Compétences visées

- Modéliser à l'aide du formalisme Bond Graph un système multiphysique ;
- Analyser les transferts d'énergie et les couplages énergétiques dans un système multiphysique ;
- Analyser la mission d'un système et évaluer l'intérêt de son hybridation ;
- Dimensionner les sources d'un systèmes hybrides (pile à combustible et supercondensateur) ;
- Appliquer une stratégie de gestion d'énergie fréquentielle à un système hybride.

Description

Ce BER consiste à appliquer le formalisme Bond Graph pour la modélisation d'un EHA (actionneur électrohydrostatique) d'un Airbus 320. En effet, l'EHA est un système multiphysique permettant de mettre en évidence différents couplages énergétiques au sein d'un même composant : l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique en passant par un système hydraulique.

Le BER consiste également à alimenter l'EHA par un système énergétique hybride. En effet, l'étudiant est amené à analyser la mission du système (ici l'EHA durant une séquence de vol) et de juger sur l'intérêt de son hybridation. L'hybridation consiste ici à associer une pile à combustible de technologie PEM (Membrane Echangeuse de Protons) à un supercondensateur. L'étudiant est amené à dimensionner les sources et appliquer une stratégie de gestion d'énergie fréquentielle permettant de respecter les caractéristiques dynamiques des sources du système hybride.

Volume horaire

10h30

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière BER Piles à combustibles

Pré-requis nécessaires

- Principe de fonctionnement d'une pile à combustible et d'un électrolyseur.
- Modèle quasi-statique et modèle dynamique d'une pile à combustible.

Objectifs

- Evaluer deux méthodologies complémentaires de caractérisation expérimentale d'un composant électrochimique :
Tracé dynamique de courbe tension-courant.

Spectroscopie d'impédance.

- Paramétrer un modèle dynamique de pile à combustible de technologie PEM à partir des caractérisations expérimentales effectuées.

- Evaluer le comportement dynamique de la pile PEM face à des perturbations générées par la connexion de convertisseurs statiques.

Compétences visées

- Montage électrique et fluide d'une manipulation de conversion d'énergie à base d'un électrolyseur et d'une pile à combustible.

- Maîtriser deux méthodologie de caractérisation des composants électrochimiques : le traçage dynamique de la courbe tension-courant et la spectroscopie d'impédance.

- Identification paramétrique : obtenir les paramètres du modèle d'un composant à partir des caractérisations expérimentales.

Description

- Evaluer deux méthodologies complémentaires de caractérisation expérimentale :

- La première caractérisation expérimentale est utilisée dans ce BER pour paramétrer un modèle quasi-statique de pile PEM, codé avec un formalisme de type circuit électrique.

La seconde est utilisée dans ce BER pour obtenir les principaux éléments d'un modèle d'impédance.

- La combinaison des différents paramètres obtenus est également utilisée pour paramétrer un modèle dynamique « fort signal ».

- Une fois le modèle élaboré, il s'agit d'évaluer le comportement dynamique de la pile PEM pour des fréquences supérieures au Hz , et plus particulièrement le comportement dynamique de la pile face à des perturbations générées par la connexion de convertisseurs statiques.

Volume horaire

10h30

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Réseaux électriques décentralisés, embarqués

Objectifs

- * Connaître les critères caractéristiques (sécurité, stabilité...) d'un réseau électrique embarqué ou décentralisé par rapport à un réseau de distribution classique.
- * Appréhender les éléments principaux (stockage...) utilisés dans le dimensionnement d'un tel réseau.
- * Proposer différentes architectures de réseaux par rapport à un cahier des charges donné.
- * Savoir lire un schéma électrique complet d'une installation photovoltaïque en étant capable d'identifier les différents appareillages nécessaires ainsi que leur fonction et dimensionnement.

Description

1. Sécurité et fiabilité

- * Concepts liés (ségrégation défaut, reconfiguration, réseau de secours, ...)
- * Exemple d'un réseau aéronautique

2. Profil de mission à remplir

- * Intérêt de l'hybridation des sources afin d'optimiser leur utilisation
- * Utilisation du plan de Ragone dans le dimensionnement d'éléments de stockage

3. Qualité (réseau AC et DC)

- * Définition des normes de qualité (courant, tension)
- * Solutions d'amélioration de la qualité

4. Stabilité (réseau AC et DC)

- * Structure et fonctionnement des réseaux électriques AC
- * Principes des réglages de fréquence et de tension sur les réseaux (primaire, secondaire, ...)
- * Limitation de puissance des lignes de transport
- * Instabilité liée aux interactions filtres-systèmes régulés

5. Problèmes CEM

- * Types de couplage
- * Mesures des perturbations et moyens de protection
- * Enjeux de la CEM pour les réseaux électriques
- * Problématique de la foudre

6. Étude des installations PV raccordées au réseau de distribution

- * Définitions des appareillages électriques et des classes de protection
- * Schéma de liaison à la terre en BT
- * Parafoudres
- * Étude d'exemples de schéma d'installations

Responsable(s)

ROUX Nicolas
Nicolas.Roux@enseeiht.fr
Tel. 2428

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

T. Christen et M. W. Carlen, « Theory of Ragone plots », Journal of Power Sources 91, pp. 210-216.

O. Gergaud, « Modélisation énergétique et optimisation économique d'un système de production éolien et photovoltaïque couplé au réseau et associé à un accumulateur », Thèse ENS Cachan, 2002.

- Matière Hybridation énergétique des systèmes

Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en électronique de puissance et en machines électriques.

Objectifs

A la fin du cours, l'étudiant connaît les architectures des systèmes hybrides et les caractéristiques énergie/puissance des sources et des éléments de stockage de l'énergie.

Il sera capable d'analyser la mission d'un système énergétique, de juger sur la pertinence de son hybridation et de concevoir et dimensionner un système hybride.

L'étudiant sera également capable de proposer une stratégie de gestion d'énergie d'un système énergétique multi-sources en respectant les caractéristiques intrinsèques des sources associées.

Compétences visées

- Connaître les architectures des systèmes énergétiques hybrides.
- Connaître les caractéristiques énergie/puissance des sources d'énergie.
- Être capable d'analyser une mission d'un système énergétique et de juger sur l'intérêt de son hybridation.
- Savoir concevoir et dimensionner un système hybride
- Proposer une stratégie de gestion d'énergie permettant de respecter les performances énergétiques des sources d'énergie d'un système hybride.

Description

En plus des théories relatives à l'hybridation et à la gestion d'énergie des systèmes multi-sources, le cours est basé sur plusieurs exemples de systèmes énergétiques hybrides issus du retour d'expérience du laboratoire Laplace dans ce domaine de recherche. Ces exemples concernent en particulier le domaine de transport (l'aéronautique, le ferroviaire et le routier).

Volume horaire

8.75 h

Responsable(s)

JAAFAR AMINE

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Composants électrochimiques et Piles à combustibles

Pré-requis nécessaires

Cours Electrochimie

Objectifs

Descriptions des modèles circuit des composants électrochimiques piles à combustible et électrolyseurs.

Description et mise en oeuvre des outils de caractérisation par spectroscopie d'impédance

Description

- 1) Introduction sur les potentialités des piles à combustible et de l'hydrogène
- 2) Eléments de caractérisation et de modélisation sur les piles à combustible et les électrolyseurs (focus sur la technologie PEM)
 - 2.1) Principe de fonctionnement et constitution

- 2.2) Composant idéal: considérations thermodynamiques
- 2.3) Composant réel: prise en compte des phénomènes physico-chimiques irréversibles
- 2.4) Modélisation dynamique par analogies électriques
- 2.5) Caractérisations expérimentales: courbe de polarisation, échelons de courant, spectroscopie d'impédance
- 2.6) Interactions piles à combustible/ convertisseurs DC/DC (boost et buck)

Le bureau d'étude et de recherche est axé sur la pile à combustible et consiste en :

Evaluer deux méthodologies complémentaires de caractérisation expérimentale :

- * Tracé dynamique de courbe tension-courant.
- * Spectroscopie d'impédance.

Paramétrer un modèle dynamique de pile PEM à partir de ces caractérisations expérimentales effectuées.

Evaluer le comportement dynamique de la pile PEM face à des perturbations générées par la connexion de convertisseurs statiques.

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Electrochimie

Pré-requis nécessaires

Bases de la chimie

Objectifs

Acquérir les bases de l'énergétique et de la cinétique électrochimique

Comprendre le fonctionnement des générateurs électrochimiques

Description

- * Introduction : Grandeurs mesurables dans une chaîne électrochimique. Deux siècles de développement de l'électrochimie.
- * Les chaînes électrochimiques à l'équilibre. Force électromotrice. Potentiel d'électrode. Loi de Nernst. Générateurs primaires, secondaires, piles à combustible. Capacité, rendement.
- * Les chaînes électrochimiques traversées par un courant : Transfert électronique hétérogène. Couplage du transfert électronique hétérogène et des phénomènes de transport en solution. Les divers régimes cinétiques. Loi de Butler-Volmer. Intensité limite.
- Applications à la mise au point de procédés électrochimiques de synthèse. Applications à la corrosion. Applications à l'étude du fonctionnement des générateurs (charge, décharge).
- Aperçu sur les diverses méthodes électrochimiques. Potentiostat.

Responsable(s)

VERGNES HUGUES

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement
français

Bibliographie

A. J. BARD et L.R. FAULKNER. **Electrochimie : Principes, méthodes et applications. MASSON**

- Matière BER Habitat

- Matière Habitat

- Matière Smart Grids

Pré-requis nécessaires

Notions élémentaires en physique (éléments sur la puissance et l'énergie) en électricité (réseaux électriques).
Connaissances élémentaires en électronique de puissance.

Objectifs

Définition des enjeux de gestion des réseaux électriques intelligents

Application à des micro réseaux incluant sources de production renouvelables, stockage

Description

I. Emergence des smart grids : évolution et contexte

1. Fonctionnement actuel des réseaux électriques: rappels

2. Des réseaux électriques en pleine mutation

3. Emergence du concept de smart grids

4. Principaux verrous des smart grids

II. Les services systèmes et services au réseau

1. Rappel des principes de réglage des producteurs et des réseaux électriques actuels

2. Les services réseaux et systèmes

- dans les réseaux continentaux

- dans les réseaux insulaires

III. Nouveaux degrés de liberté :

1. Le stockage, pour compenser l'intermittence de production, consommation

2. L'intégration de la mobilité électrique: concept vehicle to grid (V2G) ; grid to vehicle (G2V)

3. Les outils de prédictions pour la production (vent, irradiation) et la consommation

4. Concepts de base pour la gestion des réseaux de distribution (GRD)

5. Nouveaux concepts pour la gestion des réseaux de transport (GRT): lignes virtuelles

IV. Les mécanismes de marchés et de régulation (en bref)

V. Nécessité d'une vision technico économique

VI. Les smart grids « démarrent » dans les réseaux insulaires

VII Les microréseaux, smart home, compteur communicant

Bibliographie

Smart Grids, les réseaux électriques intelligents, ss la direction de N. Hadj Said et J.C Sabonnadière, éditions Hermes, EGEM Génie Electrique, ISBN 978 2 74622594 7

B. Robyns & Al, "Gestion et valorisation du stockage de l'énergie dans les réseaux électriques", édition ISTE, 2015, ISBN 978-1-78405-069-6

- UE ENERGIES RENOUVELABLES

- Matière BER Valo Bio HT

- Matière BER Agrocombustibles

- Matière Systèmes Eoliens

Pré-requis nécessaires

Connaissances de bases nécessaires en physique énergétique (notions énergie/puissance), notions élémentaires en électricité et en conversion électromécanique (notions élémentaires sur la génération électrique).

Objectifs

Description des enjeux technico-économiques et réglementaires de l'éolien en France

Description

- 1 . Historique, contexte, marchés de l'aérogénération électrique éolienne. Principaux acteurs du marché ; éléments de développement et de frein à l'expansion de la filière. Eléments de coûts et de développement d'un parc éolien.
- 2 . Caractérisation de la ressource éolienne (le vent), effets d'altitude et de sillage, éléments théoriques (limite de Betz) sur le productible éolien et sur l'efficacité énergétique des aérogénérateurs ; du contrôle mécanique par réglage des pâles aux zones de fonctionnement du démarrage à l'arrêt en sécurité.
- 3 . Constitution des aérogénérateurs électriques : nacelles avec et sans multiplicateur de vitesse ;
- 4 . éléments de conception des chaînes éoliennes selon leur taille et leur technologie ; mini TD ;
- 5 . Analyse transitoire et réglage stable du point de fonctionnement dans le plan couple vitesse ;

Principales architectures de conversion de puissance des chaînes asynchrones et synchrones respectivement avec et sans multiplicateur, avec et sans électronique de puissance ;

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

B. Multon, X. Roboam, B. Dakyo, C. Nichita, O. Gergaud, H. Ben Ahmed, "Aérogénérateurs électriques", Techniques de l'ingénieur D3960, Novembre 2004

B. ROBYNS, A DAVIGNY, B. FRANCOIS, A HENNETON, J SPROOTEN, "Production d'énergie électrique à partir des sources renouvelables, Hermès Sciences Publications-Lavoisier, ISBN. 978-2-7462-2489-6, 5-2012

- Matière Systèmes à biocombustibles

Objectifs

- * Connaître les différents biocarburants et leur filière de fabrication
- * Connaître l'état des lieux de la filière
- * Comprendre, à travers plusieurs exemples, comment la recherche et l'innovation peuvent apporter des solutions pour renforcer l'intérêt des filières biocarburants
- * Recherche bibliographie
- * Capacités de synthèse, discrimination
- * Présentation orale et capacité de persuasion

Description

Introduction sur les biocarburants :

- * Définition, les grandes familles, classification et Propriétés
- * Situation Mondiale, Européenne, Française
- * Bilans Environnementaux et Economique
- * Législation et ouverture sur l'emploi

Filière bioéthanol 1^{ère} génération:

- Propriétés et utilisations de l'éthanol carburant
- Procédé de production par filière : Schéma général, fermentation, préparation des matières premières, séparation de l'éthanol, perspectives d'amélioration
- Bilans énergétique et environnemental
- Développement de la filière (France, Europe, Monde)

Le biodiesel :

- Données générales : Physico-chimie, normes, rappel sur les production mondiales et européennes, sites de productions
- les matières premières et leur préparation.

Chimie et procédés, catalyse basique (Lurgi), hétérogène (EsterFIP), ouverture vers procédé HVO

Le biogaz :

- Généralités et Production : Biogaz, GNV, Biogaz-carburant
- Transformations biologiques et Procédés
- Bilans environnementaux et économique en comparaison des autres utilisations

Les systèmes énergétiques biocatalysés: biopiles et électrolyseurs microbiens

- Contexte historique : de la recherche à la réalité économique pour des marchés de niche
- Deux familles de biopiles:
 - * Les piles microbiennes
 - * Les piles enzymatiques
- Production d'hydrogène par électrolyse microbienne

Le rôle de la recherche dans la production et l'utilisation du bioéthanol et du biodiesel, en relation avec les aspects énergétiques et environnementaux

- Introduction sur les enjeux des filières biocarburants
- Le rôle de la recherche pour la production de bioéthanol

- * Les biocarburants « deuxième génération »
- * Innovation dans le domaine des procédés de production
- * Concept de bioraffineries

- Le rôle de la recherche pour la production de biodiesel

- * Innovation en matière de raffinage et de transformation des huiles végétales
- * Diversification des matières premières
- * Adéquation entre motorisation et carburants oxygénés

- Bilans énergétiques et environnementaux

Evaluation :

Projet bibliographique par groupe autour d'une problématique spécifique des biocombustibles tels que : la réduction des GES et autres polluants pour le bioéthanol, l'utilisation des terres agricoles pour la production de bioéthanol, le biodiesel produit à partir du procédé HVO, la compréhension des différents critères énergétique pour les carburants appliqué au bioéthanol de blé et au biodiesel de colza, le biogaz : quelle utilisation ? pour quelles raisons ?

Présentation des résultats sous forme de présentation orale

Responsable(s)

ALLIET MARION

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- Matière Valorisation biomasse Haute Température

Objectifs

Apporter des connaissances sur la phénoménologie de la conversion de la biomasse en vue du dimensionnement de réacteurs de vapogazéification.

Description

- Problématique politique/économique/sociale/stratégique

- nouvelles énergies
- énergie renouvelable
- avenir des énergies fossiles ?
- énergie "propre" (cycle du CO₂)
- indépendance énergétique
- les voies de valorisation de la biomasse
 - pyrolyse lente basse T : bio -> liquide
 - pyrolyse rapide haute T : bio -> gaz+charbon
 - pyrolyse très haute température : bio -> gaz
- Généralités sur les procédés de conversion
 - Aspect technologique
 - filières (gaz, liquide, bases carburants, ...)

- exemples de procédés

- **Phénoménologie de la conversion de la biomasse**

- définition de la biomasse

- les réactions, généralités

- espèces mises en jeu

- enthalpies de réaction => endothermicité => problématique de l'apport de la chaleur (combustion d'un résidu ou apport externe par combustion ou électrique)

- la pyrolyse et la vapogazéification à haute température

- espèces mises en jeu

- les réactions, détails

- la thermo

- comparaison aux résultats expérimentaux

- la cinétique

- la catalyse

- bilan énergétique

- **les réacteurs à lit fluidisé pour la mise en œuvre de la vapogazéification de la biomasse**

- introduction à la fluidisation

- description des différentes approches de modélisation

- l'approche corrélative GC

- l'approche locale CFD

- résumé des corrélations essentielles pour le prédimensionnement des réacteurs à lits fluidisés

- méthode de prédimensionnement des réacteurs

BER : exemple sur un procédé de conversion du bois en gaz

- description générale

- bilan enthalpique

- prédimensionnement des zones réactionnelles

Responsable(s)

HEMATI MEHRDJI

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

- Matière APP Photovoltaïque

Pré-requis nécessaires

Circuits électriques

Electronique de puissance

Objectifs

Connaître le principe de valorisation de l'énergie solaire photovoltaïque en relation avec le gisement, la conversion PV et les systèmes PV.

Savoir concevoir et dimensionner une installation PV pour un cahier des charges donné.

Connaître les modalités de calcul des indicateurs économiques et positionner les solutions dans le contexte français CRE (Commission de Régulation de l'Energie)

Description

L'énergie solaire : contexte et généralités

II La conversion photovoltaïque :

Le rayonnement dans l'espace, sur Terre, masse atmosphérique

Principes physiques, cellule à jonction PN, caractéristique, influence éclairement et T

Matériaux et technologies des cellules photovoltaïques

III De la cellule au générateur photovoltaïque, modularité

Associations de cellules, mise en série, en parallèle, déséquilibres et protections

Modélisation, simulation, commande MPPT

IV Systèmes photovoltaïques

Problématique, architectures, gestion de l'énergie (raccordé, isolé, stockage, ...)

Production énergétique, gisement solaire, caractérisation, dimensionnement, ACV

Systèmes raccordés au réseau

Systèmes autonomes non raccordés

V Calculs économiques : taux d'actualisation, inflation, TRI, LCOE, ...

Les mécanismes d'aides : tarifs de rachat, compléments de rémunération.

Responsable(s)

SCHNEIDER Henri

Henri.Schneider@enseeiht.fr

Tel. 2354

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

- UE FORMATION GENERALE

- Matière Stage 2A

- Matière Anglais 3GE Eco-Energ. S9

Objectifs

Oral and written comprehension, production and interaction tasks

Key communication skills and human skills for professional purpose

Description

The english and Soft skills programme consist of 4 specific assignments per semester designed to develop language, communication and human skills for professional purpose.

INDIVIDUAL SCIENTIFIC PRESENTATIONS

Objective :to further develop and improve professional communication skills

including:

- * ·how to structure a presentation
 - * ·how to find ONE message that has impact for your audience
 - * ·how to create a storyboard and design simple and high impact slides
 - * ·how to connect with your audience by learning the importance of body language
 - * ·how to adapt a presentation to different audiences
 - * ·how to speak in "conversation" mode rather than "presentation" mode
- Presentation input & teaching

Structuring a presentation and finding ONE clear message for the audience

Creating a storyboard and designing high impact slides

Body language & connecting with your audience

Responsable(s)

HULL ALEXANDRA

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Anglais

- Matière Journées thématiques Energies et Dev Durable

Objectifs

Disposer d'une connaissance élargie des enjeux de l'énergie et de la transition énergétique

Les énergies fossiles

Le nucléaire

Le CO2

...

Description

Au-delà des enseignements sur les énergies renouvelables (Photovoltaïque, éolien, biogaz,...), au cœur de notre formation Nouvelles Technologies de l'Energie, nous souhaitons donner aux étudiants une vision élargie des problématiques et enjeux de l'énergie. Pour cela nous faisons appel à des industriels spécialistes des différents domaines. Ils interviennent une journée ou une demi-journée, les étudiants font un résumé de l'intervention qui est évalué.

Les journées thématiques :

Les enjeux de la transition énergétique : Stephan Astier Professeur émérite

Histoire de l'Electrochimie : Maurice Comta professeur émérite

Le nucléaire : Christian Latgé, *CEA - Cadarache Nuclear Research Centre*

Le CO2 : Jean-Yves Rossignol, ingénieur-conseil AJYR, agrément Ademe Bilan Carbone 2006®

L'Habitat : Gael Farigoules, Ingénieur INSA, Bureau d'Etude : SCOP ECOZIMUT

Economie : Luc Rouge Professeur d'Economie Toulouse Business School

Nous effectuons également des visites de sites industriels pour illustrer les différents enseignements

Site de production Eolien Photovoltaïque Ville franche de Lauragais

Site de production hydroélectricité Le Bazacle Toulouse

Plateforme Smart ZAE SCLE INEO démonstrateur smart grids

Site de traitement des déchets et production biogaz Clerverts , Organic'Vallée

Responsable(s)

AZZARO-PANTEL CATHERINE

- UE UE Conception Intégration de Puissance et Matériaux

- Matière Drivers, intégration

Pré-requis nécessaires

Connaissance des concepts de base relatifs aux caractéristiques principales du transistor de puissance (paramètres, technologie, MOSFET / IGBT), ainsi que celles relatives aux alimentations à découpage.

Objectifs

À l'issue de la première partie de la formation relative à l'analyse des mécanismes de commutation des transistors de puissance, les étudiants seront capables de déterminer les performances dynamiques d'un montage complet impliquant le circuit Driver dans son environnement en montrant qu'ils sont aptes à analyser des formes d'ondes lorsqu'il est nécessaire de déterminer les pertes globales liées à la commutation.

À l'issue de la seconde partie consacrée à l'étude des perturbations dues à la présence des imperfections du montage, les étudiants seront capables de lire une fiche technique et d'effectuer des choix pertinents en montrant qu'ils maîtrisent les concepts relatifs aux circuits Driver et à ses enjeux CEM lorsqu'il est nécessaire de mettre en œuvre les cellules de commutation d'une alimentation à découpage.

Compétences visées

- Savoir lire la fiche technique d'un circuit Driver pour estimer les pertes liées au dispositif de contrôle,
- avoir une connaissance approfondie du comportement des cellules de commutation,
- être capable de faire les bons choix de composants lors de la conception d'une carte de puissance,
- Obtenir une bonne compréhension des règles de conception liées au dessin du circuit imprimé pour minimiser les problèmes de CEM dus aux commutations.

Description

Le cours est divisé en 3 parties distinctes :

- 1) le comportement d'un transistor MOSFET ou IGBT au cours d'un événement d'amorçage est analysé en détail (tension grille-source V_{gs} vs charges de grille Q_g , comportement des condensateurs C_{gs} , C_{gd} , C_{ds} , du plateau Miller, équations du dI/dt et dV_{ds}/dt),
- 2) les fonctions périphériques du circuit Driver : circuits Bootstrap, pompe de charge, alimentations isolées, transmission du signal de commande isolé et immunité au dv/dt , redressement synchrone, notion de temps-mort, influence des composants parasites (inductifs et capacitifs) pendant un événement de commutation,
- 3) la mise en œuvre physique du circuit Driver (au niveau circuit intégré) et l'étude des topologies résonantes (principe et rendement énergétique).

Une session de travaux pratiques utilisant le simulateur Cadence-PSpice aide à illustrer par le biais d'analyses de formes d'onde les différents concepts abordés dans le cours, à savoir: les événements d'amorçage et de blocage, la conception d'un circuit à pompe de charge, le comportement d'un circuit Driver résonant.

Volume horaire

8.75 HC + 7 HBE

Responsable(s)

COUSINEAU Marc
Marc.Cousineau@enseeiht.fr
Tel. 2431

Méthode d'enseignement

En présence

Langue d'enseignement

Français

Bibliographie

- A. D. Pathak, « [MOSFET/IGBT Drivers Theory And Applications](#) » - IXYS Colorado.
- B. Multon, S. Lefebvre, « MOSFET et IGBT : circuits de commande », TI, D3 233.
- Yuhui Chen and all, « A resonant MOSFET gate driver with efficient energy recovery », IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 19, No. 2, March 2004.

- Matière Intégration Puissances Magnétiques

- Matière Intégration Puissance et Composants condensateurs

- Matière Matériaux : Modélisation, élaboration, caractérisation

- UE UE Diélectriques et Isolation

- Matière Formation TLV / UPS

- Matière Isolation Machines électriques & modules puissance

- M2 E2-CMD Semestre 10

A choix: 1 Parmi 1 :

- UE PFE sans Projet Long (M2 E2-CMD)

- UE PFE standard et Projet Long (M2 E2-CMD)

- PFE standard (M2 E2-CMD)

- Projet Long (M2 E2-CMD)

Composante

École Nationale Supérieure d'Électrotechnique d'Électronique d'Informatique d'Hydraulique et des Télécommunications