

Semestre S5

Code UE	UE	ECTS	Code EC	EC	Coeff	Enseignant	Vol	CM	TD	TP
	Passerelle BUT	5		Mathématiques pour l'ingénieur Passerelle	0,5	B. Remy	30	10	20	0
				Analyse Numérique Passerelle	0,5	B. Remy	30	10	20	0
	Renforcement mathématiques	0		Renforcement mathématiques	QUITUS	B. Remy	30	6	24	0
5JUPLN02	Outils Mathématiques 1	5	5JEPLN20	Mathématiques pour l'ingénieur	0,6	A. Gueudin	32	16	16	0
			5JEPLN21	Analyse Numérique 1	0,4	B. Remy	20	8	6	6
5JUPLN01	Fondements de la mécanique	5	5JEPLN10	Mécanique des milieux Continus	0,5	C. Laurent	30	16	14	0
			5JEPLN11	Thermodynamique	0,5	G. Pernot	30	16	14	0
5JUPLN03	Electricité 1	5	5JEPLN30	Electrotechnique générale	0,5	C-H. Bonnard	30	14	10	6
			5JEPLN31	Outils pour l'électricité et l'électronique	0,5	T. Boileau	30	12	10	8
5JUPLN04	Sciences de l'information et info 1	5	5JEPLN40	Modélisation des signaux et systèmes	0,4	V. Louis-Dorr	23	9	4	10
			5JEPLN41	Systèmes logiques et à événements discrets	0,1	J.-F. Pétin	7	4	3	0
			5JEPLN42	Algorithmes et programmation	0,5	V. Chevrier	30	7	5	18
5JUPLN05	Langues 1	5	5JEPLN50	Anglais	0,5	C. Corringer	24	0	24	0
			5JEPLN51	Langues vivantes 2	0,5	A. Quesada	24	0	24	0
			5JEPLN52	Validation du quitus de langue française	QUITUS	A. Quesada	1	0	1	0
5JUPLN06	Formation Générale 1	5	5JEPLN60	Economie et entreprise	0,3	F. Temsamani	20	14	6	0
			5JEPLN64	Habilitation électrique et Santé au travail	QUITUS	T. Boileau	8	8	0	0
			5JEPLN68	RSE 1	QUITUS	V. Louis-Dorr	11	2	9	0
			5JEPLN67	Conférences industrielles	QUITUS	P. Villette	6	6	0	0
			5JEPLN61	Communication et projet professionnel	0,3	F. Temsamani	20	0	20	0
			5JEPLN62	Gestion de projet	0,4	J.-C. Marpeau	14	2	12	0
			5JEPLN63	Projet de 1ère année	QUITUS	J.-C. Marpeau	30	0	0	30

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 32
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce module de mathématique est notamment consacré à l’homogénéisation du niveau des étudiants à l’entrée à l’ENSEM. Les premiers éléments nouveaux sont ensuite enseignés de manière progressive pour faire entrer lesélèves dans des mathématiques plus avancées. Ces notions sont fondamentales et parmi les premières utiliséesdans les autres CFS de l’école.

Compétences acquises

Pendant cet enseignement, les élèves :- Amélioreront leur capacité de raisonnement,- Maîtriseront les notions mathématiques utiles pour les sciences de l'ingénieur.

Prérequis

Les prérequis sont les connaissances en mathématiques acquises au cours des deux années de classespréparatoires MP/PC/PSI (programme apparaissant au Bulletin Officiel du 30 mai 2013).

Evaluation

Valider les compétences sous forme d'une épreuve écrite

Programme pédagogique

Le programme recouvre des rappels de connaissances et une introduction aux mathématiques de base pourl’ingénieur en tant qu’outil.Continuité ; suites et séries de fonctionsCalcul différentiel ;Calcul intégral (curvilignes, Théorème de Stokes, Théorème de flux-divergence) ;Algèbre linéaire (rappels) ;Équations différentielles ;Équations aux dérivées partiellesLa transformation de Laplace ;Les séries de Fourier ;La transformée de Fourier des fonctions.Modélisation de problèmes physiques pour les Sciences de l’Ingénieur.Les applications en TD sont :1) la maîtrise du calcul intégral (en dimensions 1, 2 et 3) et ses applications à des problèmes de la physique ;2) la maîtrise de résolution des EDO et EDP par des méthodes directes ou en passant par la transformation de deLaplace/Transformation de Fourier/Séries de Fourier, applications à des problèmes de la physique.

EC 5JEPLN21	Analyse Numérique 1	UE 5JUPLN02 Outils Mathématiques 1	B. Remy
Volume horaire total : 20 Volume horaire cours magistraux (CM) : 8 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6			
Objectifs du module			
L’enseignement d’Analyse Numérique est dispensé à travers deux EC complémentaires : Analyse Numérique 1 ausemestre 5 et Analyse Numérique 2 au semestre 6.Cet enseignement présente une introduction aux différentes techniques de résolution numérique de problèmesrencontrés en sciences de l’ingénieur. Son objectif est de fournir les techniques de résolution en mathématiquesnumériques, les algorithmes associés et leur implémentation informatique (sous Matlab) pour la simulation deproblèmes déterministes.			
Compétences acquises			
Les étudiants sont amenés, pas à pas, vers la compréhension des mathématiques numériques utiles dans leurformation d’ingénieur.La résolution individuelle de problèmes doit amener les élèves à faire preuve d’une plus grande autonomie. Enparticulier, à l’issue de cet enseignement, les étudiants devront être capables d’analyser le problème posé,déterminer la méthode numérique la plus adaptée à la résolution du problème, mettre en œuvre cette méthode etanalyser les résultats obtenus.			
Prérequis			
Une bonne maitrise des notions mathématiques « de base » (analyse, algèbre...) acquises lors des deux premièresannées d’enseignement supérieur et dans le cadre du module « Mathématiques pour l’ingénieur » est demandée.De même, une maîtrise des outils informatiques, de l’algorithmique et de la programmation de base est supposéeacquise.			
Evaluation			
Valider les compétences sous via des rapports de TP numériques et une épreuve écrite.			
Programme pédagogique			
Les erreurs en analyse numérique;- Résolution numérique d’équations non linéaires;- Interpolation et approximation polynômiale;- Dérivation et intégration numérique;			

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est de transmettre aux étudiants les concepts de base leur permettant d’aborder et de résoudre divers problèmes liés à la mécanique des solides déformables et à la mécanique des fluides. Après un rappel des différents prérequis de mécanique (cinématique et dynamique du point et du solide indéformable), la cinématique d’un milieu continu est décrite, puis les efforts intérieurs au sein de ce milieu, ainsi qu’une introduction au comportement des matériaux solides et fluides. Les applications en TD sont principalement articulées autour de problématiques de stockage d’énergie.

Compétences acquises

Les étudiants sauront décrire les mouvements et efforts intérieurs dans un milieu continu, seront capables de résoudre des problèmes de base en mécanique du solide déformable ainsi qu’en mécanique des fluides, et seront préparés à des cours approfondis dans ces deux domaines

Prérequis

Culture de base de calcul différentiel et calcul matriciel

Evaluation

L'évaluation aura lieu sur la base d'un test d'une heure en novembre (coefficient 0.25) et d'un examen de deux heures en janvier (coefficient 0.75), portant sur la résolution d'exercices de base en mécanique des solides et en mécanique des fluides.

Programme pédagogique

Cours magistraux : Rappels de mécanique du point et de mécanique du solide
Introduction au calcul tensoriel
Milieux continus : définition, applications
Cinématique des milieux continus : représentation du mouvement, déformation des milieux continus
Dynamique des milieux continus : représentation des efforts intérieurs, propriétés du tenseur des contraintes
Application aux milieux solides : le solide élastique linéaire isotrope
Application aux milieux fluides : le fluide newtonien
Travaux dirigés :
TD 1 : Rappels de mécanique du solide indéformable : stabilité du barrage pesant
TD 2 : Calcul de champs : étude d'écoulements classiques
TD 3 : Déformation du milieu continu : écrasement d'un pneu plein
TD 4 : Etude des contraintes : réservoir sous pression
TD 5 : Etude de l'essai de traction
TD 6 : Application au dimensionnement : arbre de transmission
TD 7 : Ecoulement d’un fluide : frottement autour d'un volant d'inertie

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L’EC de thermodynamique macroscopique aborde les principes fondamentaux qui président au fonctionnement desdispositifs énergétiques. Ces principes sont à la base :- de la définition des conditions d’équilibre de la matière, et donc des conditions qui permettent satransformation,- de la conservation et de la conversion de l’énergie,- de la détermination des évolutions possibles des systèmes et de leurs performances.

Compétences acquises

Les élèves maîtriseront les connaissances thermodynamiques nécessaires à l’étude des systèmes énergétiques. Ilsposséderont les outils permettant d’aborder les problèmes courants (machines thermiques, changements de phase).Ils posséderont des bases de conversion photovoltaïque et thermoélectrique.

Prérequis

Bases de thermodynamique de niveau CPGE, IUT ou L2.

Evaluation

Test écrit à mi-parcours d’une durée de 1h (25%) + Examen final écrit d’une durée de 2h (75%).

Programme pédagogique

CM :- définitions des grandeurs et des processus thermodynamiques- échanges d’énergie : travail / chaleur- conservation de l’énergie : premier principe- évolution des systèmes : second principe- machines thermiques- changements d’état d’un corps pur. aspects énergétiques des changements de phase.- évolution des systèmes : potentiels thermodynamiques- systèmes ouverts- introduction à la combustion- conversion thermoélectriqueTD :- premier principe : étude d’un fil métallique en traction- second principe- machines thermiques- changements de phase- potentiels thermodynamiques : énergie libre- thermoélectricité

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6

Objectifs du module

Ce module donne les bases de la modélisation externe des systèmes électriques à l'aide d'éléments représentantles phénomènes physiques observés dans ses constituants. Les objectifs sont :- D'établir le schéma électrique équivalent du système étudié et de déterminer ses principales variables.- Maîtriser les méthodes d'étude des circuits monophasés et triphasés en régime sinusoïdal établi.- Introduire les circuits magnétiques avec des topologies simples pour étudier et modéliser les inductancesmagnétiquement couplées ainsi que les transformateurs monophasés et triphasés.

Compétences acquises

Modéliser un système électrique par un schéma équivalent de type circuit à l'aide des éléments représentantles phénomènes physiques observés dans ses constituants tels que la dissipation et le stockage d'énergie.- Etudier les systèmes électriques monophasés et triphasés en régime sinusoïdal à l'aide des circuitséquivalents.- Modéliser des dispositifs à bobinages magnétiquement couplés par des circuits magnétiques à l'aide desréseaux de perméances.- Modéliser les transformateurs monophasés et triphasés et déterminer leurs caractéristiques etperformances.

Prérequis

Programme de physiques des Classes Préparatoires aux grandes écoles.

Evaluation

Des examens écrits évaluent les connaissances théoriques acquises sur la modélisation et la détermination desperformances des systèmes électriques en régime sinusoïdal établi. En outre, les compétences expérimentalesacquises au cours des travaux pratiques sont également évaluées en notant les rapports réalisés sur l'identificationdes paramètres des modèles de transformateurs monophasés et triphasés et la mesure de leurs performances.

Programme pédagogique

Systèmes électriques monophasés et triphasés (6h CM, 4h TD) :Modéliser par des éléments localisés la production, le transport, le stockage et la conversion de l'énergie électrique.Présenter les grandeurs complexes associées aux grandeurs sinusoïdales, déterminer les différentes variables etles puissances dans un système électrique en régime sinusoïdal établi. Etudier les systèmes triphasés en régimesinusoïdal à l'aide des composantes symétriques.- Circuits magnétiques (2h CM, 2h TD) :Modélisation des circuits magnétiques par des réseaux de perméances. Modélisation et dimensionnement desinductances magnétiquement couplées.- Transformateurs monophasés (3h CM, 2h TD, 3h TP):Présentation des différents types de transformateurs en fonction de l'application. Présentation du modèle detransformateurs monophasés et identification de ses paramètres. Détermination des performances destransformateurs monophasés intégrés dans un réseau monophasé.- Transformateurs triphasés (3h CM, 2h TD, 3h TP):Présentation du modèle équivalent monophasé des transformateurs triphasés et des méthodes d'identification deses paramètresavec. Détermination des performances des transformateurs triphasés intégrés dans des réseaux triphasés. Conditions de mise en parallèle de transformateurs. Présentation des autotransformateurs.

EC 5JEPLN31	Outils pour l'électricité et l'électronique	UE 5JUPLN03 Electricité 1	T. Boileau
Volume horaire total : 30 Volume horaire cours magistraux (CM) : 12 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8			
Objectifs du module			
L'objectif de ce module est de donner les connaissances théoriques et pratiques nécessaires aux étudiants pour pouvoir suivre les enseignements d'électronique de puissance			
Compétences acquises			
Maitrise de l'étude des circuits électriques en régime transitoire. Maitrise de la simulation des régimes transitoires à l'aide de Matlab Simulink en utilisant la mise en équation sous forme d'état. Maitrise de la méthode d'étude des montages à diodes. Connaissance des notions élémentaires d'électronique analogiques (AOP), des notions d'impédance d'entrée, d'impédance de sortie.			
Prérequis			
Equations différentielles, systèmes différentiels. Lois de Kirchhoff			
Evaluation			
Oraux de TP et examens écrits			
Programme pédagogique			
CM- Régimes transitoires et modélisation Matlab Simulink- Diodes- AOP et montages à AOP- TransistorsTP- Oscilloscope- Amplification Différentiel- Amplificateur Classe B et Classe D			

Volume horaire total : 23
Volume horaire cours magistraux (CM) : 9
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 10

Objectifs du module

L'objectif est de former les étudiants à l'analyse temporelle et fréquentielle des signaux et à l'analyse des systèmeslinéaires et invariants par translation. Ce cours permet l'introduction des outils de base de traitement du signal.L'application typique est l'analyse fonctionnelle de la chaîne d'instrumentation

Compétences acquises

Etre capable de manipuler les modèles mathématiques classiques des signaux et systèmes (fonction de transfert,équation différentielle, réponse impulsionnelle, convolution, etc.), savoir résoudre un problème simple de traitementde signal analogiqueCe savoir-faire est d'une part théorique et d'autre part il est appliqué sur des processus réels en TP. Les compétencesacquises sont les bases de l'ingénierie d'analyse des systèmes continus et de traitement du signal

Prérequis

Systèmes physiques linéaire du premier et du second ordre et équations différentielles linéaires

Evaluation

Évaluation de l'aptitude de l'étudiant à manipuler les modèles théoriques pour répondre à une étude de comportementde processus et à analyser des signaux. Le contrôle continu et l'examen de fin de semestre évaluent l'aptitude àmanipuler les outils théoriques de modélisation. En TP, on évalue l'aptitude des étudiants à appréhender un systèmeréel et confronter les performances de la modélisation vis-à-vis du comportement réel.

Programme pédagogique

CM1 à CM2 : Classification des signaux à temps continu, à temps discret, déterministe ou aléatoire, définition del'énergie et de la puissance d'un signal (instantanées, moyennes), notion de corrélation.CM3 à CM6 : Système dynamique linéaire et invariant par translation: définition, réponse impulsionnelle, convolution,fonction de transfert, analyse fréquentielle. Identification de systèmes linéaires du premier et du second ordreCM7 à CM8 : Filtrage analogique : notion de bruit dans les signaux, bruit généré dans les composants électroniques,rapport signal sur bruit, modélisation du bruit à bande étroite. Réponse impulsionnelle et indicielle du premier et dusecond ordre. Analyse et synthèse des filtres passifs et actifs analogiques, gabarit, premier et second ordre, réponseharmonique, diagramme de Bode, approximations polynomiales de Butterworth, Tchebychev, Bessel.CM9 : Application modulation-démodulation d'amplitude analogique : Intérêt de la modulation dans le traitement del'information.4 Tutorats de 1 heuresTutorat1 : Système convolutif & Transformée de FourierTutorat 2 : Gabarit et synthèse d'un filtreTutorat 3 : Modulation -Démodulation dans la chaine d'instrumentationTutorat 4 : Etude du même système à partir de différents outils de modélisation : équation différentielle, convolution,fonction de transfert3 TPTP1 identification de système du 1er et 2nd ordreTP2 Etude et analyse du filtrage en CAO électroniqueTP3 Etude d'une chaîne d'instrumentation le dynamomètre

Volume horaire total : 7
Volume horaire cours magistraux (CM) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 3
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est d'initier les élèves aux fondements théoriques de la modélisation des Systèmes à ÉvénementsDiscrets

Compétences acquises

À l’issue de cet enseignement, les élèves seront capables de modéliser un système à événements discrets à l’aide de la théorie des langages et des automates à états finis et de réaliser quelques opérations de base (composition, déterminsation, détermination des langages marqués) permettant d'analyser leurs comportements.

Prérequis

Algèbre de Boole des variables booléennes et des fonctions booléennes.

Evaluation

Ecrit (connaissances théoriques sur la théorie des langages et les automates à états finis, compétences enmodélisation des SED à l'aide des automates à états finis)

Programme pédagogique

- Rappels sur l’Algèbre de Boole des variables booléennes et des fonctions booléennes,- Introduction à la modélisation des SED : concepts d’événements et d’états, discrétisation des états et du temps,- Théorie des langages et Automates à états finis : mots et langages, opérations sur les langages, fermeturepréfixielle, expressions régulières, théorème de Kleene, opérations sur les automates (produit et compositionsynchrone, déterminisation).- Introduction à la théorie de la supervision (Supervisory Control Theory de Ramadge & Wonham) : générateur,superviseur, langage L(S/G), contrôlabilité, états défendus, états faiblement défendus, suprême contrôlable,algorithme de synthèse (Kumar).

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 7
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 5
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 18

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est d'acquérir et de consolider les bases en programmation Python, les algorithmes et les architectures de machines informatiques : système de numération et assembleur, programmation Python avancée, algorithmes de calcul numérique

Compétences acquises

Concevoir des algorithmes- Développer des programmes en langage Python- Comprendre le fonctionnement d'un processeur/microcontrôleur

Prérequis

Aucun

Evaluation

- Savoir concevoir un algorithme pour un problème donné- Savoir développer un programme en langage PythonModalités d'évaluation : contrôle continu et un examen final pratique sur ordinateur

Programme pédagogique

Cet EC décomposé en 5 tutorats et 6 TP:Les 5 tutorats:Tutorat 1 : Systèmes de numération (entier, relatif, réel)Tutorat 2 : Passage d'un code haut niveau à un code assembleurTutorat 3 : Introduction à la programmation objet en PythonTutorat 4 : Programmation scientifique en PythonTutorat 5 : Algorithmes dans des tableaux à 2 dimensionsLes 6 Travaux Pratiques:- TP1 : Programmation d'un processeur en assembleur- TP2 : Programmation Python structurée- TP3 et TP4 : Programmation Scientifique en Python- TP5 : Projet puissance 4- TP6 : Synthèse

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce cours a pour objectif de consolider les acquis des étudiants dans les 4 activités langagières (production écrite,production orale en interaction, compréhension écrite, compréhension orale), remettre à niveau les étudiants les plusfaibles, satisfaire (au minimum) le quitus d’anglais de niveau B1 (cf. descriptif CECRL ou CTI 2010) en visant B2.Développer les compétences professionnelles.

Compétences acquises

Savoir-être et savoir-faire professionnels.- Compréhension de l’écrit et de l’oral, production écrite en langue étrangère.

Prérequis

Pour tous les élèves : avoir suivi un enseignement dans cette langue, en LV1 ou LV2, au cours de ses étudessecondaires, soit 5 années au minimum. Avoir au minimum le niveau B1

Evaluation

Contrôle continu : évaluations diagnostiques, formatives et sommatives (grammaire, vocabulaire, compréhensionorale/écrite, et rédaction d’écrits)

Programme pédagogique

Les élèves se voient proposer des activités visant à perfectionner les 4 activités langagières en ne perdant pas devue des tâches finales professionnelles telles que la rédaction d’un CV, d’une lettre de motivation et d’un rapporttechnique en anglais. Pour les plus faibles l’accent est également mis sur la consolidation des bases grammaticaleset lexicales.Approche actionnelle : les activités et supports utilisés en cours relient les compétences aux tâches communicatives.Les supports et les méthodes sont adaptés selon les niveaux.-Compréhension orale : divers documents audio et vidéo authentiques, sites internet-Compréhension écrite : lettres, CV, rapports, articles de presse, extraits d’articles scientifiques. Activités de fixationet de transfert des structures langagières étudiées.-Production orale : restitution, débats, échanges, points de vue en utilisant des documents audio/vidéo et écritscomme sources.-Production écrite : rédactions de CV, lettres de motivation, de rapports.

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Les élèves sont répartis en groupes selon leur niveau de compétence. Atteindre, renforcer ou dépasser le niveau B1 tel que décrit dans le CECRL. Renforcement des bases, langue générale. Remise à niveau dans les 5 compétences en vue d’atteindre le niveau B1 à la fin du S6, ou d’aller au-delà pour les étudiants les plus avancés Pour les débutants : atteindre le niveau A1 tel que décrit dans le CECRL.

Compétences acquises

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère. Compréhension de l’écrit et de l’oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère. Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre

Prérequis

Avoir suivi la langue étudiée en LV1, LV2 ou LV3 dans le secondaire. Pour les débutants: engagement à suivre la formation dans la LV2 choisie tout au long de sa scolarité à l'ENSEM

Evaluation

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours. Examen écrit (50%).

Programme pédagogique

Langue générale et quotidienne, thèmes, supports et mise en œuvre les plus variés possibles. Thèmes : parler de soi-même, étudier, sport et loisirs, santé, travail, entreprise, vivre à l’étranger, habiter, vie quotidienne et traditions. A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale). Enrichissement systématique du vocabulaire actif (jeux, etc.). Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de la langue. Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques. Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes. Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc. Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.

Volume horaire total : 1
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 1
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

- Compléter l’intégralité du parcours obligatoire avant la fin du semestre 6.
- Renforcer la maîtrise de l’orthographe grammaticale et lexicale.
- Réduire progressivement les erreurs récurrentes à l’écrit.
- Développer l’autonomie, la régularité et l’engagement dans l’apprentissage.

Compétences acquises

- Maîtriser les principales règles orthographiques et grammaticales du français ;
- Mobiliser des automatismes orthographiques dans des productions écrites variées
- Améliorer durablement la qualité des productions écrites.

Prérequis

- Niveau minimum B1 en français pour les étudiants dont le français n’est pas la langue maternelle.

Evaluation

- Le quitus de langue française est validé lorsque les niveaux obligatoires sont complétés à 100 % et que l’étudiant a obtenu un certificat de réussite remis une fois l’évaluation finale réussie.
- Le quitus semestriel conditionne l’obtention de l’UE Sciences humaines.

Programme pédagogique

- Travail autonome et progression individualisée pour travailler différents aspects de l’orthographe et de la grammaire à partir de l’application Ohé Orthographe Héros.
- Évaluation diagnostique initiale réalisée en début d’année afin d’identifier les besoins de chaque étudiant.
- Mise en place d’un parcours personnalisé adapté aux difficultés rencontrées.
- Progression individualisée sous forme de microlearning (modules courts de moins de 10 minutes).
- Révision des règles d’analyse grammaticale et de la structure des phrases.
- Entraînements réguliers pour favoriser l’ancrage des connaissances sur le long terme.
- Des exercices ludiques et interactifs avec différents niveaux.

EC 5JEPLN60	Economie et entreprise	UE 5JUPLN06 Formation Générale 1	F. Temsamani
Volume horaire total : 20 Volume horaire cours magistraux (CM) : 14 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0			
Objectifs du module			
•Introduire les concepts fondamentaux des modèles macroéconomiques aux fondations microéconomiques. •Comprendre l’interaction des acteurs économiques •Assimiler l’exercice de l’entreprise			
Compétences acquises			
•Avoir une vision structurée de l’économie			
Prérequis			
Aucun			
Evaluation			
QCM et analyse de cas			
Programme pédagogique			
•CM 1 : Les structures de l'activité économique •CM 2 : Introduction à la macroéconomie •CM 3 : L’environnement économique •CM 4 : Les fonctions de l’entreprise •CM 5 : Le marketing et la relation client •CM 6 : Le management de l’innovation •CM 7 : Les enjeux de la mondialisation •TD 1 : Caractéristiques d’entreprises •TD 2 : Analyse PESTEL •TD 3 : Stratégies et développement			

Volume horaire total : 8
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif de ce module est de donner les connaissances nécessaires aux étudiants pour valider la partie théoriqueet pratique de l'habilitation électrique au niveau "BE Essai"

Compétences acquises

Avoir un comportement approprié en présence de tension électrique.Savoir prendre les mesures nécessaires afin d’éviter de se mettre en danger en présence de tension électrique.Réagir de façon adaptée en cas d’accident d’origine électrique

Prérequis

Loi de base de l’électricité (loi d’Ohm, loi des mailles, loi des nœuds théorème d’ampère et force de Laplace)

Evaluation

1 QCM

Programme pédagogique

Cours Magistraux- Effets physiologiques du courant- Les appareillages électriques (schémas normalisés, fonctions)- Les mesures de sécurité (contre les contacts directs et indirects)- Les équipements de protection- Les consignes de sécurité (zone, et distance à respecter)- La consignation- Les niveaux d’habilitation- Les gestes qui sauvent- Intervention en cas d’incendie

Volume horaire total : 11
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 9
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif est de sensibiliser les étudiants aux thématiques de la responsabilité sociétale et environnementale dans leus futures missions d'ingénieurs, du vivre-ensemble dans le respect mutuel et l’acceptation des différences, ainsi qu'à la lutte contre les violences sexistes et sexuelles et toutes les formes de discriminations.Ces thématiques sont regroupées sous un tryptique égalité - diversité - inclusion, et l'objectif du cours est de découvrirles différentes problématiques qui y sont associées et les leviers d'actions permettant de les prévenir.

Compétences acquises

Comprendre la terminologie "RSE" et ses enjeuxComprendre le concept de diversité et d'inclusion et ses implicationsApprécier la diversité culturelle et le respect des différencesIdentifier des pratiques discriminatoires et des comportements non inclusifsConnaître les dispositifs d'alerte et savoir réagir

Prérequis

Sans prérequisToutefois les prérequis intéressants sont de l'ordre des qualités personnelles sur l'ouverture d'esprit

Evaluation

La participation aux différentes sessions et ateliers constituent un quitus obligatoire au sein du syllabus.

Programme pédagogique

- Cours d'introduction sur les enjeux de la RSE dans les entreprises et au sein des missions de l'ingénieur- Théâtre Forum de sensibilisation aux violences sexuelles et sexistes (VSS) par la troupe synergie. Le principe : une courte scène traitant du sexisme, du cyberharcèlement et d’une agression dans un environnement étudiant est jouée par les acteurs. La scène est ensuite rejouée en mettant cette fois-ci les étudiants à contribution. L’idée est de leur permettre de jouer le rôle de la protagoniste principale et de réagir aux outrages dont elle estvictime. Ce théâtre d’improvisation débouche ensuite sur une réflexion collective sur les différences entre outrage sexiste, harcèlement sexuel et la notion de consentement, souvent méconnues des étudiants Rappel de la loi. Conférence prévention des conduites à risques, notamment en suite aux différentes formes d'addictions. Témoignage d'étudiant sur une agression sexiste et sexuelle- Fresque du climat pour comprendre les enjeux et leviers liés au dérèglement climatique et ses conséquences

EC 5JEPLN67	Conférences industrielles	UE 5JUPLN06 Formation Générale 1	P. Villette
Volume horaire total : 6 Volume horaire cours magistraux (CM) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0			
Objectifs du module			
L'objectif de cet EC est d'ouvrir les étudiants aux réalités du monde professionnel et à leur permettre de découvrir la diversité des trajectoires, métiers et secteurs accessibles à l'issue de la formation d'ingénieur. Elle favorise également la compréhension des enjeux industriels contemporains à travers les retours d'expérience de professionnels.			
Compétences acquises			
Capacité à identifier différents parcours et environnements professionnels de l'ingénieur, à analyser les compétences attendues dans divers secteurs d'activité, et à construire une réflexion personnelle sur son projet professionnel.			
Prérequis			
Aucun			
Evaluation			
Quitus validé sur la présence aux séances			
Programme pédagogique			
Interventions de professionnels issus de secteurs variés (industrie, conseil, recherche, entrepreneuriat, innovation, etc.), retours d'expérience sur les parcours de carrière, échanges avec les étudiants et présentation d'enjeux industriels actuels.			

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Se connaître et s'initier

Compétences acquises

Développer une conscience de son profil de compétences. Acquérir les bases de la communication académique et professionnelle

Prérequis

Maîtrise satisfaisante de la langue française.

Evaluation

Evaluation écrite 50 % Mise en situation 50 %

Programme pédagogique

•TD 1 : Atelier de connaissance de soi et des autres•TD 2 : Atelier de communication verbale et non verbale •TD 3 : La présentation orale face à un public •TD 4 : Conduire et animer efficacement une réunion •TD 5 : Les conventions de la communication écrite académique et professionnelle •TD 6 : Les mécanismes de la communication interpersonnelle •TD 7 : Construire son projet professionnel et personnel • TD 8 : Identifier les principales différences culturelles dans les pratiques de communication professionnelle • TD 9 : Découvrir les outils de candidature • TD 10 : Construire sa présence professionnelle en ligne

Volume horaire total : 14
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Acquérir les bases en gestion de projet d'ingénierie et savoir se présenter par rapport à son projet professionnel

Compétences acquises

Analyse des besoins et identification des problématiques d'un projetAppréhender la rédaction d'un cahier des chargesRédiger un document de spécificationPlanifier et identifier les critères de suivi d'un projetAnimation de réunions de projet, écriture de compte-rendu, rédaction de rapports d'activité

Prérequis

Compétences scientifiques et techniques de niveau CPGE, du bon sens et de l'ouverture d'esprit, Maîtrise de lalangue française.

Evaluation

L'évaluation se fait sur la base de la fourniture d'un rapport d'avant-projet : présentation du problème / analyse desbesoins (5pts) - Identification des objectifs à atteindre et des risques (5 pts) - Structuration et gestion du projet (5 pts)et impression générale du rapport (5 pts)

Programme pédagogique

CM : 1 séanceSéance CM 1 :- présentation du contenu des enseignements en gestion de projet, les attendus du projet annuel 1A et présentation du guide de gestion de projet pour les étudiants- Qu'est-ce qu'un projet ?- la complexité d'un projet (vision systémique)- La démarche projet (processus en V; méthodes agiles, gestion d'un portefeuille de projets)TD : 8 séances- Contextualisation d'un projet et analyse des besoins- Des besoins aux fonctions- Risques et opportunités- Converger vers une solution- Planifier votre projet- le suivi de votre projet- la clôture de votre projet- Documentation, supports et outils

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 30

Objectifs du module

Au travers d’une étude de grande ampleur de type ingénierie de conception, il s’agit d'entrevoir la multiplicité dessavoir-faire requis pour mener à bien un projet d'ingénierie s’inscrivant dans le profil ingénieur ENSEM

Compétences acquises

Gestion de projet, aptitude au travail collectif dans un projet pluridisciplinaire

Prérequis

Compétences scientifiques et techniques de niveau CPGE, du bon sens, de l’ouverture d’esprit et une aptitude àtravailler en équipe et de manière autonome

Evaluation

Pas d'évaluation à ce stade d'avancement du projet

Programme pédagogique

Le sujet posé par les enseignants, traite d’un problème d’ingénierie de large ampleur, de nature pluridisciplinaire depréférence et possédant une teinture d’innovation.Il offre des possibilités d’études multiples : étude scientifique (modélisation, simulation), étude technique (capteurs,actionneurs, matériaux, dimensionnement), étude des coûts, etc. Il s’agit pour l’élève d’en étudier la faisabilité globaleet d’explorer en détails quelques-uns de ses aspects spécifiques.Certaines études peuvent aboutir à une réalisation technique mais cela ne constitue pas l’objectif essentiel. Desproblèmes industriels en liaison avec des entreprises sont aussi proposés, à condition de respecter l’esprit du projetet de régler les aspects de confidentialité.Les groupes projets travaillent en totale autonomie (sous la responsabilité d’un tuteur qui assure le rôle de client).Un suivi régulier de l’avancement du projet est fourni par le groupe à travers la fourniture de compte-rendus réguliersmais aussi de différents documents :- Rapport d’avant-projet- Rapport à mi-parcours- Rapport final

Semestre S6

Code UE	UE	ECTS	Code EC	EC	Coeff	Enseignant	Vol	CM	TD	TP
6JUPLN03	Outils Mathématiques 2	5	6JEPLN30	Probabilités et Statistiques	0,4	A. Gueudin	34	18	16	0
			6JEPLN31	Optimisation & Graphe	0,3	P. Riedinger	30	16	14	0
			6JEPLN32	Analyse Numérique 2	0,3	B. Remy	20	8	6	6
6JUPLN01	Mécanique Appliquée	5	6JUPLN10	Mécanique pour l'ingénieur	0,5	J.-F. Schmitt	30	14	8	8
			6JUPLN11	Mécanique des fluides et applications	0,5	N. Rimbart	30	12	10	8
6JUPLN04	Électricité 2	5	6JEPLN40	Machines électriques	0,5	D. Netter	30	13	8	9
			6JEPLN41	Electronique de puissance	0,5	L. Baghli	30	13	8	9
6JUPLN05	Sciences de l'information 2	5	6JEPLN50	Automatique - Dynamique et Contrôle des Systèmes	0,5	J. Daafouz	30	14	7	9
			6JEPLN51	Algorithmique et Programmation orientée objet	0,5	V. Chevrier	30	7	5	18
6JUPLN06	Langues 2	5	6JEPLN60	Anglais	0,5	C. Corringier	24	0	24	0
			6JEPLN61	Langues Vivantes 2	0,5	A. Quesada	24	0	24	0
			6JEPLN62	Validation du quitus de Langue Française	QUITUS	A. Quesada	1	0	1	0
6JUPLN07	Formation Générale 2	5	6JEPLN72	Management	0,2	F. Temsamani	16	10	6	0
			6JEPLN73	Innovation et Entrepreneuriat	0,2	F. Temsamani	18	0	18	0
			6JEPLN70	Habilitation électrique et Santé au travail	QUITUS	T. Boileau	0,5	0	0	0,5
			6JEPLN76	RSE 2	QUITUS	F. Temsamani	14	8	6	0
			6JEPLN71	Conférences industrielles	QUITUS	P. Villette	6	6	0	0
			6JEPLN74	Communication et projet professionnel	0,2	F. Temsamani	10	2	8	0
			6JEPLN75	Projet de 1ère année	0,4	J.-C. Marpeau	20	0	0	20

Volume horaire total : 34
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L’objectif de ce cours :
• Probabilités : manipuler des variables aléatoires, pour modéliser des phénomènes aléatoires (par exemple,modéliser des durées de vie de systèmes pouvant rencontrer des pannes à des instants aléatoires).
• Statistiques : calibrer des modèles vus en probabilité, sur des données réelles. Tester la pertinence de tels modèlessur des cas concrets, réels.

Compétences acquises

Probabilités & Statistiques

Prérequis

Calcul intégral (simple et multiple, en particulier changement de variables, et Jacobien).Calcul de séries

Evaluation

Examen écrit

Programme pédagogique

CM 1 & TD 1 : événements, probabilités, variables aléatoires, moyenne, varianceCM 2 & TD2 : fonction de répartition, fonction caractéristique, calcul de loi de probabilité, indépendance deplusieurs variables aléatoires.CM3 & TD3 : vecteurs aléatoires.CM 4 & TD4 : loi des grands nombres, théorème central limite, intervalles de confiance.CM 5 : testsCM 6 &TD5 : tests et puissance de testCM 7 & TD6 : analyse graphique et par test du Chi2 de la normalité d’échantillons. Estimation des paramètres demodèles (via le maximum de vraisemblance et la méthode des moments).CM 8 & TD7 : régression linéaire simple.CM 9 & TD8 : régression linéaire multiple.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Optimisation : L'objectif est d'apporter une culture de base en optimisation numérique sous contrainte. Formulation et méthodes de résolution numérique des principaux problèmes d'optimisation de l'ingénieur. Illustration du fonctionnement de certains algorithmes et programmation (gradient, gradient projeté et Uzawa) sur machine. Graphes : Introduire la théorie des graphes et les principaux algorithmes permettant de les exploiter : recherche de parcours (eulériens, hamiltoniens, de longueur minimale), recherche d'arbres (couvrants, de poids minimal), détermination de flots (Ford-Fulkerson) et de couplages.

Compétences acquises

Optimisation : Connaissance des conditions nécessaires de minimum sous contraintes et résolution sur exemples simples. Formulation et traduction d'un problème d'optimisation. Savoir opérer dans le choix d'une méthode numérique de résolution en fonction de la nature du problème et mise en œuvre. Graphes : Savoir modéliser et résoudre des problèmes simples d'ordonnancement, d'affectation, de tournée

Prérequis

Mathématiques du niveau 1^{er} cycle scientifique ou classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques

Evaluation

Optimisation : TP: Capacité à mettre en œuvre un algorithme d'optimisation sous contrainte. Examen: Capacité à résoudre un problème simple (linéaire ou quadratique). Graphe : examen sur table d'une heure

Programme pédagogique

Optimisation (8 CM, 8 TD) Optimisation non contrainte (Conditions Nécessaires et suffisantes de minimum local, Principe des méthodes de descente et Critère de convergence, Algorithmes : Gradient, Newton, Quasi-Newtoniennes (BFGS, DFP), Moindres carrés : Gauss Newton et Levenberg Marquard, Gradients conjugués. Optimisation sous contrainte (Conditions de Kuhn et Tucker, Algorithmes : programmation linéaire, prog. quadratique (Éliminations, contraintes actives), prog. non linéaire (méthode de pénalisation, SQP), problèmes convexes (Gradient projeté, Méthodes duales / Uzawa), La programmation en nombre entier (Branch and Bound). Graphe (8 CM, 6 TD) Bref historique Introduction Modèles de représentation d'un graphe Etude de la connectivité Parcours eulériens et hamiltoniens Méthodes de recherche de chemins Problèmes d'ordonnancement Arbres et arborescences Réseaux, réseaux de transport et problèmes de flots Couplages – problèmes d'affectation

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6

Objectifs du module

L’enseignement d’Analyse Numérique est dispensé à travers deux EC complémentaires : Analyse Numérique 1 ausemestre 5 et Analyse Numérique 2 au semestre 6.Cet enseignement présente une introduction aux différentes techniques de résolution numérique de problèmesrencontrés en sciences de l’ingénieur. Son objectif est de fournir les techniques de résolution en mathématiquesnumériques, les algorithmes associés et leur implémentation informatique (sous Matlab) pour la simulation deproblèmes déterministes

Compétences acquises

Les étudiants sont amenés, pas à pas, vers la compréhension des mathématiques numériques utiles dans leurformation d’ingénieur.La résolution individuelle de problèmes doit amener les élèves à faire preuve d’une plus grande autonomie. Enparticulier, à l’issue de cet enseignement, les étudiants devront être capables d’analyser le problème posé,déterminer la méthode numérique la plus adaptée à la résolution du problème, mettre en œuvre cette méthode etanalyser les résultats obtenus.

Prérequis

Une bonne maitrise des notions mathématiques de base (analyse, algèbre...) acquises lors des deux premièresannées d’enseignement supérieur et dans le cadre du module « Mathématiques pour l’ingénieur » est demandée.De même, une maîtrise des outils informatiques, de l’algorithmique et de la programmation de base est supposéeacquise. Bien évidemment, la maitrise des notions acquises lors de l’EC Analyse Numérique 1 est requise.

Evaluation

Valider les compétences via des rapports de TP numériques et une épreuve écrite

Programme pédagogique

Résolution numérique de systèmes linéaires;Résolution numérique des équations différentielles;

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

L’objectif est de parvenir à développer des modèles permettant le dimensionnement des structures. Les modèles,élaborés dans le cadre d’hypothèses simplificatrices basées principalement sur la géométrie, constituent le premierniveau des méthodes de calcul de structures. Les structures élancées, éléments de base de la constructionmécanique, sont particulièrement abordées ici.

Compétences acquises

Etre capable d’assurer qu’avec une quantité minimale de matériau, une structure constituée d’une ou plusieurspoutres satisfait aux exigences de résistance (la structure supporte et transmet les charges externes qui lui sontimposées), de rigidité (la structure ne subit pas de déformation excessive lorsqu’elle est sollicitée), de stabilité le caséchéant (le flambement et le déversement sont évités).Savoir évaluer l’état de contrainte et de déformation de structures élancées.Sur le plan expérimental, se familiariser avec les différentes techniques de mesure utilisées en mécanique

Prérequis

Connaissances de base en mécanique des solides et en mécanique des milieux continus

Evaluation

Compte-rendus de TP à remettre à l'issue de chaque séance de 4 heures.Examen final de 2 heures

Programme pédagogique

Cours : Principales hypothèses (hypothèse des petites perturbations, principe de Saint Venant, hypothèse de Navier-Bernouilli) - Charge­ments - Liaisons - Equations d’équilibre global - Structures instables, isostatiques, hyperstatiquesextérieurement - Efforts intérieurs - Identification du type de sollicitation - Equations d’équilibre d’une trancheinfinitésimale de poutre - Effort normal - Systèmes réticulés plans - Moment de flexion - Flexion pure - Flexion simple- Cas des poutres droites en flexion isostatiques et hyperstatiques extérieurement - Moment de torsion dans le casde poutre droite de section circulaire pleine ou creuse - Effort tranchant - Théorèmes énergétiques - Sollicitationscombinées - Formules de Bresse - Calcul de structures hyperstatiques extérieurement ou intérieurement - Critèresde limite élastique - Dimensionnement.Travaux dirigés : les séances de TD portent plus particulièrement sur les points suivants : Séance 1 : Statique desstructures de type poutre – Calculs d’efforts intérieurs – Identification de la sollicitation. Séance 2 : Structuresélancées travaillant en traction/compression – Etude de systèmes réticulés plans. Séance 3 : Etude de la flexion depoutres droites à section constante ou variable. Séance 4 : Calculs de structures de type poutre dans le cas desollicitations combinées hyperstatiques extérieurement ou intérieurement. Application des théorèmes fondamentaux(théorèmes énergétiques, formules de Bresse, ...)Les énoncés des problèmes abordés au cours de chaque séance sont donnés quelques jours avant la séance deTD. Les élèves doivent préparer par écrit chaque séance (temps de préparation : 1h30 à 2h par séance). Lesenseignants contrôlent en séance le travail préparatoire effectué et peuvent le ramasser.Travaux Pratiques : les séances de TP permettent aux élèves de se familiariser avec les techniques de mesureutilisées en mécanique des solides déformables et de vérifier la validité des principaux résultats établis en cours oude modèles théoriques développés à partir du

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

L'objectif de ce module est d'apprendre aux étudiants les premiers éléments de la mécanique des fluides : Calculs d'efforts sur un obstacle et calculs d'un réseau hydraulique. La dernière partie porte sur la formulation pertinente d'un problème de mécanique ou thermique (Analyse Dimensionnelle)

Compétences acquises

Savoir:- Calculer des efforts d'écoulement sur un obstacle- Calculer un réseau hydraulique- Point de fonctionnement d'une pompe

Prérequis

Cours de Mécanique des milieux continus, Tenseurs des contraintes, fermeture newtonienne équations de Navier-Stokes, tenseurs, opérateurs divergence, rotationnel

Evaluation

évaluation finale d'une durée 120 minutes porte sur les 2 parties du cours (calcul d'effort et de pertes de charge). Un exercice par partie. Documents autorisés : Aucun, (les abaques seront fournis le cas échéant) calculatrice non communicante obligatoire

Programme pédagogique

- Hydrostatique : Equation Fondamentale, principe manomètre a fluide, effort sur un barrage, effort sur un corps immergé, densimètre- Fluide parfait : Bernouilli, définition de la charge d'un fluide, Tube de Pitot, Venturi, diaphragme- Exemple de calcul d'efforts sur un obstacle par application de la quantité de mouvement global.- Fluide visqueux et pertes de charge : Calcul d'écoulement simple entre deux plans ou dans une conduite cylindrique. Loi de Poiseuille. Principe d'un viscosimètre. Ecoulements Turbulents loi de Blasius. Perte de charge singulière - Point de fonctionnement d'une pompe- Analyse Dimensionnelle et Similitude TP: calcul de pertes de charge/d'effort et introduction au logiciel Fluent.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 13
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 9

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Devoir à la maison + Note de travaux pratiques.

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 13
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 9

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 7
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 9

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 7
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 5
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 18

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce module a pour objectif de consolider le niveau B1 des élèves les plus faibles, et d’atteindre B2+ /C1 pour les plusforts, de développer les compétences d’expression orale et de commencer la préparation au TOEIC.

Compétences acquises

-Savoir-être et savoir-faire professionnels.-Compréhension de l’écrit et de l’oral, production orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.

Prérequis

Pour tous les élèves : avoir suivi un enseignement dans cette langue, en LV1 ou LV2, au cours de ses étudessecondaires, soit 5 années au minimum. Avoir au minimum le niveau B1.

Evaluation

Contrôle continu : évaluations diagnostiques, formatives et sommatives (vocabulaire, compréhension orale/écritetype TOEIC, et oraux en continu ou en interaction).

Programme pédagogique

Poursuite du travail de perfectionnement de l’oral afin de pouvoir :-s’exprimer sur des sujets complexes de façon claire et bien structurée, émettre un avis sur un problème, utiliser lalangue de façon efficace et souple dans sa vie académique, professionnelle et sociale, comprendre une discussionspécialisée dans son domaine professionnel, comprendre le contenu de sujets concrets ou abstraits - dans un texte,un programme audio et/ou vidéo - utilisant une langue « standard ».-restituer dans ses grandes lignes tout document écrit et oral authentique (ex : articles de presse, News chaînesanglo-saxonnes, programmes audio) portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, professionnelle.Initiation au test TOEIC.Approche actionnelle : les activités et supports utilisés en cours relient les compétences aux tâches communicativeset à la préparation du test TOEIC.Les supports et les méthodes sont adaptés selon les niveaux.

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Les élèves sont répartis en groupes selon leur niveau de compétence. Atteindre, renforcer ou dépasser le niveau B1 tel que décrit dans le CECRL. Renforcement des bases, langue générale. Remise à niveau dans les 5 compétences en vue d’atteindre le niveau B1 à la fin du S6, ou d’aller au-delà pour les étudiants les plus avancés Pour les débutants : atteindre le niveau A1 tel que décrit dans le CECRL.

Compétences acquises

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère. Compréhension de l’écrit et de l’oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère. Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

Prérequis

Avoir suivi la langue étudiée en LV1, LV2 ou LV3 dans le secondaire. Pour les débutants : engagement à suivre la formation dans la LV2 choisie tout au long de sa scolarité à l'ENSEM

Evaluation

Contrôle continu (50%) : tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours. Examen écrit (50%).

Programme pédagogique

Langue générale et quotidienne, thèmes, supports et mise en oeuvre les plus variés possibles. Thèmes : parler de soi-même, étudier, sport et loisirs, santé, travail, entreprise, vivre à l’étranger, habiter, vie quotidienne et traditions. A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite et orale). Enrichissement systématique du vocabulaire actif (jeux, etc.). Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de la langue. Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques. Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes. Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation, etc. Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédaction de mail, prise de position, synthèse, etc.

Volume horaire total : 1
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 1
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

- Compléter l’intégralité du parcours obligatoire avant la fin du semestre 6.
- Renforcer la maîtrise de l’orthographe grammaticale et lexicale.
- Réduire progressivement les erreurs récurrentes à l’écrit.
- Développer l’autonomie, la régularité et l’engagement dans l’apprentissage.

Compétences acquises

- Maîtriser les principales règles orthographiques et grammaticales du français ;
- Mobiliser des automatismes orthographiques dans des productions écrites variées
- Améliorer durablement la qualité des productions écrites.

Prérequis

- Niveau minimum B1 en français pour les étudiants dont le français n’est pas la langue maternelle.

Evaluation

- Le quitus de langue française est validé lorsque les niveaux obligatoires sont complétés à 100 % et que l’étudiant a obtenu un certificat de réussite remis une fois l’évaluation finale réussie.
- Le quitus semestriel conditionne l’obtention de l’UE Sciences humaines.

Programme pédagogique

- Travail autonome et progression individualisée pour travailler différents aspects de l’orthographe et de la grammaire à partir de l’application Ohé Orthographe Héros.
- Évaluation diagnostique initiale réalisée en début d’année afin d’identifier les besoins de chaque étudiant.
- Mise en place d’un parcours personnalisé adapté aux difficultés rencontrées.
- Progression individualisée sous forme de microlearning (modules courts de moins de 10 minutes).
- Révision des règles d’analyse grammaticale et de la structure des phrases.
- Entraînements réguliers pour favoriser l’ancrage des connaissances sur le long terme.
- Des exercices ludiques et interactifs avec différents niveaux.

Volume horaire total : 16
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

•Appréhender la fonction management au sein de l’entreprise. •Acquérir les bases du management et la posture de manager.

Compétences acquises

•Connaitre le rôle, les principales activités et compétences sollicitées d’un manager. •Développer son leadership de manager. •Se positionner en qualité de manager et résoudre un problème en équipe.

Prérequis

Bases de l'environnement de l'entreprise.

Evaluation

Evaluation écrite : 50% Evaluation orale 50%

Programme pédagogique

•CM 1 - Le management en entreprise :•Définition du management •La position et responsabilité au sein de l’entreprise (rôle, action et relations)•Les différents types de mangement (intérêts, limites, et application)• CM 2 - Les missions du manager :•Les enjeux de la cohésion d’équipe•Développement du leadership•Les conditions de réussite • CM 3 - Les fonctions du manager :•Rôle et posture•Les compétences et soft skills •Mise en place d’une position hiérarchique•Fixer des objectifs•Mobiliser les ressources (déléguer et responsabiliser, planifier le développement des talents)• CM 4 - Les décisions et le processus décisionnel :•Les types de décisions•L’intelligence émotionnelle•Le modèle décisionnel•Les facteurs de contingence• CM 5 - Les pratiques essentielles : •Le management interculturel•La gestion des risques•La gestion des conflits•La conduite de l’entretien individuel

Volume horaire total : 18
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L’objectif de cet EC en collaboration avec le Peel est de sensibiliser les étudiants Ensem pendant 3 jours à la culture entrepreneuriale en leur permettant de concevoir un scénario en lien avec l’entrepreneuriat et d’évaluer sa cohérence.

Compétences acquises

Transformer une idée en une opportunité d’affaire
Travailler et mobiliser des notions concernant la propriété intellectuelle, la comptabilité et les statuts juridiques, le marketing de projet
Prise de parole en public

Prérequis

L’outil de formation Peel IDéO© utilisé vise le public étudiant dans son ensemble – pas de prérequis demandés.

Evaluation

Les étudiants seront évalués sur leur participation et travail sur les différents ateliers ainsi que sur la qualité de leur pitch final.

Programme pédagogique

Après une formation initiale, les étudiants sont répartis en groupes de projet. Tout au long des 3 premières demi-journées ils assisteront en groupe à des ateliers thématiques (méthode IDéO©, analyse financière, marketing de projet) et construiront un scénario entrepreneurial à partir d’une idée innovante. Lors de la dernière demi-journée, ils prépareront le pitch de leur projet (5mns/projet) qu’ils présenteront devant un jury et un public qui éliront le meilleur pitch.

Volume horaire total : 0,5
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0,5

Objectifs du module

L'objectif de ce module est de valider la partie pratique de l’habilitation au niveau "BE Essai"

Compétences acquises

Avoir un comportement approprié en présence de tension électrique.Savoir prendre les mesures nécessaires afin d’éviter de se mettre en danger en présence de tension électrique.Réagir de façon adaptée en cas d’accident d’origine électrique.Savoir mettre en oeuvre les compétences théoriques acquise lors de la partie théorique du module habilitationélectrique.

Prérequis

Cours théorique d’Habilitation du S5

Evaluation

Evaluation individuelle, par vérification de la bonne mise en oeuvre des consignes de sécurité adaptées lors de laréalisation du TP proposé

Programme pédagogique

TP Evaluation pratique pour l’habilitation "BE Essai", réalisation d’une manipulation d’ordre électrique donnée par uncahier des charges

Volume horaire total : 14
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

- Développer une posture d’ingénieur citoyen, conscient des implications éthiques, sociales et environnementales des projets techniques auxquels il peut être amené à contribuer-
Reconnaître et expliciter la diversité des enjeux et des positions et leurs intérêts parfois divergents et expérimenter la complexité du débat public et la difficulté d’aboutir à un consensus

Compétences acquises

Etre capable de se décentrer par rapport à son propre jugement et d’écouter les positions divergentes, et comprendre la diversité des enjeux qui environnent les différentes missions des ingénieurs

Prérequis

Acun

Evaluation

Quitus validé sur la présence aux séances

Programme pédagogique

Séquence de CM :- CM1 : enjeux environnementaux : état des lieux (limites planétaires, pensés systémique, services écosystémiques)- CM2 : les obligations dans les entreprises (ce qui a été fait hier, ce qui est fait aujourd'hui, ce qui devra être fait demain)- CM3 : l'éthique et la responsabilité de l'ingénieur- CM4 : l'art de débattre et de construire un consensusSéquence de trois TD : Reconstruction d'un débat public autour d'un grand projet de construction d'infrastructure hospitalière : enjeux, difficultés et construction de consensus

Volume horaire total : 6
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est d'ouvrir les étudiants aux réalités du monde professionnel et à leur permettre de découvrir la diversité des trajectoires, métiers et secteurs accessibles à l'issue de la formation d'ingénieur. Elle favorise également la compréhension des enjeux industriels contemporains à travers les retours d'expérience de professionnels.

Compétences acquises

Capacité à identifier différents parcours et environnements professionnels de l'ingénieur, à analyser les compétences attendues dans divers secteurs d'activité, et à construire une réflexion personnelle sur son projet professionnel.

Prérequis

Aucun

Evaluation

Quitus validé sur la présence aux séances

Programme pédagogique

Interventions de professionnels issus de secteurs variés (industrie, conseil, recherche, entrepreneuriat, innovation, etc.), retours d'expérience sur les parcours de carrière, échanges avec les étudiants et présentation d'enjeux industriels actuels.

Volume horaire total : 10
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Se présenter et communiquer en contexte professionnel

Compétences acquises

Se préparer à interagir avec le monde professionnel. Développer des compétences opérationnelles en communication professionnelle écrite et orale, y compris dans des contextes interculturels. compétences de communication de projet, d'analyse de situation et de gestion des relations professionnelles complexes

Prérequis

Maîtrise correcte de la langue française.

Evaluation

Outils 50 % Mise en situation 50 %

Programme pédagogique

• TD 1 : Maîtriser une stratégie de prospection efficace
restitution de stage

• TD 2 : Se préparer aux entretiens

• TD 3 et 4 : Préparer la dissertation de

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Au travers d’une étude de grande ampleur de type ingénierie de conception, il s’agit d'entrevoir la multiplicité dessavoir-faire requis pour mener à bien un projet d'ingénierie s’inscrivant dans le profil ingénieur ENSEM.

Compétences acquises

Gestion de projet, aptitude au travail collectif dans un projet pluri-disciplinaire

Prérequis

Compétences scientifiques et techniques de niveau CPGE, du bon sens, de l’ouverture d’esprit et une aptitude àtravailler en équipe et de manière autonome.

Evaluation

Évaluation sur la base de la fourniture d'un rapport à mi-parcours et d'un rapport final du projet (qualité du livrable,respect du cahier des charges, éléments de gestion du projet, qualité et organisation des ressources bibliographiques...)Présentation de l'ensemble des travaux dans la cadre d'une soutenance (soutenance, structuration des documents,motivation...)

Programme pédagogique

Le sujet posé par les enseignants, traite d’un problème d’ingénierie de large ampleur, de nature pluridisciplinaire depréférence et possédant une teinture d’innovation.Il offre des possibilités d’études multiples : étude scientifique (modélisation, simulation), étude technique (capteurs,actionneurs, matériaux, dimensionnement), étude des coûts, etc. Il s’agit pour l’élève d’en étudier la faisabilité globaleet d’explorer en détails quelques-uns de ses aspects spécifiques.Certaines études peuvent aboutir à une réalisation technique mais cela ne constitue pas l’objectif essentiel. Desproblèmes industriels en liaison avec des entreprises sont aussi proposés, à condition de respecter l’esprit du projetet de régler les aspects de confidentialité.Les groupes projets travaillent en totale autonomie (sous la responsabilité d’un tuteur qui assure le rôle de client).Un suivi régulier de l’avancement du projet est fourni par le groupe à travers la fourniture de comptes-rendus réguliersmais aussi de différents documents :- Rapport d’avant-projet- Rapport à mi-parcours- Rapport final

Semestre S7

Code UE	UE	ECTS	Code EC	EC	Coeff	Enseignant	Vol	CM	TD	TP
7JUNRJ02	Outils pour l'ingénieur	4	7JENRJ20	Distributions	0,50	M. Ben Jaba	15	9	6	0
				Initiation à l'IA	QUITUS	S. Le Cam	15	12	3	0
			7JENRJ21	EDP	0,50	M. Ben Jaba	15	9	6	0
7JUNRJ03	Conversion de l'énergie	5	7JENRJ30	Conversion électro-mécanique de l'énergie	0,33	A. Labergue	24	8	4	12
			7JENRJ31	Bureau d'étude 'Chaîne de conversion d'énergie'	0,33	M. Urbain	26	6	0	20
			7JENRJ32	Matériaux pour l'énergie	0,33	G. Pernot	20	8	12	0
7JUNRJ04	Mécanique	5	7JENRJ40	Initiation aux transferts thermiques	0,50	S. Didierjean	30	8	12	10
			7JENRJ41	Mécanique des machines tournantes	0,50	M. Bordron	30	14	12	4
7JUNRJ05	Génie électrique	5	7JENRJ50	Electronique de Puissance	0,50	S. Pierfederici	30	16	6	8
			7JENRJ51	Machines électriques	0,50	N. Takorabet	30	10	8	12
7JUNRJ06	Sciences de l'information 3	5	7JENRJ06	Traitement du signal	0,50	R. Ranta	30	10	11	9
			7JENRJ61	Réseaux de capteurs	0,50	Y.-Q. Song	30	10	5	15
7JUNRJ01	Formation générale 3	6	7JENRJ14	RSE et Transition	QUITUS	B. Remy	18	10	8	0
			7JENRJ15	Conférences industrielles	QUITUS	P. Villette	6	6	0	0
			7JENRJ10	Communication et projet professionnel	0,14	F. Temsamani	16	6	10	0
			7JENRJ11	Gestion Comptable	0,29	J. Binet	14	6	8	0
			7JENRJ12	Anglais	0,29	C. Corringer	24	0	24	0
			7JENRJ13	Langue Vivante 2	0,29	A. Quesada	24	0	24	0

EC 7JENRJ20	Distributions	UE 7JUNRJ02 Outils pour l'ingénieur	M. Ben Jaba
Volume horaire total : 15 Volume horaire cours magistraux (CM) : 9 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0			
Objectifs du module			
L'objectif de ce cours est d'introduire dans un premier temps la notion de distribution qui généralise celle de fonction,et qui trouve de nombreuses applications dans divers domaines de l'ingénierie comme les équations aux dérivéespartielles ou encore le traitement du signal. Une fois ces définitions de base introduites, les différentes notionsstandard intervenant dans le calcul fonctionnel seront développées par extension pour les distributions : dérivation,limite, convolution, résolution d'équations différentielles à second membre distribution, transformée de Fourier. Lesexercices de TD permettront de maîtriser ces nouvelles notions et les règles de calcul associées.			
Compétences acquises			
Notion de distributionRègles de calculs pour les distributions : dérivation, limite, convolution, résolution d'équations différentielles,transformée de Fourier			
Prérequis			
Bases de l'analyse des fonctions ; transformée de Fourier des fonctions ; calcul intégral			
Evaluation			
Valider les compétences par une épreuve écrite.			
Programme pédagogique			
Le cours est structuré selon les chapitres suivants :• Distributions• Dérivation et limite des distributions• Convolution des distributions et applications• Transformée de Fourier des distributions tempérées			

Volume horaire total : 15
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 3
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 15
Volume horaire cours magistraux (CM) : 9
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est de donner les principaux éléments qui permettent de comprendre la théorie des équations aux dérivées partielles (EDP) ainsi que leur résolution numérique. On commencera par introduire quelques modèles d’EDP intervenant dans le domaine des sciences de l’ingénieur. Nous aborderons ensuite la notion de formulation variationnelle des EDP et la théorie de Lax-Milgram associée. Une seconde partie du cours sera orientée vers la résolution numérique des EDP par éléments finis, puis par différences finies. Les séances de TD permettront de comprendre les principales notions du cours et de mettre en oeuvre les méthodes numériques pour les EDP.

Compétences acquises

Eléments de base de la théorie des EDP
Ecriture et propriétés d’une formulation faible pour un problème aux limites donné
Résolution numérique des EDP

Prérequis

Propriétés et règles de calculs pour les fonctions – analyse numérique de base (interpolation de Lagrange, résolution numérique des systèmes linéaires, dérivation numérique, intégration numérique) - Matlab

Evaluation

Evaluation par une épreuve écrite

Programme pédagogique

Le programme est le suivant • Introduction aux modèles d’EDP • Formulation faible et théorie de Lax-Milgram • Approximation numérique des EDP par éléments finis • Approximation numérique des EDP par différences finies

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

Ce cours est une introduction à la production d'électricité à partir d'énergie renouvelable et en particulier en utilisant l'énergie hydraulique (turbines hydrauliques) et aéraulique (éolienne). Même si les machines électriques sont un élément indispensable pour la conversion électromécanique de l'énergie, l'accent est mis sur la production d'énergie mécanique par l'intermédiaire d'une roue tournante. On vise alors à mettre en place une approche globale d'identification et de modélisation des flux d'énergie et des pertes mis en jeu permettant ainsi d'évaluer les performances de la machine.

Compétences acquises

- Connaissances des familles de turbomachines et d'éoliennes ainsi que leurs caractéristiques de fonctionnement- Concevoir une turbine hydraulique et une éolienne pour produire de l'énergie mécanique- Modéliser les pertes mécaniques et évaluer les performances d'une turbine hydraulique ou d'une éolienne

Prérequis

Mécanique des fluides et applications S6

Evaluation

Examen pour évaluer le niveau de connaissances en conversion électromécanique de l'énergie.Evaluation des compétences pratiques acquises en séance de TP avec une mise en situation.

Programme pédagogique

CM: 4 séances de 2 heures durant lesquelles seront abordés les points suivants- Théorie générales des machines tournantes: classification, bilans globaux, triangle des vitesses, théorème d'Euler,similitude et analyse adimensionnelle,- Turbopompes: classification, caractéristiques théoriques des pompes centrifuges, bilan et rendement- Turbines hydrauliques: constitution, bilan et rendement, turbines à action et à réaction, diagramme de sélection d'une turbine- Eoliennes: origine et caractérisation du vent, classification des éoliennes, constitution, théorie et limite de BetzTD: 2 séances de 2 heures consacrées à la résolution d'exercices et problèmes concrets pour appliquer les notions vues en coursTP: 3 séances de 4 heures.Deux séances sont consacrées à l'étude pratique d'une génératrice (pompe centrifuge) et d'une réceptrice (turbine Pelton ou éolienne à axe horizontal)La dernière séance consiste à une évaluation avec une mise en situation en salle de TP.

Volume horaire total : 26
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Le projet proposé est multidisciplinaire, il implique des considérations dans différents domaines, à savoir les machines électriques, l’automatique et l’électronique de puissance. L’objectif du projet est de réguler en vitesse et en courant un moteur électrique à courant continu de 5kW. Les connaissances théoriques requises sont systématiquement délivrées à chaque étape essentielle de l’étude, puis elles sont directement appliquées en pratique par la réalisation de tests expérimentaux sur un banc d’essais. Chaque étape de dimensionnement du projet requière une validation sur maquette.

Compétences acquises

Modéliser une chaîne de conversion, i.e. le système non-linéaire {commande, convertisseur, machine à courant continu à excitation indépendante}, au sens des valeurs moyennes,Identifier des paramètres statiques et dynamiques du modèle par protocoles expérimentaux,Déterminer les limites physiques du moteur et les intégrer dans l’élaboration de la commande,Dimensionner des correcteurs linéaires pour les asservissements de courant et de vitesse de la machine tournante,Confirmer les prévisions du comportement dynamique du système par le biais de simulations numériques sous Matlab/Simulink,Implanter les correcteurs par prototypage rapide dSPACE,Observer et analyser les formes d’ondes et les mesures par oscilloscope,Tester la dynamique, la précision et la stabilité de la régulation sur banc d’essais,Evaluer le rendement de conversion de la chaîne et la qualité de l’énergie prélevée sur le réseau électrique,Rédiger un rapport de projet, à savoir une synthèse portant sur le travail de développement et de dimensionnement, et les essais expérimentaux associés.

Prérequis

Electronique de puissance S6Machines électriques S6Automatique S6

Evaluation

Compte-rendu du rapport de projet

Programme pédagogique

Cours magistraux :2h : machine à courant continu en régime dynamique (réponse indicelle à une perturbation en couple ou en tension, rendement de conversion), technologie, constitution4h : redresseur triphasé à thyristors (principe, rendement de conversion et qualité de l’énergie), ensemble redresseur à diode et hacheur sérieTravaux pratiques :Modélisation externe de l’ensemble {source + convertisseur + moteur électrique + charge},Définition d’un protocole expérimental en vue de mesurer des paramètres statiques et dynamiques,Dimensionnement de correcteur linéaire,Simulations avec Matlab Simulink,Prototypage rapide avec dSPACE et numérisation de l’algorithme de contrôle,Création d’une interface de commande avec ControlDesk,Validation du dimensionnement par des essais sur le banc d’essais.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Dans ce module, une introduction à la science des matériaux sera exposée au travers des trois grands secteurs, relatifs aux problématiques actuelles de l'Energie et Energies renouvelables, abordés à l'ENSEM : Matériaux pour la mécanique des systèmes Matériaux pour la thermique dans les nano-systèmes et les énergies renouvelables Matériaux magnétiques et semi-conducteurs.

Compétences acquises

Connaitre plusieurs classifications des matériaux
Reconnaitre les propriétés physiques : mécanique, thermique et magnétique des différentes classes de matériaux
Savoir lire un diagramme de phase binaire
Savoir dimensionner un aimant suivant le cahier des charges
Comprendre les mécanismes physiques influant sur les transferts de chaleur
Savoir choisir un matériau suivant les applications en énergétique visées : mécaniques, magnétiques ou thermiques

Prérequis

Notions de base en MMC (volet matériaux pour la mécanique)
Notions de base en thermodynamique et transferts thermiques
Notions de magnétostatique

Evaluation

L'évaluation prendra la forme d'un examen sur table de 2 heures reprenant les trois parties développées dans ce cours

Programme pédagogique

CM 1 (Chapeau) Introduction sur les grandes classes de matériaux : métaux, semiconducteurs, céramiques et polymères ainsi qu'aux matériaux composites issus de ces différentes classes. Plusieurs exemples d'exploitation et de méthodes de contrôle des propriétés physiques : mécanique, thermique, magnétique et électrique associés à chaque classe seront présentés en préliminaire aux 3 séances de CM spécialisés qui suivent, CM 2: volet matériaux pour la mécanique Introduction sur les relations « microstructure (échelles atomiques à microscopique) / propriétés mécaniques » dans le cas des matériaux cristallins (métaux et céramique) et amorphes (polymères et verres). CM 3 : volet matériaux pour la thermique dans les nano-systèmes et les énergies renouvelables Introduction aux concepts fondamentaux de transferts de chaleur aux échelles micro et nanoscopiques. La notion de contrôle et de manipulation des propriétés thermiques aux petites échelles sera abordée et mise en lien avec des applications dans le domaine porteur des énergies renouvelables. CM 4: volet matériaux pour la supraconductivité et matériaux magnétiques Introduction au milieu matériel magnétique et aux aimants, représentation microscopique et macroscopique de l'aimantation, loi de comportement et critère d'Evershed. Ouverture sur les supraconducteurs. TD: Les séances de TD permettront d'approfondir les connaissances vues en cours au travers d'exemples concrets: Apprentissage à la lecture des diagrammes de phase d'alliages binaires. Mise en oeuvre de choix de tôles magnétiques. Dimensionnement et choix d'aimants. Optimisation des propriétés d'un générateur thermoélectrique à effet Seebeck.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 10

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est de transmettre aux étudiants les concepts de base leur permettant d’aborder et de résoudre divers problèmes liés aux transferts de l’énergie thermique. Les 3 modes de transferts sont présentés et illustrés par des exemples.

Compétences acquises

Les étudiants connaîtront la terminologie et les principales lois physiques des transferts d’énergie thermique. Ils sauront décrire et modéliser un problème de transfert de l’énergie thermique, et ils seront capables de le résoudre en utilisant les méthodes usuelles pour l’ingénieur.

Prérequis

Thermodynamique – Bilan d’énergie
Bases de calcul différentiel
Bases de résolution des équations aux dérivées partielles

Evaluation

Compte rendu des TP
Examen final

Programme pédagogique

Cours magistraux (8h)
Description des trois modes de transfert de l’énergie thermique : Conduction, rayonnement, convection
Présentation des principales lois et des grandeurs impliquées
Description des interactions du système thermique avec son environnement
Principales méthodes de résolution
Travaux dirigés (12h)
Travaux dirigés de méthodologie c’est à dire de prise en main des concepts et des outils en transfert de l’énergie thermique par conduction et par rayonnement.
Etude des ailettes de refroidissement, Notion de résistances thermiques, échanges par rayonnement entre parois opaques, bilan radiatifs, ...
Travaux pratiques (10h)
Les TP ont pour objectif : D’initier les étudiants à la métrologie des températures
D’observer expérimentalement les transferts d’énergie thermique par conduction, convection et rayonnement
D’analyser des données expérimentales, telles que des profils de température ou des variations temporelles de température pour en déduire des paramètres thermiques.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 4

Objectifs du module

Se familiariser avec les équations de la dynamique d'Euler-Lagrange.Appliquer ses équations à des systèmes dynamique, notamment des machines tournantes. Prédire ainsi lecomportement de ces machines (mouvement, vitesse, raisonnance).Affiner les modèles avec des phénomènes propres aux machines tournantes.

Compétences acquises

Modélisation du comportement dynamique d'un système, et notamment d'une machine tournante.Modélisation des défauts des machines tournantes et identification des cas critiques de fonctionnement

Prérequis

Cours de mécanique du solideCours de MMC

Evaluation

TP évaluésExamen final de 2h

Programme pédagogique

CM - Introduction aux équations de dynamique d'Euler-Lagrange et résolutions des équationsTD - Application des équations d'Euler-Lagrange à cas simples de dynamiqueCM - Approche des équations pour les machines tournantes. Prise en compte des phénomènes propres auxmachines tournantes : balourd statique/dynamique, flexion de l'arbre, paliers, force magnétique (moteur).TD - Application à une machine tournante.TP - Application numérique sur un système énergétique tournant. Résolution numérique d'un problème complet.TP - Application physique sur une machine tournante. Mesure et analyse des vibrations.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est de permettre aux étudiants d’acquérir les notions de base permettant de comprendre les principes de fonctionnement des principaux convertisseurs de puissance utilisés dans la conversion DC/DC avec etsans isolation galvanique, AC/DC et DC/AC. Seront traités leurs modélisations dynamiques instantanées etmoyennes, leur architecture de contrôle et leur dimensionnement. Les deux TD permettront d’aborder en détail deux structures de conversion (DC DC isolée et DC AC triphasée) très courantes dans l’industrie.

Compétences acquises

Acquisition des éléments de connaissance requis pour l’étude des convertisseurs d’électronique de puissanceDC/DC isolés, DC/AC et AC/DC. Connaissance de leurs comportements statique et dynamique ainsi que desstratégies de pilotage usuelles

Prérequis

Electronique de puissance S6, automatique linéaire

Evaluation

Note 1 = Note de TP
Note 2 = Note examen
Note finale = 0.4*Note 1 + 0.6*Note 2

Programme pédagogique

Cours magistraux2h- Rappel sur la méthodologie d’étude des convertisseurs statiques : applications aux hacheurs DC DC non isolésusuels4h- Etude des convertisseurs DC/DC isolés : analyse de fonctionnement, modélisation instantanée et moyenne,convertisseurs étudiés Flyback Forward Push-Pull4h- Modélisation statique et dynamique des hacheurs DC/DC - contrôle des hacheurs en mode de conductioncontinue et discontinue2h- Onduleur/Redresseur monophasé à commutation forcé : principe de fonctionnement, stratégies de modulation,modélisation statique et dynamique, dimensionnement4h- Onduleur/Redresseur triphasé à commutation forcé : principe de fonctionnement, stratégies de modulation, PLL,transformation de Concordia et de Park, modélisation dynamique et contrôle, évaluation des pertes (méthode de lamoyenne glissante)Travaux dirigés1 TD Etude et contrôle d’un convertisseur isolé Flyback fonctionnant en mode auto-oscillant1 TD Etude d'un convertisseur Forward avec circuit de Clamping1 TD modélisation et contrôle d’un redresseur commandé monophaséTravaux pratiques1 TP sur les convertisseurs statiques isolés (Flyback, Forward)1 TP sur la mise en oeuvre d’un onduleur triphasé

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

Ce module vient à la suite du module de Machines Electriques de 1ère année, il a comme objectif d’étudier lesmachines électriques dans leur environnement. La phase de présentation des principes physiques, établissementde modèle et identification des paramètres étant faite en 1ère année, ce module s’intéresse à la mise en oeuvre desmachines électriques en moteur et en générateur dans différentes situations. L’entraînement à vitesse variable, lagestion de l’énergie électrique d’un alternateur ou le fonctionnement en génératrice asynchrone dans une éoliennesont des exemples de situations étudiée. Un accent fort sera mis sur l’exploitation des modèles des machines pourl’étude des bilans énergétiques.

Compétences acquises

Les compétences acquises à la suite de ce module :1-Exploitation des modèles externes des machines électrique pour l’étude de leur fonctionnement en régimepermanent et l’établissement des bilans des puissances converties.2- Mise en oeuvre des machines électriques en moteur et en générateur(Machines synchrone connectées au réseau de distribution, Alternateur synchrone autonome, Entraînementsélectriques de la machine asynchrone a vitesse variable, Génératrice asynchrone connectée au réseau)

Prérequis

Cours de machines électriques de 1ère annéeNotions d’électromagnétismeCircuits électriques et magnétiques

Evaluation

Contrôle continuComptes-rendu de TPExamen de fin de semestre

Programme pédagogique

Cours magistrauxMachine synchrone : Modèles non linéaires, étude de stabilité, Fonctionnement générateur (autonome ou connectéau réseau), Fonctionnement moteur avec convertisseur ou connecté au réseau. Machine synchrone à aimantspermanents (introduction).Machine asynchrone : Rappels sur l’établissement du modèle électrique. Fonctionnement moteur sur le réseau,Variation de vitesse, Fonctionnement en génératrice (MADA).Travaux dirigés (4 TD de 2h) :Machine Synchrone 1 : Fonctionnement génératrice ou moteur autonomeMachine Synchrone 2 : Fonctionnement génératrice connecté au réseauMachine Asynchrone 1 : Fonctionnement moteur (variation de vitesse)Machine Asynchrone 2 : Fonctionnement génératrice connecté au réseau (MADA)Travaux pratiques (4 séances de 3h).TP 1 : Machine synchrone : Identification des paramètres du modèle (Essais à vide, en CC). Essais en charge engénératrice autonomeTP2 : Machine synchrone accrochée sur le réseau (Moteur : courbe de Mordey). Générateur (gestion de la puissanceactive et réactive)TP3 : Machine asynchrone entraînement à vitesse variable (via un variateur)TP4 : Machine asynchrone en fonctionnement génératrice (autonome ou accrochée au réseau)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 11
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 9

Objectifs du module

Maîtriser les outils classiques de traitement du signal pour l’analyse des signaux continus et numériques sans bruitet avec bruit.

Compétences acquises

Analyse spectrale sur ordinateurÉchantillonnageFiltrage linéaire des signaux numériquesCaractérisation et analyse des signaux aléatoires

Prérequis

Analyse fonctionnelle, notions de distribution, notions de signaux, transformée de Fourier, probabilités

Evaluation

Examen de 2h, 2 tests, 1 compte-rendu de TP

Programme pédagogique

Signaux continus et analyse de Fourier :Représentation fréquentielle des signauxConvolutionOpérateurs de convolution en physiqueTransformée de Fourier des fonctionsTransformée de Fourier des distributions tempéréesÉchantillonnage et sériesPropriétés énergétiques et transformée de FourierLimites de l’analyse de FourierSignaux et traitements numériques :Signaux numériques et convolution numériqueTransformée en zTransmittance en z des filtres numériquesAnalyse fréquentielle des filtres numériquesSynthèse des filtres sous la forme RII, synthèse des filtres sous la forme RIFSignaux aléatoires :Rappels sur les variables aléatoiresDescription des processus aléatoires (densité de probabilité à l’ordre 1 et 2, moments)Densités spectrales, fonctions de corrélation, représentations temporelle et fréquentielleDéfinitions du rapport signal à bruit, du bruit blanc

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 5
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 15

Objectifs du module

Les systèmes énergétiques utilisent des capteurs et des équipements fortement connectés via des réseauxinformatiques distribués géographiquement et sur plusieurs sites. Les protocoles utilisés par ces réseaux permettentd'acheminer les données (par exemple issues d’une instrumentation d’un bâtiment ou d'une installation industrielle)vers des centres de traitement et de gestion. L’objectif de ce module est de présenter les concepts fondamentauxdes réseaux de communication, leurs protocoles et les techniques de mise en oeuvre pour construire un réseau decapteurs pour échanger et collecter des données.

Compétences acquises

Comprendre le fonctionnement des réseaux et des protocoles de communication- Mettre en oeuvre un réseau de capteurs et développer une simple application de collecte de données

Prérequis

Algorithmes et programmation 1A

Evaluation

Savoir intégrer un réseau de capteurs dans un système pour collecter des données et faire des choix technologiquespour sa mise en oeuvreModalités d'évaluation : contrôle continu (notes travaux pratiques), examen écrit

Programme pédagogique

Cours :- Principes généraux de fonctionnement des réseaux et protocoles de communication : modèle OSI et modèleTCP/IP- Protocole CAN- Protocoles de l'Internet des Objets : LoRa et LoRaWAN, IEEE 802.15.4- Programmation des applications communicantes : Socket- Introduction aux applications IoT et la sécurité des communicationsTravaux dirigés :- TD1 : analyse des traces réseau- TD2 : Adressage IP et CRC- TD3 et TD4 : Bus de communication CAN- TD5 : sécurité des communicationsTravaux pratiques :- TP1 : Développement d'une application de collecte de données (application de surveillance)- TP2 : Protocoles MQTT et applications IoT- TP3 : Communication basse consommation : protocole Zigbee- TP4 et TP5 : Protocole et applications LoRa

Volume horaire total : 18
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Préparer les futurs ingénieurs à comprendre, analyser et accompagner les transitions écologique et numérique des organisations, en intégrant leurs dimensions juridiques, stratégiques et opérationnelles dans une perspective durable et de responsabilité sociétale des entreprises.

Compétences acquises

Maîtriser les cadres juridiques, outils et normes de durabilité (RSE, économie circulaire, taxonomie européenne) afin de conduire un audit stratégique des transitions écologique et numérique en entreprise. Développer une posture éthique et réflexive intégrant les enjeux de responsabilité sociétale, d’impact carbone et d’équité.

Prérequis

Cours 1A de RSE

Evaluation

Participation Fresque du climat + Cycle de conférences + rapport d’audit

Programme pédagogique

CM 1- Les enjeux de la transition énergétique / l’anthropocène (Conf. Débat)CM2 - Shift Project – Impact Carbone – Sobriété numériqueCM 3 - Développement Durable – Solution (Sobriété, efficacité et acceptabilité) (ENEDIS)CM 4 - Rapport du GIEC / RTE – Mix Energétique (RTE). Le Mix énergétique et le futur énergétique.CM 5 - LE DDERS au sein de l’entreprise + Normes (Conseil de perfectionnement - Arcelor) - Table Ronde.TD 1 - Audit de la transformation : cadre réglementaire des transitions.TD 2 - Analyse de technologies durables.TD 3 - Analyse critique d'une technologie numérique.TD 4 – Audit de la transformation écologique et/ou numérique d’une organisation.+ Fresque du Climat

Volume horaire total : 6
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est d'ouvrir les étudiants aux réalités du monde professionnel et à leur permettre de découvrir la diversité des trajectoires, métiers et secteurs accessibles à l'issue de la formation d'ingénieur. Elle favorise également la compréhension des enjeux industriels contemporains à travers les retours d'expérience de professionnels.

Compétences acquises

Capacité à identifier différents parcours et environnements professionnels de l'ingénieur, à analyser les compétences attendues dans divers secteurs d'activité, et à construire une réflexion personnelle sur son projet professionnel.

Prérequis

Aucun

Evaluation

Quitus validé sur la présence aux séances

Programme pédagogique

Interventions de professionnels issus de secteurs variés (industrie, conseil, recherche, entrepreneuriat, innovation, etc.), retours d'expérience sur les parcours de carrière, échanges avec les étudiants et présentation d'enjeux industriels actuels.

Volume horaire total : 16
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

S'insérer et se positionner comme acteur de son parcours•Construire le projet personnel et professionnel.

Compétences acquises

•Préparer une soutenance orale. •Découvrir plusieurs métiers d’ingénieur. •Repérer ses acquis d’expérience. •Construire une posture active en vue de l'insertion professionnelle

Prérequis

Maitriser les compétences du S5 et S6.

Evaluation

Dissertation 40% Soutenance 40% Construction PPP 20%

Programme pédagogique

•CM 1 : Rencontre organisée autour d’un ingénieur en production•CM 2 : Rencontre organisée autour d’un ingénieur en R&D•CM 3 : Rencontre organisée autour d’un ingénieur chargé d’affaires•TD 1 : Préparation à la soutenance de restitution•TD 2 : Découverte d’outils pour l’élaboration du projet personnel•TD 3 : Conduite d’un entretien individuel avec un professionnel•TD 4 : Valoriser ses expériences et compétences

Volume horaire total : 14
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Comprendre les concepts, principes de réalisation et le contenu des documents de synthèse de la gestion d'uneentrepriseAppréhender les mécanismes financiers de fonctionnement des entreprisesÊtre sensibilisé aux conséquences financières des décisions de gestion des entreprises

Compétences acquises

Être sensibilisé aux aspects financiers de la gestion d'une entrepriseComprendre les conséquences financières des décisions pour gérer une entrepriseRestructurer et réorganiser les états financiers pour comprendre de manière simplifiée les aspects financiers de gestion d'une entreprise (ou d'une équipe de travail). Comprendre comment comprendre et interpréter les états financiers d'une entreprise, voir comment corriger une situation qui nécessite une attentionLa simulation de gestion complète avec la mise en pratique des concepts

Prérequis

Aucun

Evaluation

contrôle continu

Programme pédagogique

Présentation des documents de synthèse, contenu et compréhension du contenu de chacun des documents et lien avec l'entreprise et sa stratégieProcessus de construction des documentsApproche fonctionnelle du bilanDécomposition du compte de résultat au travers des soldes intermédiaires de gestionApproche synthétique de la rentabilité d'une entreprise au travers du compte de résultat différentielTD : mise en application concrète de chaque outil, avec l'interprétation

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif de ce module est de préparer les étudiants à la certification externe correspondant à leur niveau et à leurs besoins. Les certifications préparées sont les suivantes : -TOEIC score minimal à atteindre 785 (niveau B2)-IELTS score minimal à atteindre 6 (B2)-DET (Duolingo English Test) score minimal à atteindre 100 (B2)Le IELTS et le DET sont des certifications demandées par les universités partenaires pour des double-diplômes à l'étranger.

Compétences acquises

Compétences telles que définies par le CECRL en niveau B2 ou C1.

Prérequis

Avoir consolidé son niveau B1.Avoir suivi l'initiation au test TOEIC de S6.

Evaluation

Contrôle continu : évaluations diagnostiques, formatives et sommatives (vocabulaire, compréhension orale/écrite type TOEIC/IELTS/DET, productions écrites de type IELTS et/ou DET et oraux en continu ou en interaction) +Evaluation finale de type TOEIC ou IELTS en compréhension orale et écrite.

Programme pédagogique

Travail sur les stratégies, les formats à maîtriser et consolidation des bases grammaticales et lexicales afin d'être plus efficace aux tests TOEIC/IELTS/DET
TOEIC : Utilisation du manuel Preparation to the TOEIC test, Bruce Rogers. Exercices types, méthodologie, entraînement sur tests complets.
IELTS : Exercices types, méthodologie, entraînement sur tests complets.
DET : Exercices types, méthodologie

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Pour les débutants : compétences telles que décrites par le CECRL en niveau A2 ou B1.Pour les non-débutants : compétences telles que décrites par le CECRL pour le niveau B1, B2, ou C1 selon le groupede niveau. Savoir-être et savoir- faire professionnels. Entraînement à des certifications externes (les étudiantspeuvent passer une certification s'ils le souhaitent). Développement de compétences professionnelles, y compris àtravers des modules à visée scientifique et culturelle. Découverte ou approfondissement du vocabulaire de spécialitéet la langue de l'ingénieur

Compétences acquises

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

Prérequis

Pour les non-débutants : avoir un niveau B1.Pour les débutants avoir un niveau A2.

Evaluation

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.Examen écrit (50%).

Programme pédagogique

A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite etorale). Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de l'expression orale.Travail sur la langue et développement des compétences professionnelles à travers des modules à visée culturelleet scientifique.Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation,etc.Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédactionde mail, prise de position, synthèse, etc.Module à visée scientifique : travail sur des thématiques et documents en lien avec le domaine de l'ingénierie. Lemétier d'ingénieur, préparation à la rédaction de synthèses, de rapports, entraînement aux débats, simulation deréunions, étude de documents en lien avec les domaines phares de l'ingénierie ; savoir décrire le fonctionnement demachines, des procédés, etc... Préparation à des visites de laboratoires ou d'entreprises.Thèmes : le métier d'ingénieur, les procédés de fabrication, la mécanique, l'électricité, l'énergie, etc.Module culturel : travail sur des évènements ou courants culturels marquants. L'accent sera placé sur la diversitédes supports utilisés. Les étudiants seront amenés à travailler en groupe et par projet. Des intervenants extérieursen lien avec les thématiques traitées pourront intervenir en cours (ex: étudiants en échange international à l'ENSEM,membres d'associations, etc.)Thèmes : traditions, interculturalité, monde des arts, cinéma, histoire, etc. Modulable en fonction des intérêts dechaque groupe.

Semestre S8

Code UE	UE	ECTS	Code EC	EC	Coeff	Enseignant	Vol	CM	TD	TP
8JUNRJ01	Formation Générale 4	6	8JENRJ10	Anglais	0,33	C. Corringer	24	0	24	0
			8JENRJ11	Langues Vivantes 2	0,33	A. Quesada	24	0	24	0
			8JENRJ14	Conférences industrielles - Journée recherche	QUITUS	B. Remy	12	12	0	0
			8JENRJ12	Stratégie Marketing & simulation d'entreprise	0,33	J.-C. Marpeau	21	3	18	0
8JUNRJ02	8-01 Connaissances générales sur les réseaux, les sources et les éléments de stockage	6	8JENRJ20	Modélisation Réseaux électriques	0,20	S. Dufour	16	8	4	4
			8JENRJ21	Intégration d'énergies renouvelables	0,20	J.-P. Martin	16	10	2	4
			8JENRJ22	Caractéristiques des sources et des éléments de stockage de l'énergie	0,20	A. Labergue	18	18	0	0
			8JENRJ23	Réseaux de chaleur	0,20	B. Rémy	14	6	4	4
			8JENRJ24	Etude de cas	0,20	M. Urbain	16	0	0	16
8JUNRJ03	8-02 Modélisation dynamique et entraînement des machines électriques	6	8JENRJ30	Modélisation et commande des machines électriques	0,50	T. Boileau	40	20	12	8
			8JENRJ31	Machines électriques connectées au réseau - défaillances et régimes transitoires	0,50	N. Takorabet	40	16	8	16
8JUNRJ04	8-03 Electronique de puissance avancée pour les applications stationnaires et embarquées	6	8JENRJ40	Structures d'alimentation actuelles et émergentes	0,50	S. Pierfederici	40	20	8	12
			8JENRJ41	Intégration numérique	0,50	J.-P. Martin	40	8	0	32
8JUNRJ08	8-04 Transfert et conversion d'énergie	6	8JENRJ80	Thermodynamique des systèmes énergétiques	0,50	S. Didierjean	40	10	20	10
			8JENRJ81	Transferts de chaleur et de masse	0,38	A. Labergue	30	10	8	12
			8JENRJ82	Conversion d'énergie fluide	0,13	O. Caballina	10	6	4	0
8JUNRJ05	8-05 Mécanique des fluides pour l'ingénieur	6	8JENRJ50	Turbulence	0,25	O. Caballina	20	12	8	0
			8JENRJ51	Aérodynamique	0,25	A. Pereira	20	12	8	0
			8JENRJ52	Interactions fluide - structure	0,25	N. Louvet	20	12	8	0
			8JENRJ53	Etude de cas	0,25	N. Louvet	20	2	0	18
8JUNRJ06	8-06 Conception et dimensionnement des solides et structures	6	8JENRJ60	Conception Assistée par Ordinateur	0,25	M. Bordron	30	0	0	30
			8JENRJ61	Analyse de cycle de vie	0,25	M. Bordron	10	2	8	0
			8JENRJ62	Technologies et procédés de fabrication	0,25	M. Bordron	20	4	8	8
			8JENRJ63	Etudes de cas de dimensionnement	0,25	J.-F. Schmitt	20	2	0	18
8JUNRJ07	8-07 Sûreté et Cybersécurité	6	8JENRJ72	Cryptographie, Cybersécurité des systèmes industriels	0,25	? / J. Daafouz	20	8	4	8
			8JENRJ73	Systèmes Distribués, Services web et Blockchain	0,25	V. Chevrier	20	8	0	12
			8JENRJ70	Analyse et évaluation de performances des SED	0,25	J.-F. Pétin	20	8	4	8
			8JENRJ71	Sûreté de Fonctionnement	0,25	N. Brinzei	20	10	4	6
8JUNRJ09	8-08 Signaux, Données et Internet des objets	6	8JENRJ90	Traitement du signal et transmission de données	0,38	V. Louis-Dorr	30	16	6	8
			8JENRJ91	Bases de données	0,38	Y. Q. Song	30	10	8	12
			8JENRJ92	Mise en œuvre d'une application d'Internet des objets	0,25	Y. Q. Song	20	2	0	18
8JUNRJ10	8-09 Stabilité, Contrôle et Intégration numérique	6	8JENR101	Commande numérique	0,25	J. Kreiss	20	10	4	6
			8JENR102	Stabilité et stabilisation des systèmes	0,25	R. Postoyan	18	10	4	4
			8JENR103	Intégration numérique avec microcontrôleurs	0,25	T. Docquier/L. Baghli	20	8	0	12
			8JENR104	Application smart grid	0,25	J. Daafouz	20	4	4	12
8JUNRJ11	8-10 Intelligence artificielle, Analyse de données et Méthodes d'apprentissage	6	8JENR110	Introduction à la reconnaissance de formes	0,25	S. Le Cam	24	12	12	0
			8JENR111	Méthode à noyaux - les séparateurs à vaste marge	0,25	M. Kallias-Edelson	12	6	6	0
			8JENR112	Réseaux de neurones	0,25	M. Kallias-Edelson	12	6	6	0
			8JENR113	Bureau d'études	0,25	S. Le Cam	32	0	0	32
8JUNRJ12	8-11 Modélisation & Simulation numérique en Génie Electrique	6	8JENR120	Électromagnétisme BF analytique et numérique	0,50	J. Fontchastagner	40	16	8	16
			8JENR121	Simulations de dispositifs électromagnétiques	0,50	C.-H. Bonnard	40	4	0	36
8JUNRJ13	8-12 Modélisation & Simulation numérique en Thermique, Mécanique des Fluides et Solides	6	8JENR130	Introduction à la simulation numérique en Mécanique & Thermique	0,33	B. Remy	28	8	0	20
			8JENR131	Outils numériques CAO - Mécanique des Fluides – Thermique	0,33	N. Rimbart	26	6	0	20
			8JENR132	Analyse par éléments finis des machines & des structures	0,33	C. Laurent	26	6	0	20
8JUNRJ14	8-H2 Filière Hydrogène : de la production aux usages énergétiques	6	8JENR140	Systèmes électrochimiques à H2	0,50	G. Sdanghi	42	42	0	0
			8JENR141	TP & Etude de cas	0,50	M. Hinaje	38	0	0	38
8JUNRJ15	8-Nucléaire Formation Nucléaire	6	8JE47N27	Fondements de l'énergie nucléaire (FST)	0,50	X. Caron	20	20	0	0
			8JE47N28	Cycle amont & aval du combustible nucléaire (FST)	0,50	J.S. Kroll-Rabotin	18	18	0	0
			8JENR150	Méthodes & Outils numériques	QUITUS	N. Rimbart	42	6	0	36
8_REE 1 Sources and Storage	8_REE 1 Sources and Storage	6		Introduction to Hydrogen and Fuel Cell Technologies	0,33	G. Sdanghi	48	12	12	24
				Storage Components (Electric Storage and Generation)	0,33	M. Urbain	16	6	2	8
				Solar Photovoltaic Design and Installation	0,33	E. Jamshidpour	16	4	4	8
8_REE 2 Power to the Grid	8_REE 2 Power to the Grid	6		Hydraulic and Wind Power	0,50	O. Caballina / A. Labergue	38	10	8	20
				Power Generation System connected to the grid	0,50	T. Boileau / L. Baghli	42	12	10	20
8_REE 3 Smart Grids - Micro Grids	8_REE 3 Smart Grids - Micro Grids	6		Electric Power Quality	0,33	E. Jamshidpour	26	6	8	12
				Energy Management and Microgrids	0,33	M. Bahrami	28	8	8	12
				Smart Grid Modelling and Co-Simulation	0,33	V. Chevrier / D. Netter	26	6	9	11
8_REE 4 Optimization	8_REE 4 Optimization	6		Optimal Design of a Local Energy Network	0,33	J. Fontchastagner	14	2	6	6
				Optimization of a Heat Network	0,33	B. Remy	36	10	8	18
				Control and Optimization of Energy Systems	0,33	P. Lorenzetti	28	8	6	14
8_REE 5 Language, Communication and Culture	8_REE 5 Language, Communication and Culture	6		Language and communication option 1 French Language and Culture	0,50	S. Gallaire	46	0	24	22
				Language and Communication option2 "communicating innovation"	0,50	S.Gallaire	46	0	24	22
				Energy Economics : Issues Related to Renewable Energies	0,50	V.Acurio vasconez / L. Cassin	34	17	0	17
Projets (étudiants étrangers)		25	Projets (étudiants étrangers)		1,00	S. Gallaire				

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Semestre axé sur l’anglais oral. L'objectif est d'amener les étudiants à faire une présentation de projet, claire et structurée devant un public en utilisant efficacement des techniques de communication. Les étudiants travailleront régulièrement en groupe et seront amenés à analyser leurs prestations.

Compétences acquises

Techniques de communication. Utilisation optimisée de différents outils de présentation (PPT, PREZI)

Prérequis

Avoir atteint un niveau B2.

Evaluation

Contrôle continu : évaluations orales régulières formatives et/ou sommatives (sous forme d'enregistrements et en public, individuelles et en groupe) et évaluation orale finale.

Programme pédagogique

Préparation à la prise de parole en continu en public :-exploitation de documents (écrits et audio) afin de travailler la structure, les expressions nécessaires au guidage(signposting)- optimisation du contenu et de l’utilisation des slides sur powerpoint ou Prezi-gestion du non-verbal.-travail sur la prononciation, le rythme, le placement de voix-travail sur les techniques de communication (impact techniques, rapport building)-travail sur des techniques de marketing (elevator pitch, sales speech)

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Pour les débutants : compétences telles que décrites par le CECRL en niveau A2 ou B1.Pour les non-débutants : compétences telles que décrites par le CECRL pour le niveau B1, B2, ou C1 selon le groupede niveau. Savoir-être et savoir- faire professionnels. Entraînement à des certifications externes (les étudiantspeuvent passer une certification s'ils le souhaitent). Développement de compétences professionnelles, y compris àtravers des modules à visée scientifique et culturelle. Découverte ou approfondissement du vocabulaire de spécialitéet la langue de l'ingénieur

Compétences acquises

Développement de la capacité à communiquer, à échanger. Confiance en soi en langue étrangère.Compréhension de l'écrit et de l'oral, production écrite et orale (en continu et en interaction) en langue étrangère.Savoir se fixer des objectifs, apprendre à apprendre.

Prérequis

Pour les non-débutants: avoir un niveau B1.Pour les débutants avoir un niveau A2.

Evaluation

Contrôle continu (50%): tests réguliers en cours de semestre ; note sanctionnant la participation en cours.Examen écrit (50%).

Programme pédagogique

A chaque cours, travail des 5 compétences (compréhension écrite et orale, interaction orale, expression écrite etorale). Utilisation des ressources en ligne pour un travail intensif de la compréhension orale et de l'expression orale.Travail sur la langue et développement des compétences professionnelles à travers des modules à visée culturelleet scientifique.Entraînement systématique de la compréhension orale à travers documents audio et vidéo authentiques.Entraînement de la compréhension écrite à travers des articles de presse et autres textes.Production orale : débats, échanges, comptes rendus, jeux de rôle, présentations, entraînement de la prononciation,etc.Production écrite : productions écrites en rapport avec les points développés dans les autres compétences, rédactionde mail, prise de position, synthèse, etc.Module à visée scientifique : travail sur des thématiques et documents en lien avec le domaine de l'ingénierie. Lemétier d'ingénieur, préparation à la rédaction de synthèses, de rapports, entraînement aux débats, simulation deréunions, étude de documents en lien avec les domaines phares de l'ingénierie ; savoir décrire le fonctionnement demachines, des procédés, etc... Préparation à des visites de laboratoires ou d'entreprises.Thèmes : le métier d'ingénieur, les procédés de fabrication, la mécanique, l'électricité, l'énergie, etc.Module culturel : travail sur des évènements ou courants culturels marquants. L'accent sera placé sur la diversitédes supports utilisés. Les étudiants seront amenés à travailler en groupe et par projet. Des intervenants extérieursen lien avec les thématiques traitées pourront intervenir en cours (ex: étudiants en échange international à l'ENSEM,membres d'associations, etc.)Thèmes : traditions, interculturalité, monde des arts, cinéma, histoire, etc. Modulable en fonction des intérêts dechaque groupe.

Volume horaire total : 12
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 21
Volume horaire cours magistraux (CM) : 3
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Mettre les élèves en situation de gestion d'entreprise au travers d'une simulation de gestion d'entreprise (jeud'entreprise) basée sur un scenario de marché compétitif. Application des notions apprises en gestion, en marketing,en finance, en production de biens et gestion de projets

Compétences acquises

Capacité à s'intégrer dans une organisation d'entreprise et d'en comprendre les rouages.

Prérequis

Cours 1A de connaissance de l’entreprise, stratégie et gestion de projets

Evaluation

Evaluation sur la base des retours suite au TD de simulation de gestion d'une entreprise (Stratégie, finances etgestion de projet). Restitution des résultats sous la forme d'une présentation orale.

Programme pédagogique

CM :- Bases de comptabilité et analyse financière- Stratégie d'entrepriseTD : Sous la forme d'une simulation de gestion d'une entrepriseFondé sur un travail de groupe, cette simulation de gestion d’une d’entreprise offre un moyen efficace pourappréhender concrètement l’imbrication des décisions commerciales, financières, humaines, techniques et lesrelations de l’entreprise avec son environnement. Il donne à chacun la possibilité de tester ses aptitudes à réagir auxaléas de la conjoncture, aux coups de boutoir de la concurrence, à partir d’informations imparfaites et en tempsforcément limité.

Volume horaire total : 16
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 4

Objectifs du module

Ce cours est une introduction aux réseaux électriques de haute tension, de distribution et de transport. Il donne des connaissances de base sur les matériels du réseau, sur la gestion du réseau, la répartition de puissances et le calcul des courants de court-circuit. Les objectifs sont d'appréhender la modélisation des lignes électriques en régime permanent, des transformateurs de réseau, de connaître les différents composants d'un poste électrique, de pouvoir utiliser un logiciel de calcul de répartition de puissances et de calcul de court-circuit en ayant une idée de son fonctionnement.

Compétences acquises

Connaissance des constituants des réseaux (lignes, câbles, transformateurs, postes) et de leur modélisation. Maîtrise de la problématique de répartition de puissance. Notions de réglages de tension/fréquence. Méthodologie de calcul des courants de court-circuit.

Prérequis

S5 – Electrotechnique générale, S5 – Outils pour l'Electronique et l'électricité, S6 – Analyse numérique 2

Evaluation

Examen écrit + compte-rendu de TP

Programme pédagogique

CM1 (2h) – Lignes électriques HT (aériennes-souterraines). Constitution, Modèle électrique équivalent. CM2 (2h) – Transformateurs (Régleurs en charge, déphaseurs, à trois enroulements) – Postes électriques (structure type, matériel) – Réglages tension/fréquence. TD1 (2h) – Lignes électriques : exploitation du modèle en Pi CM3 (2h) – Répartition de puissances. Introduction du problème. Méthodes de résolution. Cas tests. Analyse de sensibilité. Analyse de contingence. TP1 (4h) – Répartition de puissances. Prise en main d'un logiciel de répartition de puissances sur un cas test. Exemple d'étude sur un réseau plus étendu. CM4 (2h) – Courants de court-circuit. Court-circuits triphasés et dissymétriques. Présentation de la méthodologie de calcul. Notions sur la norme CEI 60909. TD2 (2h) – Modélisation d'un transformateur régleur en charge

Volume horaire total : 16
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 4

Objectifs du module

L'objectif de ce module est d'introduire les modèles électriques des panneaux photovoltaïques et des différentesgénératrices éoliennes (génération synchrone et asynchrone), les architectures spécifiques d'électroniques depuissance mises en oeuvre pour transférer l'énergie des sources renouvelables (EnR) vers les réseaux dedistributions ainsi que les lois de commande associées, tout en considérant les contraintes spécifiques du réseauléctrique.

Compétences acquises

Savoir modéliser, dimensionner et mettre en oeuvre une chaîne complète de conversion permettant l'intégrationd'énergies renouvelables de type photovoltaïque et éolienne sur un réseau électrique, tout en considérant lescontraintes réseau.

Prérequis

Electrotechnique générale S5, Outils pour l'électricité et l'électronique S5, Machines électriques S6, Electronique dePuissance S6, Automatique – Dynamique et Contrôle des systèmes S6, Conversion électromécanique de l'énergieS7, Electronique de Puissance S7, Machines Electriques S7.

Evaluation

Etude de cas autour de l'injection d'énergie photovoltaïque et éolienne sur un réseau électrique (2 rapports de projet).

Programme pédagogique

Les différents points abordés sont (CM 10h) :- Modèles des panneaux solaires et mise en oeuvreLes différents modèles électriques usuels des cellules photovoltaïques sont présentés. La fonction W de Lambertpour modéliser les panneaux solaires est introduite pour la simulation dans des conditions de fonctionnementshomogènes et hétérogènes. Les algorithmes usuels de recherche de point de puissance maximum (MPPT) sontprésentés (Perturbation & Observation, conductance incrémentale) et implémentés sur des convertisseurs statiques.- Injection d'énergie photovoltaïque et éolienne sur le réseau électriqueUne introduction sur l'injection de l'énergie photovoltaïque et éolienne sur un réseau électrique est présentée. Lesarchitectures spécifiques de la chaine de conversion avec les lois de pilotage usuelles et leurs dimensionnementssont introduites et mises en oeuvre pour l'injection d'énergie sur un réseau monophasé et triphasé.Les contraintes relatives aux variations de fréquence et de tension du réseau seront présentées et mises en oeuvredans le pilotage de la chaine de conversion lors d'un TD (2h) via les lois P(f) et Q(U) standards.Une chaîne éolienne complète prenant en compte la génératrice électrique, les convertisseurs statiques, les lois decommandes et le réseau électrique sera développée en simulation par les étudiants. (TP 4h).

Volume horaire total : 18
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Le nombre croissant de sources d'énergies renouvelables connectées aux réseaux électriques constitue un vrai challenge technique. En effet, du fait du caractère intermittent des énergies renouvelables, les réseaux peuvent être soumis à de fortes chutes de tension ou de fréquence électrique. Ainsi, l'intégration de grandes capacités de stockage est une solution pour renforcer la stabilité des réseaux. Ce cours présentera et caractérisera alors les principaux procédés de stockage de l'énergie capables de stocker de grandes quantités d'énergie électrique : stockage gravitaire, air comprimé, les volants d'inertie, accumulateurs électrochimiques (batteries) et supercapacités.

Compétences acquises

Savoir sélectionner et dimensionner une technologie de stockage d'énergie appropriée selon un cahier des charges (énergie à stocker, puissance à fournir, temps de charge/décharge ou temps de réponse, etc...)

Prérequis

Thermodynamique S5
Mécanique des fluides et applications S6
Conversion électro-mécanique de l'énergie S7

Evaluation

Examen divisé en 2 parties: (1) Une note N1 portant sur les techniques de stockage de l'énergie mécanique et (2) une note N2 portant sur les accumulateurs électrochimiques ou supercapacités; Note finale $N_f = (N1 + N2) / 2$

Programme pédagogique

CM: 9 séances de 2 heures durant lesquelles seront abordés les points suivants- 6 heures consacrées aux procédés de stockage de l'énergie basés sur des concepts mécaniques: * Stockage gravitaire * stockage par air comprimé * stockage par volants d'inertie- 8 heures sur les accumulateurs électrochimiques et supercapacités * Vocabulaire et technologie : grandeurs caractéristiques nominales d'une cellule (tension, capacité (Ah), énergie), diagramme de Ragone, influence de la température et du courant sur les performances en décharge, distinction entre énergie installée et énergie accessible, analyse de fiches techniques et dimensionnement d'un dispositif de stockage, contraintes de mise en œuvre des supercondensateurs * Considérations théoriques et modélisation : cinétique électrochimique et schéma de Randles, modèle électrique équivalent vu des bornes extérieures, implantation et paramétrage sur Matlab / Simulink.- 4 heures données par une industrielle sur les flow batteries redox

Volume horaire total : 14
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 4

Objectifs du module

Savoir modéliser et dimensionner un réseau de chaleur en y intégrant des composants et utilités.

Compétences acquises

Savoir modéliser et dimensionner un réseau de chaleur en y intégrant des composants et utilités.

Prérequis

Cours de Thermodynamique S5 et de Thermique S7.

Evaluation

Mise en oeuvre sous la forme d'un TP de l'analyse par pincement dans un cas académique simple.

Programme pédagogique

- Évaluer le potentiel d'un réseau de chaleur à partir de l'inventaire des sources chaudes et froides (analyse Pinch).Apport d'une source chaude et/ou froide pour en assurer le fonctionnement.- Définir les caractéristiques des utilités à intégrer dans le réseau pour répondre à un cahier des charges prédéfini(réseau de chaleur au niveau d'un site industriel, d'une ville, d'un quartier ou d'habitations collectives) : productiond'eau chaude, de vapeur, d'électricité et chauffage.- Optimiser l'efficacité du réseau par le choix de composants et leur pilotage en y intégrant la charge dans le modèle.- Mise en oeuvre et intégration des modèles sous Matlab Simulink (Simscape)Mots clés/contenu : intégration de composants de conversion, stockage et production dans un réseau de chaleur pardes approches statiques et dynamiques.

Volume horaire total : 16
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

Ce projet est pluridisciplinaire, l’objectif est de mettre en oeuvre les connaissances acquises au cours des différentsmodules constitutifs du bloc "réseaux d’énergie" et de les appliquer à un problème concret de recherche etdéveloppement en ingénierie.

Compétences acquises

Approfondissement et mise en oeuvre des connaissances et des outils présentés dans les domaines abordés dansle bloc "réseaux d’énergie".Développer ses facultés d’initiative, de synthèse et de réflexion personnelle vis-à-vis de problèmes concrets derecherche et développement en ingénierie.

Prérequis

Enseignements des EC du bloc "réseaux d’énergie".

Evaluation

Compte-rendu de TP.

Programme pédagogique

Le sujet est proposé par un enseignant ou une équipe d’enseignants de la formation et les élèves travailleront enindividuel ou en groupe en fonction du sujet et du travail nécessaire pour répondre au cahier des charges de l’étude.Le projet implique des considérations scientifiques, techniques et technologiques. Il peut aborder simultanémentdifférents domaines (électricité, thermique, mécanique, EnR, stockage...). L’étude théorique pourra éventuellementêtre complétée par des essais expérimentaux sur maquette pour valider l’idée de principe. Les élèves développerontainsi leurs facultés d’initiative, de synthèse et de réflexion personnelle.L’enseignant ayant proposé le sujet d’étude accompagnera l’étudiant dans ces démarches de recherche et d’analyse.En plus de ces heures encadrées destinées à orienter et conseiller l’élève à mesure de sa progression dans larésolution, un travail personnel supplémentaire et régulier sera nécessaire pour mener à bien l’étude.

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est la modélisation et la mise en oeuvre des entraînements électriques à vitesse variable. Ils’agit de présenter et justifier les outils et les transformations nécessaires à la modélisation dynamique des machinesélectriques. Etablir les modèles dynamiques en vue de la simulation et de la commande des machines électriquessynchrones et asynchrones alimentées via des onduleurs de tension. Etudier différentes stratégies de contrôle ducouple de machines électriques synchrones et asynchrones. Les applications en TD et en TP sont la mise en oeuvredes entraînements électriques à vitesse variable des machines synchrones et asynchrones.

Compétences acquises

Savoir modéliser et étudier le comportement des machine synchrones et asynchrones alimentées via les onduleursde tensions. Mettre en oeuvre le contrôle du couple et de la vitesse de ces machines, intégrées dans les chaines deconversion électromécanique d’énergie.

Prérequis

- Machines électriques en S6 et en S7- Electronique de puissance en S6 et en S7

Evaluation

L'évaluation est basée sur la moyenne de la note de l'examen théorique et celle de la partie pratique (TD et TP). Lanote pratique est la moyenne des notes des rapports sur les travaux réalisés lors des séances de TD et de TP.Note finale = [(Note de l'examen théorique) + (Note moyenne des TD et TP)] * 0,5

Programme pédagogique

Cours (20h) :**** Transformations et outils de modélisation des systèmes triphasés.**** Modélisation dynamique de différents types de machines synchrones et asynchrones à F.M.M. sinusoïdale,alimentées via des onduleurs de tension commandés en MLI, en vue de la simulation et de la commande des chaînesde conversion électromécanique d’énergie.**** Contrôle de couple des machines synchrones et asynchrones alimentées par onduleurs de tension**** Stratégies de contrôle du couple des machines synchrones, conditions d'autopilotage. **** Principe de contrôle du couple des machines asynchrones en orientant le flux rotorique ou le flux statoriquesuivant l’axe direct (contrôle vectoriel des machines synchrones et asynchrones).**Travaux dirigés (3*4h en salle informatique)**** TD1 (2*4h) : Modélisation sous MATLAB/SIMULINK d’une machine synchrone à aimants permanents alimentéepar un onduleur de tension commandé en MLI ; étude par simulation du contrôle de son couple et de sa vitesse.** TD2 (4h) : Modélisation sous MATLAB/SIMULINK d’une machine asynchrone à cage d’écureuil alimentée par unonduleur de tension commandé en MLI ; étude par simulation numérique du contrôle du couple et de la vitesse dela machine considérée en orientant le flux rotorique suivant l’axe direct.**Travaux pratiques (2*4h en Salle Véhicule du futur)**** TP1 (4h) : Mise en oeuvre de la commande en couple et en vitesse d'une machine synchrone à aimantspermanents alimentée par onduleur de tension commandé en MLI.** TP2 (4h) : Mise en oeuvre de la commande en couple et en vitesse d'une machine asynchrone à cage d’écureuilalimentée par onduleur de tension commandé en MLI.**

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

Ce module vise à conforter les connaissances de base acquises sur les machines électriques triphasées étudiées en S6 et S7, permettant de les modéliser d'une manière plus fine et dans des fonctionnements inhabituels ou dégradés. Le focus se portera sur les régimes transitoires et déséquilibrés des machines synchrones et asynchrones.

Compétences acquises

- Etudier et mettre en oeuvre les machines en utilisant des modèles de saturation évolués (Potier)- Caractériser le fonctionnement des machines synchrones en régime transitoire- Mettre en oeuvre des procédures expérimentales d'identification des paramètres de la machine en régime transitoire- Modéliser et caractériser les régimes transitoires et déséquilibrés des machines asynchrones- Mettre en oeuvre des procédures expérimentales de caractérisation et de mise en évidence des phénomènes

Prérequis

Cours d'électricité de tronc-commun :- Circuits électriques et électroniques, électrotechnique générale- Machines électriques

Evaluation

Mise en situation en travaux pratiques pour identifier et caractériser le comportement des machines électriques.Examen pour évaluer le niveau de connaissances acquis sur les machines électriques en fonctionnement transitoire ou déséquilibré.

Programme pédagogique

Partie 1 : Machine Synchrone :CM (8h) Modèle de Potier - Régimes transitoires des machines synchrones - Machines synchrones spéciales (réluctance variable)TD (4h) : Modèle de Potier - Mise en oeuvre du modèle numérique de machine synchrone en régime transitoireTP (8h) : Essais de caractérisation en régime saturé et transitoire d'une machine synchrone à rotor bobinéPartie 2 : Machine AsynchroneCM (8h) Modélisation du moteur asynchrone à rotor bobiné - modèles de régime déséquilibrés - modélisation en régime transitoire - modélisation de la machine asynchrone monophaséeTD (4h) : Modélisation en régime permanent puis déséquilibré d'une machine asynchrone, puis rééquilibrage de la machine - modélisation de la machine asynchrone en régime transitoireTP (8h) : Essais de caractérisation en régime transitoire et déséquilibré d'une machine asynchrone; Identification paramétriques par différents essais, comparaison. Fonctionnement de la machine en mode dégradé : évaluation des performances

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

Les structures modernes de conversion présentes dans les applications aéronautiques, ferroviaires, navales et lesréseaux électriques émergents permettent de réaliser, en autre, du transfert d'énergie sans contact, destransformateurs sans fer, des applications de forte puissance, la mise en oeuvre d'éléments basse tension de fortepuissance.

Compétences acquises

L'objectif de cet EC est de permettre aux étudiants de maîtriser les outils méthodologiques et d'établir les modèlesdynamiques en vue du dimensionnement, de la simulation et de la commande des structures avancées deconvertisseurs statiques.

Prérequis

Electronique de puissance S6 et S7, automatique linéaire

Evaluation

Note de TP= (compte rendu TP1+compte-rendu TP2+compte-rendu TP3)/3;Note d'examen = 0.7*note examen Part 1 + 0.3*note examen Part 2Note finale = 0.4*(Notes de TP)+(Note d'examen)/0.6

Programme pédagogique

Part 1:- Hacheurs quasi-résonants et résonants / onduleurs à résonance (8h CM / 4h TD)Mots clés : Commutations douces, transfert d'énergie sans contact, structures haute fréquence à forte densité depuissance.- Structures de convertisseurs DC/DC avancées adaptées aux sources basse tension de forte puissance (6h CM / 2h TD)Mots clés : convertisseurs quadratiques, multiplieur de tension, convertisseurs entrelacés, onduleurs impédants.Part 2 :- multi-niveaux- stratégies de modulation. (6h CM / 2h TD)Mots clés : onduleurs multi-niveaux, MLI vectorielle.Travaux pratiquesTP1 (4h) : Mise en oeuvre d'une structure de conversion basse tension fort courant sur la plateforme "Energie"TP2 (4h) : Mise en oeuvre de convertisseur résonant pour le transfert d'énergie sans contactTP3 (4h) : Mise en oeuvre d'un réseau HVDC à l'aide d'onduleur multi-niveaux sur la plateforme "Véhicule de Futur"

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 32

Objectifs du module

Les systèmes électriques sont généralement construits autour de convertisseurs statiques dont la commande permet de contrôler les flux de puissance. Les lois de commande tendent à être de plus en plus intégrées dans les composants électroniques numériques et les systèmes informatiques embarqués.

Compétences acquises

Acquérir les connaissances nécessaires pour intégrer les lois de commande des systèmes électriques dans des circuits numériques configurables et/ou programmés.

Prérequis

Algorithmes et programmation S5, Modélisation des SED S5, Algorithmes et programmation S5, Electrotechnique générale S5, Outils pour l'électricité et l'électronique S5, Electronique de Puissance S6, Algorithmique et Programmation orientée objet S6, Electronique de Puissance S7.

Evaluation

Contrôle continu pendant les sessions pratiques et évaluation des rapports associés aux deux projets sur l'implémentation d'une loi de contrôle sur un DSC et sur un FPGA.

Programme pédagogique

Le module est divisé en deux parties principales :- Circuits numériques programmés (4h CM (2x2 h)) Les éléments abordés seront : la prise en compte des contraintes temps réel, la synchronisation, les interruptions, les timers, les entrées/sorties, la conversion analogique numérique, la modulation de largeur d'impulsion, l'introduction au langage C pour DSC, les structures de circuits numériques programmés, les microcontrôleurs, les DSP,Projet (16h) : Implémentation d'une loi de commande usuelle d'un convertisseur statique dans un microcontrôleur spécialisé dans le contrôle des systèmes électriques (DSC TI).- Circuits numériques configurables (4h CM (2x2h)) Les éléments abordés seront : les architectures numériques en fonction des algorithmes à mettre en oeuvre, la représentation et le choix du format des nombres, la logique combinatoire, les machines à états finis, introduction aux langages HDL, la structure des circuits numériques configurables, FPGA, ASIC, CPLD,Projet (16h) : Implémentation d'une loi de commande usuelle d'un convertisseur statique dans un circuit FPGA.

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 10

Objectifs du module

Les connaissances fondamentales en thermodynamique, en transferts thermiques et en conversion d'énergie mécanique étant acquises, le module a pour objet leur application à des systèmes énergétiques. Les exemples traités concernent principalement les machines thermiques pour la production d'énergie électrique, et la production de froid. Il s'agit de présenter les outils de base nécessaires à l'évaluation de leur performance énergétique.

Compétences acquises

Savoir décrire et connaître le principe de fonctionnement des principaux éléments qui composent un système énergétique. Etre capables de poser les hypothèses permettant de conduire une analyse énergétique et de calculer le rendement de systèmes typiques pour l'ingénieur.

Prérequis

Thermodynamique S5 Initiation aux transferts thermiques S7

Evaluation

Exposé (30 min) - Présentation au choix d'une étude détaillée réalisée à partir des outils mis en place en TD et/ou en TP. On évalue les développements faits au-delà des exercices traités en séance, la qualité des diapositives et de l'oral.

Programme pédagogique

Cours magistraux (10h) Présentation des outils et des méthodes qui seront appliqués en travaux dirigés. Analyse énergétique des systèmes ouverts, propriétés des substances pures, changement de phase, diagrammes de phases, rappels de combustion, introduction à l'air humide. Présentation des principales applications : cycles à turbines à gaz, moteurs, cycles à turbine à vapeur, pompe à chaleur et production de froid. 2 ou 3 conférences industrielles sont organisées - pendant les CM - pour illustrer les notions vues en CM et en TD avec des cas concrets - les problématiques associées sont également présentées. Travaux dirigés (20h) Applications à des systèmes concrets : Centrale thermique, Cycle combiné gaz-vapeur, Conditionnement d'air, production de froid, ... Influence de paramètres de fonctionnement sur les performances énergétiques. Travaux pratiques (numériques) - 3 séances de 3h + exposés Simulation numérique de systèmes énergétiques et influence des paramètres opératoires sur leurs performances. Etude de quelques solutions d'optimisation.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

De nombreux phénomènes naturels et process industriels mettent en jeux des transferts de chaleur et de masse auniveau d'interfaces qu'elles soient de nature solide/fluide mais aussi liquide/gazeux: transport de particules dans desfluides, évaporation de gouttes, refroidissement de parois chaudes, etc... Ainsi, l'objectif principal de l'EC vise àfournir les méthodes et les outils qui permettent de caractériser ces transferts interfaciaux. L'accent sera mis surl'identification de flux et l'établissement de bilans d'énergie mais également sur l'analogie de la structure deséquations bilans (équilibre des phénomènes diffusifs et convectifs) et donc sur l'analogie de la modélisation des fluxde masse et de chaleur.

Compétences acquises

Savoir caractériser des transferts de chaleur et de masse en présence d'interfaces du type solide/fluide ouliquide/gazeux en identifiant et modélisant les flux mis en jeux.

Prérequis

Thermodynamique S5Mécanique des fluides et applications S6Initiation aux transferts thermiques S7

Evaluation

1- Une note d'examen sur table N1; 2- Une note de TP N2 : exposé oral 3- Note finale : $N_f=(N_1+N_2)/2$

Programme pédagogique

CM: 5 séances de 2 heures durant lesquelles seront abordés les points suivantsGénéralité et rappels fondamentaux: notion de bilan et de volume de contrôle, équations de l'énergie interne,couplage des couches limites dynamique et thermique,Transferts de chaleur par convection: nombre de Nusselt, corrélations usuelles pour les cas de figure fréquents(plaque plane, conduite forcée)Transferts de masse: description phénoménologiques et analogie avec transfert de chaleur, propriétés desmélanges, loi de Fick, équation bilan de conservation des espèces,TD: 4 séances de 2 heures consacrées à la résolution d'exercices et problèmes concrets pour appliquer les notionsvues en coursTP: 3 séances de 4 heures. Les séances sont organisées sous forme de projet où les groupes d'étudiants aborderonten détails un des trois sujets proposés autour des transferts de chaleur en régime transitoire. L'originalité de cesprojets est qu'elle permet aux étudiants d'étudier les problèmes sous les aspects expérimentaux, théoriques et desimulations numériques. Au terme de ce projet, il est demandé aux étudiants de présenter leurs résultats au cours d'uneprésentation d'une quinzaine de minutes.

Volume horaire total : 10
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

De nombreux systèmes de conversion d'énergie sont des machines tournantes (turbines, éoliennes, compresseurscentrifuges). L'objectif est de présenter les principes d'action du fluide sur le rotor et de savoir les modéliser. Lafinalité est d'être capable de faire le lien entre la géométrie du rotor et une optimisation de la conversion d'énergie.

Compétences acquises

• Modéliser des actions fluides sur une pale ou une aube d'un rotor d'une machine tournante• Prédire les caractéristiques de fonctionnement et les optimiser par l'aérodynamique• Dimensionner une machine tournante en respectant un cahier des charges

Prérequis

Les UE Fondements de la Mécanique (S5), UE de Mécanique appliquée (S6), UE de Conversion d'énergie (S7)

Evaluation

Les compétences sur le dimensionnement d'un rotor en tenant compte d'un cahier des charges seront évaluées parun mini-projet de groupe.

Programme pédagogique

1. Prise en compte de la géométrie du rotor dans l'estimation de la puissance convertie2. Application à l'éolienne : théorie de l'élément de pale (prise en compte de l'effet de rotation et de lagéométrie de la pale)3. Application à un compresseur centrifuge

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

La turbulence est un domaine de la mécanique des fluides incontournable pour l'ingénieur souhaitant modéliser des écoulements industriels. Elle est à l'origine, entre autres, de l'intensification des transferts thermique et massique. Les bases physiques des écoulements turbulents seront présentées aux étudiants afin de leur permettre d'estimer les propriétés essentielles de ce type d'écoulements. Nous présenterons également les modèles de description statistique sur lesquels s'appuient de nombreux codes de simulation numérique utilisés dans l'industrie. L'objectif est de permettre aux élèves-ingénieurs d'arrêter des choix judicieux pour la modélisation des écoulements turbulents.

Compétences acquises

- Connaître les mécanismes physiques d'un écoulement turbulent (échelles de turbulence, cascade énergétique)- Analyser et modéliser un écoulement turbulent grâce à une description statistique- Appréhender des problèmes concrets, établir des modèles et les valider.- Identifier et modéliser certains mécanismes d'intensification.

Prérequis

Les UE Fondements de la Mécanique (S5), UE de Mécanique appliquée (S6)

Evaluation

Nous nous attacherons à évaluer la compréhension des mécanismes fondamentaux, la capacité à analyser et à modéliser un écoulement turbulent. Cette évaluation se fera à la fois par la participation en TD et lors de l'évaluation finale (examen).

Programme pédagogique

Le programme détaillé envisagé est le suivant :- Physique de la turbulence (échelle de la turbulence, cascade de Kolmogorov, dissipation turbulente)- Description statistique de la turbulence (décomposition de Reynolds, équations moyennées de la turbulence)- Modèles de fermeture du premier ordre (à 0, une ou deux équations)- Couche limite turbulente Nous nous attacherons dans les TD à illustrer les notions fondamentales sur des applications concrètes (écoulement de jet, couche de mélange, etc).

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Cet EC présente et développe les notions fondamentales de mécanique des fluides en lien avec les écoulementsautour d’objets solides.

Compétences acquises

Calcul et analyse d'écoulements autour d'objets solides.Calcul des forces exercées par un écoulement sur un objet.

Prérequis

Les UE Fondements de la mécanique (S5) et UE Mécanique appliquée (S6).

Evaluation

Examen sur les notions vues en cours et sur l’analyse d’un cas pratique d’écoulement.

Programme pédagogique

Cet EC abordera les thèmes suivants :- notions d'aérodynamique ;- modèles d'écoulement ;- couche limite dynamique ;- écoulements potentiels et vorticité.Des séances de travaux dirigés viendront compléter le cours ainsi que des séances de travaux pratiques de l’EC« Etude de cas ».

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif est de familiariser les étudiants aux mécanismes physiques qui couplent les mouvements simultanés des fluides et des solides. Nous baserons nos études sur l'analyse dimensionnelle qui permettra de faire ressortir les différentes natures de couplages. Les notions vues en cours permettront aux élèves ingénieurs d'appréhender des problématiques concrètes issues d'applications diverses : aéronautique, biomécanique, transport ou encore domaine de l'énergie (nucléaire, marine, éolienne...).

Compétences acquises

- Connaître les notions de couplages entre la mécanique des fluides et la mécanique des structures.- Identifier les mécanismes physiques couplés.- Appréhender des problèmes concrets, établir des modèles et les valider.

Prérequis

Les UE Fondements de la Mécanique (S5), UE de Mécanique appliquée (S6)

Evaluation

L'évaluation consistera en un examen écrit final.

Programme pédagogique

Le programme envisagé devrait permettre de couvrir un large panel d'effets en interactions fluide - structure qui couplent les mouvements simultanés des fluides et des solides. Un effort particulier sera porté sur les couplages faibles permettant une immersion plus aisée dans cet enseignement. Le programme détaillé est le suivant :- Rappels des équations de la mécanique des fluides, des solides et des conditions aux limites.- Analyse dimensionnelle des équations et mise en évidence paramètres de couplage (TD).- Couplage faible dominé par le solide : masse ajoutée, raideur ajoutée, ballottement (TD).- Couplage faible dominé par le fluide : aéroélasticité, instabilité statique et dynamique d'une aile (TD).- Couplage pseudo-statique : flottement, gallop (TD)- introduction au couplage fort : effet de la turbulence, sillage. Les TDs porteront sur la mise en pratique du cours sur des cas concrets.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 18

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est de confronter les élèves ingénieurs aux problématiques des EC du bloc par des approches expérimentales et numériques. Pour chaque thème, deux TP (un numérique, un expérimental) seront proposés. Un des points importants est de permettre une confrontation poussée entre les concepts vus en cours, les données expérimentales et numériques. Il s'agira également d'approfondir les méthodes numériques et expérimentales associées à la mécanique des fluides.

Compétences acquises

- Acquisition de données.- Modélisation et comparaison expériences / modèles,- Restitution orale et écrite.- Approfondissement des méthodes numériques.- Approfondissement des méthodes expérimentales.

Prérequis

Les UE Fondements de la Mécanique (S5), UE de Mécanique appliquée (S6)

Evaluation

L'évaluation consiste en la rédaction de compte-rendus de séances. Les étudiants seront également évalués sur leur capacité d'analyse en cours de séance.

Programme pédagogique

L'EC comporte une conférence de deux heures d'un industriel dans un des domaines de l'EC. Les heures restantes(18h00) permettront de réaliser le programme suivant permettant la mise en pratique des concepts vus dans les EC du bloc :1) Aérodynamique incompressible :- Simulation d'écoulement autour d'un profil d'aile. Calcul des coefficients aérodynamiques. (3h00).- Essais en soufflerie sur une aile d'avion et mesure des coefficients aérodynamiques (3h00).2) Turbulence :- Description statistique d'un jet plan turbulent (3h00)- Caractérisation expérimentale d'un jet plan turbulent (3h00).3) Interaction fluide - structure :- Simulation numérique d'un problème d'aéroélasticité (3h00).- Caractérisation expérimentale d'instabilité aéroélastique en soufflerie (3h00).4) Conférence industrielle sur un thème du bloc (2h00)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 30

Objectifs du module

Transmettre aux étudiants les concepts de base de la conception mécanique et les rendre familiers des outils numériques de la conception au travers du logiciel CATIA. Présentation des règles de base en conception et des bons réflexes en CAO. Lier la conception et le moyen de production afin de rattacher la conception à une réalité physique pleine de contraintes. Utiliser l'outil numérique CATIA, tout d'abord de manière guidée, puis en autonomie sous forme d'un mini-projet. Conception de pièces mécaniques simples et complexes, assemblage de pièces.

Compétences acquises

Concevoir une pièce, un assemblage de pièce en 3D sur un outil de conception assistée par ordinateur. Concevoir une pièce à partir d'un schéma, d'un plan 2D et/ou d'un cahier des charges. Prendre en compte les contraintes de production/réalisation de ces pièces dans leur conception. Intégrer le principe d'éco-conception à la conception de pièces. Travailler en collaboration sur la conception d'un système.

Prérequis

Aucun

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

TP1 (4h) : Lecture/réalisation d'un plan 2D, présentation de l'outil CATIA et première prise en main. Conception d'une pièce à partir d'un plan. TP2 (4h) : Conception d'une pièce à partir d'un cahier des charges. Respect des bonnes habitudes de conception et utilisation d'un squelette. TP3 (4h) : Conception d'une pièce usinée à partir d'un brut. Conception flexible et assemblage. Exploitation d'un squelette externe. Paramétrage et catalogue. TP4 (4h) : Assemblage flexible d'un moteur 4 cylindres et animation du moteur. TP5 (4h) : Projet collaboratif en groupe sur un système au choix, en respectant les règles de conception apprises durant les autres TP.

Volume horaire total : 10
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce module a pour objectif de présenter aux élèves les enjeux historiques et actuels concernant la production,l'utilisation et le recyclage intelligent des matériaux concernant l'extraction, la production, l'acheminement, l'utilisationet le recyclage intelligent des matériaux impliqués dans les systèmes et procédés récentsL'approche « cycle de vie » sur plusieurs exemples de matériaux et produit sera abordée au travers deplusieurs points de vue : Leurs performances techniques, Leur coût économique, Leur coût environnemental, Leur coût sociétal ; et de différents secteurs : Energie, TIC, Bâtiment / construction, transport, transformation

Compétences acquises

Calculer un Indice de performance ; Savoir comment effectuer un choix de matériaux pour un produit donné ou unsous-système assurant une fonction dans un système plus complexe, Savoir sélectionner une solution technologiquefaisant le compromis de plusieurs exigences contradictoires ; Appréhender le Bilan environnemental (ex. bilancarbonate) d'un produit / sous-produit ; Aborder la Criticité des matières premières, et certains indicateurs géopolitiques; Concevoir un produit en mettant l'accent sur sa durée de vie en son vieillissement en sélectionnant des piècesd'usure de façon éclairée

Prérequis

Propriétés de base des matériaux (Tronc Commun : matériaux pour l'énergie)Critères de dimensionnement et étude des contraintes (Tronc Commun)

Evaluation

Evaluation de travaux sur des analyses de cycle de vie réalisés par les étudiants sur des produits ou matériaux donnés.

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Fournir aux étudiants une base culturelle sur des solutions techniques et des procédés de mise en forme essentielsdans le processus de réflexion de la conception d'un système.Amener les étudiants à choisir un procédé ou une solution technique.S'exercer sur le dimensionnement de solutions techniques en contexte.

Compétences acquises

Reconnaitre ou choisir un procédé pour une situation donnée, parmi les procédés de mise en forme des matériaux(par fusion, par enlèvement ou par déformation de la matière).Comparer des procédés de mise en forme pour une même situation.Reconnaitre/identifier différentes solutions techniques des mécanismes.Dimensionner une solution technique de transmission d'un mouvement.

Prérequis

Aucun

Evaluation

Ecrit et compte-rendu pour les BE

Programme pédagogique

CM1 (2h) : Vocabulaire technique et pièces de transmission. Introduction à la production de pièces. Les procédésde mise en forme par déformation de matière.CM2 (2h) : Les procédés de mise en forme par enlèvement et fusion de la matière.CM3 (2h) : Les procédés de traitement de la matière.CM4 (2h) : Amélioration des procédés existants et procédés récents.TD (2h) : Coût de l'usinage d'une pièce, étude de rentabilité.BE1 (4h) : Réducteur à 2 étages. Retro-engineering, dimensionnement d'arbre, de clavette, de dents.BE2 (4h) : Attelage de véhicule agricole. Dimensionnement d'une transmission par cardans et cannelure. Etude etajout d'un étage de réduction pour la prise de force du véhicule.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 18

Objectifs du module

Ce module est dédié à la mise en pratique des connaissances théoriques acquises à travers l’étude d’un problème de mécanique des solides, en imaginant et en développant plusieurs approches expérimentales, théoriques et numériques. Il s’agit d’établir un plan de travail et d’imaginer le protocole expérimental en utilisant les outils de métrologies des solides. L’ensemble du plateau technique du département et les ressources numériques nécessaires sont mis à la disposition des étudiants.

Compétences acquises

A l’issue de ce module, les élèves auront appris à mener à bien une étude de cas par groupe à partir d’un plan de travail clairement établi en s’efforçant de confronter l’expérimentation à la modélisation.

Prérequis

Cours de mécanique des solides et des structures des semestres S5, S6 et S7.

Evaluation

Présentation orale relative à la mise en situation

Programme pédagogique

Etude de cas se déroulant sur 4 séances de 4 heures. Le travail est mené en binôme ou trinôme et donne lieu à une présentation orale, suivie de questions et discussions. L’évaluation prend en compte le travail réalisé au cours des séances et la présentation finale.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Les systèmes industriels sont devenus une cible privilégiée des cyber-attaques à cause de leur criticité et dans plusieurs situations, ces systèmes ne sont pas suffisamment protégés contre des attaques informatiques. Dans cet EC, nous identifions les risques en termes d'attaque cyber d'un système industriel en vue d'identifier et de mettre en place des barrières de protection en utilisant les méthodes cryptographiques et les outils de la cybersécurité (détection et défense).

Compétences acquises

- Appliquer un système cryptographique pour protéger des données et de l'information- Analyser les risques des attaques cyber sur un système industriel- Mettre en oeuvre des barrières de défense (périmétriques et en profondeur)

Prérequis

Programmation Python, Réseaux de communication, réseaux de capteurs/IoT

Evaluation

- Savoir appliquer et choisir un système cryptographique pour protéger des données et de l'information- Savoir analyser et identifier les risques d'attaques cyber et mettre en oeuvre les barrières de défense dans un cas applicatif industriel. Modalités d'évaluation : 50% examen écrit + 50% notes travaux pratiques

Programme pédagogique

Cours :- Système cryptographique : chiffrement symétrique, asymétrique, et fonctions de hachage- Analyse du risque cyber dans les systèmes industriels (norme IEC 62443) : attaques et menace- Système de protection : détection d'intrusion, pare-feu (firewall) Travaux dirigés :- Etude des systèmes cryptographiques Travaux pratiques :- Mise en situation avec un cas applicatif industriel (plate-forme valise Cyber de l'ENSEM) pour identifier et remédier aux attaques sur la commande d'un système industriel (SCADA et automates de commande)

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

Ce cours propose une vision système/globale d’une architecture numérique à partir de composants embarqués ou capteurs, de moyens de transmission d’information via un réseau. Ce cours aborde les concepts fondamentaux relatifs des systèmes distribués (exclusion, synchronisation, coordination) et différentes solutions (technologique ou conceptuelle) à ceux-ci. Les applications en TP portent sur la construction d’une chaîne complète de traitement de l’information par un système distribué basé sur les technologies web services et blockchains : acquisition, transmission, stockage et analyse.

Compétences acquises

Identifier les grandes classes des algorithmes des systèmes distribués
Mettre en oeuvre les solutions et les algorithmes dans un cadre intégratif

Prérequis

Algorithmique et programmation, Architecture de machines, réseau de capteur/IoT, système embarqué

Evaluation

Contrôle continu à l’issue de chaque séance de TP

Programme pédagogique

Cours (8h= 4x 2)
Énoncé des problèmes (exclusion, synchronisation du temps, système distribué)
Outils pour les systèmes distribués (sémaphore, moniteur,...)
Technologies de Blockchain (structures et composants, mécanisme de consensus)
Services web
TP intégratif : 12 (4 séances)
H
Thème : Faire une chaîne d’acquisition d’information à partir de capteur, transmission, stockage, puis analyse. L’objectif est de réaliser une application distribuée de surveillance d’un système électrique. L’application permet d’accéder à un système physique pour récupérer des données, de répartir et partager des tâches de calcul entre plusieurs participants, de synthétiser ces calculs et finalement publier les valeurs moyennes de grandeur mesurées dans un blockchain sous forme “sécurisé et traçable”. Nous disposons d’un système électrique avec plusieurs charges sur lequel il faut effectuer des mesures, et les mettre à disposition via un service web.
Séquençement
TP 1: préparation et partage des calculs dans une architecture maître-esclaves.
TP 2 : accès au système électrique pour collecter les données,
TP 3 : mise en oeuvre d’un web service
TP4 : publication de données dans un Blockchain simplifié
Mots-clés : Architecture distribuée, blockchain, service web, chaîne d’acquisition numérique

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Le comportement dynamique des systèmes (SED) à événements discrets se caractérise par variables d'états discrètes et des évolutions provoquées par des stimuli externes. Ils sont donc présents dans de nombreuses applications industrielles telles que les systèmes de transport, les systèmes de production, les systèmes informatiques, les systèmes de communication, ... Cet EC donne les bases scientifiques pour la modélisation et l'analyse des SED.

Compétences acquises

À l'issue de cet enseignement, les élèves seront capables :- de modéliser tout système se caractérisant par un comportant de type SED,- d'analyser ses propriétés, notamment celles ayant trait à la sûreté ou à la vivacité- de concevoir la commande d'un SED et d'analyser ses performances

Prérequis

Cet EC vient en complément des fondements théoriques acquis en tronc commun ENSEM de 1A (Algèbre de Boole, Théorie des Langages, Automates à états finis).

Evaluation

- Ecrit (connaissances théoriques sur l'analyse des RdP et compétences en modélisation des SED)- Mise en situation au travers de la modélisation et de l'analyse d'un cas d'étude (soutenance orale du travail réalisé en TP).

Programme pédagogique

- Réseaux de Petri Généralisés : syntaxe et sémantique, analyse de propriétés (vivacité, blocage, invariants de marquage et de franchissement), graphe des marquages, arbre et graphe de couverture,- RdP colorés- Réseaux de Petri non-autonomes : RdP temporisés (formalisme, régime stationnaire, fréquence moyenne de franchissement, marquage moyen), Réseaux de Petri interprétés- Evaluation des performances des SED modélisés par des réseaux de Petri colorés (RdPC) - logiciel CPN Tools.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6

Objectifs du module

Les systèmes utilisés dans les domaines de l’énergie et des mobilités (systèmes de production et de transport de l’énergie électrique, de stockage de l’énergie sous ses différentes formes, les systèmes de transports) doivent répondre à des exigences de fiabilité et/ou disponibilité afin d’être sûrs dans leur fonctionnement. Cet EC introduit les concepts fondamentaux de la Sûreté de Fonctionnement (SdF) et montre à tout ingénieur que la défaillance d’un système n’est pas une fatalité et qu’il est possible de déterminer les causes de défaillances, d’évaluer leur impact sur les performances. L’EC aborde la modélisation et l’analyse de la SdF des systèmes à l’aide de différents formalismes en soulignant leur complémentarité.

Compétences acquises

A l’issue de cet EC, les élèves seront capables : • d’analyser du point de vue dysfonctionnel un système • d’évaluer la fiabilité des composants • de modéliser des systèmes afin d’évaluer de manière probabiliste leur sûreté de fonctionnement

Prérequis

- Connaissance des systèmes physiques mécaniques, électriques, automatisés et de leurs principes de fonctionnement, tels qu’ils sont enseignés dans les EC de tronc commun de 1ère et 2ème années- EC « Modélisation des Systèmes à Evénements Discrets (SED) », 1ère année, S5- EC « Probabilités et statistiques », 1ère année, S6

Evaluation

- Ecrit et compte-rendu TP

Programme pédagogique

Cours magistraux (5CM*2h) : • Concepts et définitions : fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité (RAMS), MTTF, MTBF, MTTR • Fiabilité de composants • Approches combinatoires pour la modélisation et l’évaluation de la SdF des systèmes :- bloc-diagrammes de fiabilité (RBD)- arbres des défaillances (AdD) • Approches états-transitions pour la modélisation et l’évaluation de la SdF des systèmes :- chaînes de Markov (CdM) : modèles de fiabilité, de disponibilité ou de maintenabilité, distribution des probabilités d’état, évaluation des indicateurs de SdF Travaux dirigés (2TD*2h) : • modélisation et analyse des systèmes non-réparables par RBD et AdD • modélisation et analyse des systèmes réparables par CdM Travaux pratiques (2TP*3h) : • évaluation probabiliste des systèmes non-réparables par RBD et AdD (logiciel Grif) • évaluation probabiliste des systèmes réparables/reconfigurables par CdM (logiciel Grif)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Les télécommunications numériques sont en expansion croissante et les moyens technologiques toujours plus performants pour rendre les services attendus. Cet enseignement vise à décrire les techniques de transmission de l'information (en particulier celles qui font appel à la modulation numérique), de quantification et codage de l'information, et les méthodes de compression.

Compétences acquises

- Codage et compression de l'information des signaux avec et sans perte.- Principes de la chaîne de transmission en bande base et par porteuse transposée

Prérequis

Cours de traitement du signal de l'ENSEM

Evaluation

- Ecrit et compte-rendu TP

Programme pédagogique

Cours1. Théorie de l'information au sens de Shannon2. Codage source et canal3. Notions de codes à détection et correction d'erreur4. Principe des algorithmes de compression : application aux images5. Retour sur les outils mathématiques sous-jacents : DCT, ondelettes6. Notion de quantification7. Modélisation de la transmission de données en bande de base et bande transposée8. Modulation numérique à porteuse unique :ASK, FSK, PSK, en quadrature à M états MQAM, à grand nombre de porteuses OFDM9. Modélisation de partage du canal : FDMA, TDMA, CDMA10. Structure générale d'un dispositif de communication numérique : applications 5G, WIFI, TNTTravaux dirigés1. Calcul d'entropie, codage, algorithmes de Shannon-Fano et Huffman2. Compression : JPEG et JPEG 2000 (sur machine)Travaux Pratiques1. Transmission en bande base, filtrageMots-clés : Techniques de modulation, théorie de l'information, compression des signaux.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

L'internet des objets génère de plus en plus de données dont le stockage et l'exploitation nécessitent d'un système de gestion efficace. Ce cours couvre la conception et l'exploitation des bases de données relationnelles, ainsi que l'interrogation par SQL via les interfaces dédiées ou des connecteurs avec d'autres langages informatiques pour une exploitation plus flexible (e.g. Python). Il introduit aussi l'utilisation des documents structurés en XML. Enfin il donne une ouverture vers les bases de données noSQL pour la gestion de Big Data.

Compétences acquises

- Capable de concevoir, mettre en place et exploiter une base de données relationnelle (SQL)- Maîtrise des techniques d'interfaçage entre une base de données et un langage de haut niveau- Connaissance en format XML- Connaissance en bases de données NoSQL et Big Data

Prérequis

Algorithmique et programmation (Python)

Evaluation

- Ecrit et compte-rendu TP

Programme pédagogique

Cours:1. Introduction aux Systèmes d'informations d'entreprises, Données, Bases de données et Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD).2. Le modèle Entité/Association : Entités, attributs et identifiants. Associations binaires. Associations généralisées.Description UML.3. Le modèle relationnel : Définition d'un schéma relationnel. Passage d'un schéma E/A à un schéma relationnel.4. L'algèbre relationnelle : Les opérateurs de l'algèbre relationnelle. Expression de requêtes avec l'algèbre.5. Le langage SQL : Requêtes simples, requêtes sur plusieurs tables, requêtes imbriquées. Agrégation. Mise à jour.6. Interfaçage avec les langages de haut niveau via connecteurs (e.g., Python).7. XML et applications Web.8. Big Data et Bases de données NoSQL (e.g. MongoDB)Travaux dirigés:1. Modèle conceptuel de données (MCD), Modèle logique de données (MLD) et Algèbre relationnelle2. Requêtes SQL3. XML4. NoSQLTravaux Pratiques:1. Conception, mise en oeuvre et interrogation d'une base de données MySQL2. Interrogation d'une base de données MySQL via le connecteur Python3. Mise en oeuvre de données XML: structurer, parser et présenter des documents4. Bases de données NoSQL (MongoDB)Mots-clés : Base de données, modèle Entité/association, modèle relationnel, SQL, XML, big data, NoSQL.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 18

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est d'acquérir des compétences par la pratique au travers de la mise en oeuvre d’une solutioncomplète de type « collecte-transmission-stockage-exploitation » des données de télémétrie en utilisant lestechniques de l'Internet des objets et les réseaux de de communication informatique appliquées à un systèmeénergétique.

Compétences acquises

- Intégrer une solution technique de collecte-transmission-stockage-exploitation des données de télémétrie- Modéliser et structurer des données de télémétrie- Exposer et exploiter les données collectées pour dériver des indicateurs

Prérequis

Algorithmique et programmation (1A), Traitement du signal (2A), Réseaux de capteurs (2A)

Evaluation

Savoir développer et intégrer dans un système une application de télémétrie basée sur les technologies de l'Internetdes objetsModalités d'évaluation : compte rendu et soutenances des projets réalisés

Programme pédagogique

Cet EC est réalisé sous forme d'un bureau d'étude pour construire d'une manière incrémentale et intégrative lasolution envisagée sur un cas d'étude choisi par les étudiants (microgrid, Internet des énergies, bâtiment intelligent,véhicule connecté) :- Acquisition de données via des capteurs et leurs protocoles associés (Zigbee, WiFi, LoRa)- Compression et protection des données- Transmission de données par un réseau de capteurs sans fil- Structuration et stockage de données dans une base de données (SQL/NoSQL)- Distribution de données (e.g. MQTT)- Analyse et pré-traitement des données/signaux

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6

Objectifs du module

La prolifération des dispositifs de calcul embarqué a joué un rôle décisif dans la généralisation de l’implémentationnumérique des systèmes de contrôle au niveau industriel et scientifique. L’objectif de ce cours est d’introduire lesnotions de base permettant l’analyse et la conception de lois de commande numériques. Une attention particulièresera accordée à la prise en compte des données échantillonnées et à l’analyse de phénomènes spécifiques à lacommande numérique. Les applications en TD/TP mettent l’accent sur les problèmes pratiques d’interfacesnumérique / analogique et d’asservissement numérique.

Compétences acquises

Maîtriser les notions de base de la régulation numérique. Comprendre les phénomènes spécifiques à la commandenumérique. Savoir concevoir une régulation numérique et analyser ses performances.

Prérequis

Cours d’automatique de première année, notions de base de traitement du signal (échantillonnage, transformée enz) et mathématiques, en particulier l’algèbre linéaire.

Evaluation

- Ecrit et compte-rendu TP

Programme pédagogique

Introduction à la commande numériqueConversion analogique numérique et numérique analogiqueApproche fréquentielle :Fonction de transfert en zAnalyse de stabilitéDiscrétisation de correcteurs analogiquesSynthèse de correcteurs numériquesApproche espace d’état :Discrétisation exacte.Stabilité, contrôlabilité, observabilité.Synthèse de lois de commande par retour d’état.Phénomènes spécifiques à la commande numériqueEffet de la période d’échantillonnage sur les propriétés structurellesQuantification, Filtre anti-repliementRéférences :K. J. Astrom, B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems: Theory and Design, Prentice Hall.Katsuhiko Ogata, Discrete-time control systems, Prentice Hall.

Volume horaire total : 18
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 4

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est de fournir les compétences pour analyser la stabilité de systèmes dynamiques, propriété fondamentale de l’automatique, qui assure la convergence des variables du système vers des valeurs désirées tout en garantissant la robustesse. Sont également présentées des méthodes de synthèse de lois de commande.

Compétences acquises

Analyse de stabilitéSynthèse de contrôleursThéorie de LyapunovSimulations sous Matlab-Simulink

Prérequis

Mathématiques du niveau 1° cycle scientifique ou classes préparatoires aux grandes écoles scientifiques. Cours d’automatique de première année.

Evaluation

- Ecrit et compte-rendu TP

Programme pédagogique

IntroductionReprésentation des systèmes dynamiquesStabilité et analyseStabilisationTP : Commande distribuée d'une flotte de voitures autonomes sous Matlab-Simulink

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

Les infrastructures industrielles emploient massivement des systèmes contraints par le temps pour contrôler et commander leurs procédés associés. Ces systèmes sont basés sur des applications embarquées et temps réel pour réaliser leurs opérations de contrôle et commande. L'objectif de cet EC est d'identifier et de mettre en oeuvre des solutions techniques basées sur les microcontrôleurs pour développer ses applications.

Compétences acquises

- Identifier les contraintes temporelles d'une application et modéliser l'ordonnancement de ses tâches- Mettre en oeuvre et intégrer une application temps réel et embarquée sur une cible matérielle

Prérequis

Algorithmes et programmation (1A)

Evaluation

- Savoir étudier et analyser les contraintes temporelles d'une application temps réel- Savoir mettre en oeuvre et intégrer une application temps réelModalités d'évaluation : Notes de travaux pratiques (50 %), Examen écrit sur table (50%)

Programme pédagogique

Cours (8h)- Introduction à la programmation C- Systèmes temps réel et algorithmes d'ordonnancement- Interruptions, gestions des entrées/sorties, les signaux PWM et les timers- Exécutifs temps réel : FreeRTOS, XenomaiTravaux pratiques (12h)- Programmation C sur des microcontrôleurs- Analyse par simulation de l'ordonnancement des tâches d'une application temps réel- Intégration et mise en oeuvre d'une application sur cible matérielle (Arduino, FreeRTOS)

EC 8JENR104	Application smart grid	UE 8JUNRJ10 8-09 Stabilité, Contrôle et Intégration numérique	J. Daafouz
Volume horaire total : 20 Volume horaire cours magistraux (CM) : 4 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12			
Objectifs du module			
Les systèmes dynamiques interconnectés comme les smart-grids ou les systèmes multi-agents qu'ils soient sociaux ou techniques posent des défis de contrôle et d'optimisation liés à leur nature couplée, distribuée et grande échelle associée à des capacités limitées de communication et de calcul. L'objectif de ce cours est de sensibiliser les futurs ingénieurs aux problèmes de contrôle et d'optimisation des systèmes dynamiques interconnectés dans le cadre d'une application aux smart-grids.			
Compétences acquises			
Modélisation, analyse et contrôle des systèmes dynamiques interconnectés.			
Prérequis			
Les notions de bases en automatique, optimisation, circuits électriques et électronique de puissance			
Evaluation			
- Ecrit et compte-rendu TP			
Programme pédagogique			
Introduction Modélisation des systèmes interconnectés et des systèmes multi-agents Stabilité des systèmes interconnectés Synthèse de lois de contrôle distribuées TP : Application des algorithmes de consensus au pilotage des microgrids DC et optimisation de charge de véhicules électriques. Références: F. Bullo. Lectures on Network Systems, Kindle Direct Publishing, 2022.			

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L’objectif de ce cours est d’introduire les techniques de base en analyse de données multivariées et reconnaissance de formes. Après avoir introduit les notions de d’individu et de caractéristiques, la première partie présente des méthodes permettant de représenter des données multidimensionnelles dans des espaces de dimensions réduites (Analyse en Composantes Principales). La deuxième partie du module introduira la théorie de la décision, et des méthodes de classification supervisées ou non-supervisées basées sur une modélisation probabiliste des données seront présentées.

Compétences acquises

- Capacité à analyser et interpréter des données de grande dimension.- Savoir-faire sur la mise en oeuvre d’algorithmes de classification en présence ou en l’absence de données labellisées.

Prérequis

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A :- Notions de base d’algèbre linéaire (calcul matriciel, espace propre, projection) (S5)- Notions de base d’optimisation (S6)- Éléments de base de probabilité et de statistiques (S5)

Evaluation

Evaluation sur compte-rendu

Programme pédagogique

Cours magistraux- Introduction à l'analyse en composantes principales pour la représentation de données. Variables et individus, cercles de corrélation.- Classification non-supervisée 1. Distances et méthodes d'agrégation, dendrogramme, coefficient d'inconsistance. Algorithme des k-moyennes.- Théorie de la décision, Analyse discriminante linéaire et quadratique.- Classification supervisée. Estimation de densités de probabilité non paramétrées et paramétrées.- Classification non-supervisée 2. Mélange de Gaussiennes, retour sur les k-moyennes. Travaux dirigés sur machine informatique à l'aide de Matlab- Mini-projet de 10 heures. L'objectif est de prendre en main un jeu de données réaliste et d'appliquer les différentes approches présentées, ainsi que de préparer l’EC4 de ce bloc de compétences (Bureau d’études).

Volume horaire total : 12
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'EC est consacré à la présentation des méthodes à noyaux. Celles-ci permettent de convertir la plupart des méthodes d'apprentissage linéaires en méthodes adaptées à la recherche de régularités non linéaires en conservant en grande partie les avantages des méthodes linéaires : facilité de mise en oeuvre et bons fondements théoriques. Un focus particulier sera effectué à travers la méthode de classification SVM (Support Vector Machine) qui est l'une des plus utilisées.

Compétences acquises

- Capacité à manipuler de vastes ensembles de données et en extraire une information pertinente- Maîtrise de l'implémentation des techniques de base- Maîtrise du paramétrage et de l'utilisation d'un sous-ensemble de fonctions d'analyse de données

Prérequis

- Notions de base d'algèbre linéaire (calcul matriciel, espace propre, projection) (S5)- Notions de base d'optimisation (S6)- Éléments de base de probabilité et de statistiques (S7)

Evaluation

La note finale est la note du compte-rendu détaillé sur les différents travaux dirigés avec une analyse des résultats obtenus pour chacune des situations

Programme pédagogique

Cours magistraux- Présentation de la méthode SVM dans le cas de données séparables linéairement- Introduction des variables ressorts pour traiter le cas de données non séparables linéairement- Notion de noyau et propriétés afférentes- Transposition du cas linéaire au cas non linéaire par l'« astuce du noyau »Travaux dirigés sur machine informatique- Programmation complète de la méthode dans le cas linéaire et application à des exemples jouets- Programmation des SVM à noyaux

Volume horaire total : 12
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Cet EC est une introduction aux réseaux de neurones. Après avoir introduit la similitude avec les neuronesbiologiques, une présentation du perceptron est faite pour une sortie binaire simple. Une extension pour des cas pluscompliqués est présentée avec le perceptron multi-couches (Multi-Layer Perceptron MLP). Dans un second temps,le réseau de neurones convolutif utilisé pour la classification des images est introduit. Pour le contexte non supervisé,on introduit les auto-encodeurs et les cartes de Kohonen. Ces réseaux de neurones peuvent être utilisés pour laclassification, la reconnaissance de formes, l'extraction de caractéristiques...

Compétences acquises

- Capacité à manipuler des algorithmes ainsi qu'à les paramétrer correctement- Capacité à classifier des données de grande dimension.- Capacité à distinguer et à différencier les différents types de réseaux de neurones et à les utiliser dans les casd'apprentissage supervisé et non supervisé

Prérequis

- Notions de base d'algèbre linéaire (calcul matriciel, espace propre, projection) (S5)- Notions de base d'optimisation (S6)- Éléments de base de probabilité et de statistiques (S7)

Evaluation

La note finale est la note du compte-rendu détaillé sur les différents travaux dirigés avec une analyse des résultatsobtenus pour chacune des situations

Programme pédagogique

Cours magistraux- Introduction au perceptron, et extension au perceptron multi-couches avec la mise en oeuvre de l'algorithme de larétro propagation- Introduction au réseau de neurones convolutifs utilisé dans le cas de traitement d'images- Classification non supervisée : introduction des autoencodeurs avec les deux parties : codeurs et décodeurs avecles algorithmes nécessaires pour créer la suite codeurs-décodeurs- Introduction de la carte de Kohonen utilisée pour produire une faible dimension pour la représentation discrétiséede l'espace d'entrée des échantillons d'apprentissageTravaux dirigés sur machine informatique- Programmation complète de l'algorithme de rétropropagation- Application des différentes approches présentées à des exemples jouets

Volume horaire total : 32
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 32

Objectifs du module

L'objectif de ce bureau d'études est d'appliquer, évaluer et comparer les différentes techniques d'analyse de donnéesprésentées dans ce bloc de compétences. L'application visée est la détection de piétons dans des images,problématique actuelle du véhicule autonome. Une base de données d'images mise à disposition par l'INRIA estexploitée, et contient des images avec présence et absence de piétons pour l'apprentissage et le test des modèlesvus en cours.

Compétences acquises

- Capacité de formaliser et traiter un problème sur données réelles, de l'extraction de caractéristiques à laclassification- Capacité d'évaluer différentes méthodes de traitement, de choisir et d'argumenter son choix- Capacité de prototyper une chaîne de traitement (sous Matlab)

Prérequis

Les connaissances acquises dans les trois autres EC du bloc de compétences, langage Matlab

Evaluation

Evaluation sur compte-rendu

Programme pédagogique

Travaux pratiques sur Machine- Extraction de caractéristiques- Réduction de données et analyse discriminante- SVM- Réseaux de neurones

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

Le but de cet EC est d'étudier les aspects théoriques des problèmes de l'électromagnétisme en basse fréquence. Après avoir vu comment modéliser et résoudre des problèmes de manière analytique, nous étudierons les outils permettant de résoudre numériquement des problèmes plus complexes en présentant les particularités de la méthode des éléments finis appliquée aux problèmes de l'électromagnétisme basse fréquence. Les applications étudiées en TD et TP seront un grand nombre de dispositifs : composants passifs (condensateurs, inducteurs, etc.), chauffage par induction, accouplements magnétiques, frein par courants de Foucault...

Compétences acquises

Pouvoir appréhender des problèmes d'électromagnétisme basse fréquence et résoudre analytiquement des cas académiques classiques. Connaître les formulations fortes de l'électromagnétisme dans l'approximation des régimes quasi stationnaires et savoir en déduire les formes faibles associées. Maîtriser les particularités du domaine : conditions aux limites correspondant au traitement de frontières lointaines, types d'éléments (mixtes = éléments nodaux / d'arêtes / de facettes), conditions de jauge particulières, formulations en potentiels. Savoir interpréter, adapter et modifier un modèle développé avec l'interface logicielle libre ONELAB (Gmsh et GetDP).

Prérequis

Aucun

Evaluation

Microprojet permettant de résoudre un problème concret d'ingénieur en utilisant un code numérique adapté.

Programme pédagogique

* Cours : (8 x 2h) (<http://cours.jufont.net/ensem/mef-emag>)
Partie I : Électromagnétisme
CM1 : Champs EM, Lois de comportement, Équations de Maxwell
CM2 : ARQS, Potentiels, Lois globales
CM3 : Conditions d'interfaces et aux limites, Grandeurs globales : énergies
CM4 : Grandeurs globales : flux et forces
CM5 : Magnétoharmonique, Formulations fortes en électromagnétisme BF
Partie II : MEFC
CM6 : Modèle continu, Modèle discret, Méthode de Galerkin, Maillage
CM7 : Fonctions de base nodales, Résolution, Éléments de Whitney
CM8 : Formulations faibles en électromagnétisme BF*
TD : (4 x 2h)
TD1 : Exercices académiques classiques (condensateurs plan et cylindrique), fil infini, câble coaxial
TD2 : Electroaimant
TD3 : Encoche d'une MAS (inductance de fuite et résistance en fonction de la fréquence)
TD4 : Chauffage par induction d'un cylindre de laiton*
TP : (4 x 4h)
TP1 : Tutos Gmsh/GetDP où on simulera les exemples des TD
TP2 : Couplage thermique du TD4 & Accouplement à aimant
TP3 & 4 : Microprojet

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 36

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est d'apprendre à maîtriser deux logiciels de calcul par éléments finis "orientés métier" enélectromagnétisme basse fréquence. Les applications étudiées en TP sont des dispositifs classiques du GénieÉlectrique : électroaimants, câbles de transport, transformateurs, inducteurs de chauffage par induction et machinesélectriques.

Compétences acquises

Savoir poser un problème d'électromagnétisme dans l'approximation des régimes quasi stationnaires et l'implanterdans les deux codes de calcul par éléments finis de référence : FEMM (freeware) et Altair® FLUX® (commercial).Connaître et maîtriser les particularités du domaine. Savoir piloter FEMM via Matlab / GNU Octave ou Python pourrésoudre des problèmes 2D en magnétostatique et magnétoharmonique. Savoir définir des problèmes complets plusévolués dans Altair Flux (2D/3D, magnéto-statique / harmonique / transitoire, couplages avec des équations de circuitou thermique).

Prérequis

Aucun.

Evaluation

Etude de cas et mise en situation pour étudier et dimensionner des dispositifs électromécaniques.

Programme pédagogique

* Cours : (2 x 2h)CM1 : Comment bien définir un problème dans un logiciel « métier » : choix de formulation, maillage,conditions aux limites, prise en comptes des symétries et périodicités.CM2 : Présentation de Altair® FLUX® (par un représentant d'Altair, ancien de l'école).* TP : (9 x 4h)Partie I : FEMM (4 x 4h) (<https://cours.jufont.net/ensem/tp-femm/>)TP1 : Tutos de prise en main (Bobine, Aimant)TP2 : Ventouse magnétiqueTP3 : Chauffage par inductionTP4 : MSAPPartie II : Altair Flux (5 x 4h)TP1&2 : Transformateur monophasé : 2D/3D, statique / harmonique / transitoire, Couplage circuit, essaisscaractéristiques (identification des paramètres)TP3&4 : Câble sous-marin triphasé : Couplage circuit, couplage thermique, notions de blindage et d'isolationTP5 : Coupleur à aimant : potentiel scalaire magnétique, 2D/3D, réduction du domaine d'étude

Volume horaire total : 28
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Le but de cet enseignement est de comprendre et mettre en oeuvre les méthodes et schémas numériques de type Volumes Finis (utilisées sous Fluent ou Openfoam) et Éléments Finis (utilisés sous Abaqus, Comsol Multiphysics ou FlexPDE) pour la résolution de problème en Mécanique : Thermique, fluide et mécanique du solide.

Compétences acquises

Modéliser un problème physique par des EDP, savoir les discrétiser par les méthodes VF et EF pour les mettre sous forme matricielle en vue de leur résolution. Choisir les méthodes les plus adaptées à la résolution d'un problème donné en termes de stabilité et de précision. Savoir résoudre un problème écrit sous forme d'EDP dans un code commercial multi-physique.

Prérequis

Cours d'analyse numérique de base 1A, cours de Mathématiques appliquées (Distributions, Analyse variationnelle, EDP, ...) et les cours de Tronc Commun en Thermique, Mécanique des Fluides et Solides.

Evaluation

Série de TP pour valider la mise en oeuvre des schémas numériques vus en cours. Savoir résoudre numériquement des EDP en Thermique, Mécanique des Fluides et des Solides par des méthodes de type VF & EF sous Matlab et FlexPDE.

Programme pédagogique

Volumes finis (2H CM) :- Formulation et discrétisation des flux conductif et convectif (linéaire, Upwind et Quick)- Résolution d'un problème de type conducto-convectif (chaleur ou masse). Éléments finis (4H CM) :- Formulation Variationnelle Faible- Mise sous forme discrète et matricielle du problème- Résolution d'un problème de type écoulement visqueux ou élasticité (contraintes et déformations) FlexPDE (2H CM) :- Présentation du logiciel d'éléments finis multiphysique FlexPDE. 20 H TP (Mise en place des schémas – Volumes & Éléments finis 2D sur 2 problèmes physiques concrets et utilisation du code commercial FlexPDE). 3 TP de 4 heures = 12 TP sur Matlab. 2 TP de 4 heures = 8 TP sur FlexPDE. Les Cours permettent de préparer les schémas numériques qui seront mis en oeuvre sous Matlab et les problèmes physiques avec leur modélisation sous forme d'EDP pour les TP FlexPDE. Les TP porteront sur la mise en oeuvre des problèmes vus en Cours : 3 TP sur Matlab et 2 TP sur FlexPDE. Les exemples traités concernent la thermique (2D), la mécanique des fluides (écoulements de Poiseuille et de Couette) et/ou la mécanique du solide élastique (2D).

Volume horaire total : 26
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

L'objectif de ce cours est de donner des notions fondamentales concernant la résolution de l'équation de la chaleur et de l'équation de Navier-Stokes en mécanique des fluides pour des ingénieurs. Les différents types d'EDP sont abordés (elliptiques, paraboliques et hyperboliques) ainsi que leur interprétation physique. Les méthodes de résolutions étant fondées sur la correspondance entre un opérateur différentiel et un opérateur matricielle, on montre comment l'inversion des très grandes matrices (par exemple celles qui servent à modéliser l'internet ou les grands réseaux de neurones) est une connaissance nécessaire à la résolutions des problèmes d'ingénierie modernes.

Compétences acquises

Classification des EDP et des méthodes de résolutions adaptés.Discrétisation de l'équation de la chaleur et création de l'opérateur matriciel correspondant.Algorithme d'inversion des grandes matrices (y compris par les méthodes multigrilles).Application à l'algorithme PageRank de classification des sites internet de Google.Application aux calcul des échangeurs de chaleur et au couplage Pression-Vitesse en mécanique des fluides numériques. Couplage CAO - Mécanique des Fluides et Thermique Numérique.

Prérequis

Mécanique des Fluides de 1ère année et Thermique de 2ème année.Analyse numérique élémentaire (méthode de Jacobi et de Gauss-Seidel)Algèbre des matrices (niveau CPGE).

Evaluation

Les élèves seront noté en séance (TP Fluent) et via l'application Matlab grader pour les séances qui lui sont consacrées.

Programme pédagogique

Cours magistraux (6hCM)CM1 : Rappel sur les équations aux dérivées partielles et leur méthode de résolution. Méthode des volumes finis appliquée à la mécanique des fluides : couplage pression-vitesse.CM2 : Technique de maillage d’une pièce industrielle, qualité et cahier des charges « maillage ».CM3 : Résolution de l'équation de Laplace/Chaleur et Inversion des grandes matrices par la méthode multigrille.TP1: Calcul d'un échangeur de chaleur par la méthode des volumes finis avec MatlabTP2: Résolution de l'équation de la chaleur 1D par la méthode de Jacobi et de Gauss Seidel avec MatlabTP3: Résolution de l'équation de la chaleur 2D par la méthode de Jacobi avec MatlabTP4: Méthode de Jacobi pondéré et méthode multigrille sous Matlab.TP5: CAO sous Ansys Workbench, Maillage et Simulation sous Ansys Fluent

Volume horaire total : 26
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

L’objectif de cet EC et d’étudier les spécificités de la méthode des éléments finis appliquée à la mécanique dessolides, en l’utilisant pour analyser le comportement de machines et de structures dans le but d’en réaliser ledimensionnement.Malgré la variété des solutions commerciales existantes, le code de calcul ABAQUS sera utilisé comme outil pourillustrer les possibilités offertes par cette méthode de résolution pour les machines et les structures. Les applicationsconcerneront les thématiques de production/stockage d’énergie ainsi que le domaine du transport.

Compétences acquises

Les différentes compétences associées à cet EC seront :1) La mise en place d’un jeu de données permettant l’études des contraintes, des déformations et ducomportement vibratoire de machines et de structures2) La compréhension des différents aspects critiques de la modélisation influant sur la qualité de la solution3) L’analyse critique des résultats de ces simulations au regard des hypothèses formulées4) L’application de la démarche pour le dimensionnement de machines et de structures

Prérequis

Les notions issues des EC de mécanique des milieux continus (S5) et de mécanique pour l’ingénieur (S6) serontutilisées et considérées comme acquises. Les schémas classiques de résolution vus en analyse numérique serontaussi un atout pour appréhender la partie théorique de ce cours. NB : les aspects liés à la Conception Assistée parOrdinateur (CAO) seront traités un bloc annexe « Eco-conception pour l’énergie et la mobilité ».

Evaluation

L'évaluation du cours porte sur une note de calcul à rendre à l'issue du dernier TP de l'EC.

Programme pédagogique

A l’exception d’une introduction aux spécifités de la méthode des éléments finis dans son application à la mécanique des solides sous forme de cours magistraux, l’EC sera principalement constitué de travaux pratiques sur ordinateur.En accord avec les enjeux industriels et sociétaux actuels, l’ensemble des cas applicatifs concerneront le stockageet la production d’énergie ou le transport.Sous format de 6h de cours magistral, les différents points suivants seront abordés :- Présentation de la méthode et domaines d’application- Exemple de résolution directe pour un treillis plan- Etendue au cas général et tridimensionnel pour la résolution d’un problème linéaire- Choix du type d’éléments et manuel de bonnes pratiques- Introduction aux sources de non-linéarités et résolution de problèmes concretsLes 20h de travaux pratiques qui s'en suivront seront découpés comme suit :- TP1 : étude d'un treillis (hypothèses de modélisation, qualité de la solution approchée, dimensionnement)- TP2 : étude d'un barrage hydroélectrique (convergence au maillage, analyse quantitative, 2D vs 3D)- TP3 : étude d'un volant d'inertie (géométries de révolution, anisotropie, concentration de contraintes)- TP4 : étude du contact pneu/route (modélisation du contact, assemblages, séquence de chargements)- TP5 (évalué): sujet variable d'une année à l'autreLes sujets des travaux pratiques seront déposés sur la plateforme ARCHE au fur et à mesure de l’avancement ducours, ainsi qu'un document de cours complet concernant l’analyse par éléments finis des machines et desstructures.

Volume horaire total : 42
Volume horaire cours magistraux (CM) : 42
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Se familiariser avec les systèmes électrochimiques pour la production d'hydrogène et leur usage énergétique

Compétences acquises

Principes de base de l'électrochimie appliquée aux systèmes à hydrogèneProduction d'hydrogène par électrolyse de l'eau / compressionUsages de l'hydrogèneDimensionnement et caractérisation d'un système pile à combustible (type PEM)Gestion et contrôle d'une chaîne de traction alimentée par une source hybride

Prérequis

Thermodynamique - Transferts de matière et transfert d'énergie thermiqueGénie électrique

Evaluation

Evaluation en contrôle continu

Programme pédagogique

Partie 1 : Filière H2 : état actuel et quelles ambitions pour le futurPartie 2 : Electrochimie et méthodes de caractérisation pour systèmes à H2 Partie 3 : Piles à combustible (PEMFC)Partie 4 : Production et stockage d'H2 Partie 5 : Architecture électrique des systèmes électrochimiques à H2

Volume horaire total : 38
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 38

Objectifs du module

Se familiariser avec les systèmes électrochimiques pour la production d'hydrogène et leur usage énergétique

Compétences acquises

Principes de base de l'électrochimie appliquée aux systèmes à hydrogèneProduction d'hydrogène par électrolyse de l'eau / compressionUsages de l'hydrogèneDimensionnement et caractérisation d'un système pile à combustible (type PEM)Gestion et contrôle d'une chaîne de traction alimentée par une source hybride

Prérequis

Thermodynamique - Transferts de matière et transfert d'énergie thermiqueGénie électrique

Evaluation

Travail durant les séances et présentation orale

Programme pédagogique

- TP numériques (8h) : Modélisation d'un système pile H2 sous Matlab/Sim - Spectroscopie d'Impédance - TP expérimentaux (20h) : Pile et hybridation – Etude d'un électrolyseur - Montage et tests d'une mono-cellule PEMFC - Etudes de cas (10h)

EC 8JE47N27	Fondements de l'énergie nucléaire (FST)	UE 8JUNRJ15 8-Nucléaire Formation Nucléaire	X. Caron
Volume horaire total : 20 Volume horaire cours magistraux (CM) : 20 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0			
Objectifs du module			
Information manquante			
Compétences acquises			
Information manquante			
Prérequis			
Information manquante			
Evaluation			
Information manquante			
Programme pédagogique			
Information manquante			

Volume horaire total : 18
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

EC 8JENR150	Méthodes & Outils numériques	UE 8JUNRJ15 8-Nucléaire Formation Nucléaire	N. Rimbert
Volume horaire total : 42 Volume horaire cours magistraux (CM) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 36			
Objectifs du module			
Information manquante			
Compétences acquises			
Information manquante			
Prérequis			
Information manquante			
Evaluation			
Information manquante			
Programme pédagogique			
Information manquante			

Volume horaire total : 48
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 24

Objectifs du module

This course aims at giving an overview of hydrogen energy and understand the different ways of hydrogen production as well as technologies using hydrogen nowadays. This course then focuses on PEM (proton exchange membrane) systems. The course includes also some fundamentals of electrochemistry and thermodynamics for electrochemical systems, as well as the understanding and interpretation of different characterization methods: polarization curve, impedance spectrometry...

Compétences acquises

Students will have a good knowledge regarding hydrogen energy and more specifically on PEM systems. They will be capable to understand and analyze operating characteristics of PEM systems. Fundamentals in electrochemistry and thermodynamics useful in those electrochemical systems will be acquired. They will also meet some of the industrial and academic actors of hydrogen technology.

Prérequis

Basics in the fundamentals of: • Electrochemistry • Thermodynamics

Evaluation

Written test and student project

Programme pédagogique

Part 1: Introduction to hydrogen • Motivations for hydrogen energy • Hydrogen production Part 2: Hydrogen storage & utilization • Overview of the different systems • Focus on PEM systems Part 3: Fundamentals of Electrochemistry and Thermodynamics Part 4: Characterization methods • Polarization curve • Electrochemical impedance Spectroscopy • Cyclic Voltammetry Visit the experimental platform “Hydrogen and Electrochemical Systems” at LEMTA and exchange with researchers/PhD students. Conferences with specialists from academic and industrial sectors.

EC	Storage Components (Electric Storage and Generation)	UE 8_REE 1 Sources and Storage	M. Urbain
Volume horaire total : 16 Volume horaire cours magistraux (CM) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 2 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8			
Objectifs du module			
This course aims at introducing the fundamental of electrical batteries and supercapacitors with a view to properly handle modeling and implementation when it comes to deal with of electrical grid engineering design and management.			
Compétences acquises			
• electrical grid engineering design and management skills to implement energy storage components,• correctly interpret datasheets and manufacturer information to select the right energy storage for a particular purpose or application,• propose an appropriate model and implement it on a simulation software to foresee its dynamics behavior.			
Prérequis			
• Basics on redox reactions• Basics on electrical circuits• Basics on power electronics			
Evaluation			
a test and a lab report			
Programme pédagogique			
• nominal characteristic (capacity, voltage, energy), Ragone diagram, energy vs power applications, state-of-charge and ageing issues, influence of external parameters (temperature and current rate),• storage sizing for different technologies (Lead-acid, lithium-ion, supercapacitor),• basics on electrochemical models (Randle Scheme), equivalent electrical representation and its implementation on Matlab Simulink, Lab (2h): charge and discharge of a lithium-ion batteries by means of a DC/DC power converter, simulation on Matlab Simulink.			

EC	Solar Photovoltaic Design and Installation	UE 8_REE 1 Sources and Storage	E. Jamshidpour
Volume horaire total : 16 Volume horaire cours magistraux (CM) : 4 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8			
Objectifs du module			
The objective of this PV design and installation course is: - Analyze solar photovoltaic system applications. - Identify various energy technologies, codes, certifications and their relationship with solar photovoltaic system. - Apply contemporary energy products and technologies to solar photovoltaic systems and energy conservation. - Explain the layout and design requirements for solar photovoltaic systems in residential and commercial constructions. - Compare and contrast solar photovoltaic system materials and methods			
Compétences acquises			
- Analyze solar photovoltaic system energy and building resources. - Critically assess solar photovoltaic system applications, site evaluation. - Investigate solar photovoltaic systems and their relationship with energy conservation. - Compare and contrast solar photovoltaic system energy sources and applications.			
Prérequis			
Basics of Electricity, Power electronics converter (basic level), storage systems (batteries)			
Evaluation			
Lab work report + project			
Programme pédagogique			
- Introduction to renewable energy and historical overview of solar cells - Functioning of the photovoltaic cells and Efficiency of solar cells - Types of solar photovoltaic cells and Energy depreciation of photovoltaic cells - Photovoltaic system types, conversion and specifications. - Photovoltaic cell and its simple model; i-v and p-v characteristics; PV modules and arrays - Effect of shading, use of bypass and blocking diodes; influence of temperature - Schemes for Maximum Power Point Tracking (MPPT) - Lab work (simulation): PV modeling and MPPT simulation in Matlab Simulink environment			

Volume horaire total : 38
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

The objective of this course is to familiarize students with fluid energy conversion processes used in electrical power generation involving hydraulic turbomachines as well as wind turbine. This course will be focused on the mechanical conversion part.

Compétences acquises

The outcome is to acquire knowledge of both water and wind turbines families and their operating characteristics and efficiency. Students will have also gain skills in modeling and predicting their functioning by simplified approaches and in sizing of mechanical energy conversion components.

Prérequis

Fundamentals in fluid mechanics

Evaluation

continuous assessment + project

Programme pédagogique

Part 1: Hydraulic turbomachines• Reminder of fluid mechanics• Classification of the turbomachines• Similitude laws and dimensional analysis• Generalities of water turbines• Impulse turbines• Reaction turbinesPart 2: Wind turbines• Wind description and characteristics • Classification of the wind turbines• The horizontal axis wind turbine (HAWT)• Structure and components• The Betz theory and limit• Main concepts of HAWT regulationPart 3: Fundamentals of Electrochemistry and ThermodynamicsPart 4: Characterization methods• Polarization curve• Electrochemical impedance Spectroscopy• Cyclic Voltammetry

Volume horaire total : 42
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

The aim of the course is to explain the dynamic model electromechanical conversion systems dedicated to power generation system connected to the grid, from the mechanical conversion (turbine) part to electromechanical one. (generator). Then the different converters to be connected to the grid will be designed. The control of the system as a whole will be detailed.

Compétences acquises

The students will be able to model dynamically different types of electromechanical conversion systems, in particular AC multiphase machines and their associated control. They will understand how to control the active and reactive power injection to the grid. They will be able to analyse the dedicated power converter architectures.

Prérequis

Basics of electric machines, power electronics

Evaluation

Written exam 50%, lab work report 50%

Programme pédagogique

LecturesDynamic model of multiphase machines:• Synchronous machines,• PMSM,• Induction machines,• Double star (dual channel) electrical machinesModel and control of pd converter dedicated to grid power injection:• 2-level converter,• Back to back configuration• DC bus voltage control, active and reactive power control, power factor controlControl of multiphase machines:• Field Oriented Control• Current and speed control• Wind power extraction, MPPTSimulation and experiments• DC bus control• Double Fed Induction Generator• Permanent Magnet Synchronous Machine with wind turbine emulator

Volume horaire total : 26
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

This course is intended to provide tools to classify, quantify, and analyze the power quality problems and to provide practical engineering solutions to mitigate these problems.

Compétences acquises

- Students will understand basic terminology and definitions from various technical standards related to power quality.
- Student will show how to quantify power quality characteristics and will be able to properly calculate and apply standardized reliability indices.
- Students will explain the significance of harmonics and will show how to analyze waveforms containing harmonics.
- Students will show their ability to diagnose a variety of power quality problems and to design mitigation methods for them.

Prérequis

Power system analysis, Power electronics

Evaluation

Test + lab work report

Programme pédagogique

- Power quality phenomenon - Sources and Effects of power quality problems, types of power quality disturbances - Voltage sag (or dip), Swell, Transients, short duration voltage variation, Long duration voltage variation, voltage imbalance, waveform distortion, and voltage flicker.
- IEEE guide lines, standards and recommended practices. Harmonics - mechanism of harmonic generation-harmonic indices (THD, TIF, DIN, C – message weights - Power Quality Costs Evaluation - Harmonic sources – Switching devices, arcing devices, saturable devices. Effects of Power System harmonics on Power System equipment and loads.
- Harmonic Analysis - Fourier series and coefficients, the Fourier transforms.
- Harmonic elimination - Design and analysis of filters to reduce harmonic distortion – Power conditioners, passive filter, active filter - shunt, series, hybrid filters.
- Power Quality Management in Smart Grid: Power Quality in Smart Grid
- Power Quality issues of Grid connected Renewable Energy Sources, Power Quality Conditioners for Smart Grid. Electromagnetic Interference (EMI - introduction - Frequency Classification - Electrical fields - Magnetic Fields - EMI Terminology - Power frequency fields - High frequency).
- Lab work (simulation): Parallel Active Filter simulation in Matlab Simulink

Volume horaire total : 28
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

This course aims at introducing the fundamental concepts of energy management strategies in both centralized, decentralised and distributed modes and related control/command issues.

Compétences acquises

The students will be able to have knowledge both on the connection of renewable energy sources into the electrical grid and energy management strategies applied to microgrids. They will be able to understand, use, analyse, model and control the energy flows in microgrids

Prérequis

Basics on electrical circuits, electrical networks and power electronics (DC DC and DC AC conversions)

Evaluation

Written exam 50%, lab work report 50%

Programme pédagogique

- Modeling and control of inverters for grid forming applications: modeling and classical control of single phase and 3-phase inverters
 - Centralized control of microgrids realized with renewable energy sources, storage systems and loads: coupling sources, hierarchical control and energy management of storage systems.
 - Decentralized control of microgrids - introduction to droop control for DC or AC microgrids: primary control of distributed generators, equally sharing strategies for active/ reactive power in mesh microgrids, harmonics power sharing with grid forming inverters, modeling and asymptotic stability of AC microgrids.
 - Introduction to the distributed control of microgrid: use of the consensus theory in the primary/secondary control level of microgrids.
- Lab work (Matlab Simulink simulation): Primary and secondary controls of 3-phases AC microgrid

Volume horaire total : 26
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 9
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 11

Objectifs du module

The teaching aims at providing:• a global picture of what is co-simulation and why this approach is necessary for the modelling and simulation of smart grid systems. • knowledge and skills for designing and implementing co-simulation of smart grid system

Compétences acquises

• knowledge of Modelica language (and openmodelica software)• understanding of the principles of cosimulation of a system from its decomposition into blackbowes (FMUs)• defining interaction flows between components, and more precisely causality flows• knowledge of the FMI standard and design of master algorithm in python

Prérequis

Basic knowledge in energy systems, python programming

Evaluation

Project oral defence (50%) and written report (50%)

Programme pédagogique

• what are co-simulation, multi-modelling? • Standard of industry: MODELICA language and FMI norm• Co-simulation in practice: master algorithm with FMU and python with use-case implementation

EC	Optimal Design of a Local Energy Network	UE 8_REE 4 Optimization	J. Fontchastagner
Volume horaire total : 14 Volume horaire cours magistraux (CM) : 2 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6			
Objectifs du module			
This course aims at introducing the fundamental concepts of how sizing and optimizing a local energy network:formulation of an inverse problem design (i.e.optimization problem), resolution of such problems			
Compétences acquises			
At the end of the teaching module, the student should: • Demonstrate knowledge on how to formulate the sizing of a local energy network into an optimization problem; • Demonstrate ability to solve corresponding problems thanks to well-chosen optimization algorithms. Practical work equipment and location: Practice on computer, based on a microproject. Implementation and resolution of a complete problem using MATLAB (and its Global Optimization Toolbox).			
Prérequis			
Basics of Electricity and Mathematics			
Evaluation			
Project outcomes 100%			
Programme pédagogique			
• Formulation of a micro-grid optimal design problem; • Mathematical background: Mixed Integer Non-Linear Programming class of optimization problems (MINLP); • Example of solving type of problem (choose a well adapted algorithm).			

EC	Control and Optimization of Energy Systems	UE 8_REE 4 Optimization	P. Lorenzetti
Volume horaire total : 28 Volume horaire cours magistraux (CM) : 8 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 14			
Objectifs du module			
The objective of this course is to provide students with modern control and optimization tools for the analysis, regulation, and real-time management of energy systems. The course focuses on the interaction between feedback control and optimization, showing how classical control mechanisms such as integral control can be interpreted and generalized through optimization principles. Emphasis is placed on steady-state behavior, regulation in the presence of disturbances, and optimal use of control inputs in energy systems.			
Compétences acquises			
At the end of the course, students will be able to model energy systems using linear state-space representations, design integral controllers for regulation problems, interpret integral control as a gradient-based optimization process, formulate steady-state control objectives using quadratic cost functions, analyze feasibility and stability of regulation problems, and implement and simulate control and optimization algorithms in MATLAB.			
Prérequis			
Fundamentals of control theory, including state-space representations, stability of linear systems, and basic feedback control. Basic knowledge of linear algebra and calculus is required. No prior background in optimization is expected.			
Evaluation			
The course is assessed through an individual, in-class MATLAB-based exam. During the exam, students are required to implement control and optimization algorithms discussed in the course, simulate closed-loop system behavior, and analyze the results. After the exam, students must deliver a written technical report documenting the modeling assumptions, controller design, simulation results, and interpretation of the outcomes. The final grade is based on both the MATLAB implementation and the quality of the report.			
Programme pédagogique			
Lectures: Integral Control and Regulation in Energy Systems Integral Control as a Gradient Descent Generalized Integral Control via Quadratic Costs Handling ConstraintsLabs: Modeling and Integral Control of Energy Systems Gradient-Based Control of Energy Systems			

Volume horaire total : 46
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 22

Objectifs du module

This course will introduce students to French culture and life in France through linguistic activities and exercises. Classes will be based on various authentic documents. Through class-work students will improve their ability to build sentences in French while discovering French culture

Compétences acquises

By the end of the course students will be able to introduce themselves, talk about interests and their environment and ask questions to others about familiar topics. Students will be given assignments to help them review the points covered in class and prepare for upcoming classes.

Prérequis

none

Evaluation

regular written and oral tests

Programme pédagogique

• Socio-cultural contents (greetings, family life in France, daily routines, shopping in France, French food, work culture, etc.)• Communication tasks (greeting people, introducing yourself, speaking about your family and habits, asking something politely, ordering food and drinks, speaking about your experience and your future plans, etc..)• Grammar (être and avoir, article, 1st group verbs, present, conditional in polite expressions, future, passé composé etc..)• Vocabulary (nationalities, adjectives describing personality, family members, the house, frequent adverbs, most useful verbs, shops, food, work, jobs, studies, etc...)

Volume horaire total : 46
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 22

Objectifs du module

The course focuses on public speaking,The objective is to help students deliver a clear and structured project presentation before an audience, using communication techniques effectively.Students will regularly work in groups and will be encouraged to analyze their performance,

Compétences acquises

- develop advanced communication techniques study and use various project marketing techniques .

Prérequis

having reached B2 level at English (or being close to it)

Evaluation

regular group or individual tasks-one final presentation in pairs

Programme pédagogique

preparation for effective and engaging presentations: • using written and audio materials to work on structure and the expressions needed for signpostingoptimizing content and the use of slides-managing non-verbal communication-working on pronunciation, rhythm, and voice placement-practicing communication techniques (impact techniques, rapport building)-practicing marketing techniques (elevator pitch, sales speech)”

Volume horaire total : 34
Volume horaire cours magistraux (CM) : 17
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 17

Objectifs du module

The purpose of this course is to present the main concepts and the basic economics models used in the field of energy economics, with a special focus on renewable energy, with the aim to provide the students a referential framework that helps them to achieve a critical analysis of the energy problems of our environment and the links that these problems have with the development of our society. This lecture will approach the fundamental economic aspect of primary energy (supply, demand, market and prices), it will study the links between energy consumption and economic growth and it will analyze the impact of different energy policies in the economy.

Compétences acquises

- Be capable of illustrating the evolution of different economic and energy consumption aggregates and the main economic stylised facts about energy economics.
- Describe and interpret charts in a situation of energy consumption evaluation of a region or a country.
- Be able to choose, among different proposals, the best energy project, from an economic and a financial perspective.
- Argue the advantages and disadvantages of fossil fuel energy and/or nuclear energy consumption/production versus renewable energy consumption/production.
- Evaluate the impact of energy policies in the economy.
- Determine the incentives and drivers to switch fossils to renewables.
- Solve and reproduce basic economic models.
- Criticize the conclusion of specialized press articles related to the utilization of renewables from an economic point of view.

Prérequis

An intermediate level of mathematics (algebra and calculus) is required in order to understand and reproduce the mathematical models.

Evaluation

Oral exam: analysis of a specialized press article and application exercises

Programme pédagogique

Chapter 1: Introduction and Basic Notions 1.1 Basic Economic Notions 1.2 An Introduction to Energy Economics 1.3 Multifaceted Interactions of Energy 1.4 Energy and Economic GrowthChapter 2: Energy Demand 2.1 Introduction 2.2 Economic Fundaments of Energy Demand 2.3 Energy Demand AnalysisChapter 3: Energy Supply 3.1 Economic Analysis of Energy Supply 3.2 Financial Analysis of Energy Projects 3.3 Renewable Energy SupplyChapter 4: Energy Markets4.1 Introduction4.2 The rationale for intervention4.3 Prices’ formation and regulationChapter 5: Energy, Growth and Welfare5.1 The Economics of Climate Change5.2 Welfare and energy Consumption

Volume horaire total :
Volume horaire cours magistraux (CM) :
Volume horaire travaux dirigés (TD) :
Volume horaire travaux dirigés (TP) :

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Semestre S9

Code UE	c	ECTS	Code EC	EC	Coeff	Enseignant	Vol	CM	TD	TP
9JUNRJ16	Formation Générale 5	5	9JENR160	Banque Anglais	0,50	C. Corringer	24		24	0
			9JENR161	Insertion professionnelle	0,50	F. Temsamani	30	15	15	0
			9JENR162	La recherche en énergie	QUITUS	B. Rémy	20	20	0	0
			9JENR163	Validation de l'expérience internationale	QUITUS	S. Gallaire	1	0	1	0
9JUNRJ17	Projet	5	9JENR170	Projet de R&D Académiques - Projet de R&D Industriels	0,60	J.-C. Perrin	60	0	0	60
			9JENR171	Bureau d'étude transverse	0,40	T. Boileau / V. Louis-Dorr	30	0	0	30
9JUNRJ01	9-01 Analyse de risques et surveillance des systèmes énergétiques	5	9JENRJ10	Analyse de risques et Sécurité Fonctionnelle	0,50	N. Brinzei	30	18	4	8
			9JENRJ11	Surveillance et Diagnostic	0,50	S. Maza	30	20	10	0
9JUNRJ02	9-02 Modélisation et Analyse des Systèmes Électromécaniques par approches basées données	5	9JENRJ20	Problèmes inverses, Décompositions, Parcimonie	0,33	R. Ranta	20	10	10	0
			9JENRJ21	Identification et réduction de modèles	0,33	M. Giaccagli	20	12	8	0
			9JENRJ22	Bureaux d'études	0,33	M. Giaccagli / R. Ranta	20	0	0	20
9JUNRJ03	9-03 Contrôle événementiel et Apprentissage par Renforcement	5	9JENRJ30	Contrôle Événementiel	0,33	R. Postoyan	20	8	4	8
			9JENRJ31	Contrôle Optimal et apprentissage par Renforcement	0,33	J. Daafouz	20	8	4	8
			9JENRJ32	Bureaux d'études	0,33	J. Daafouz / R. Postoyan	20	0	0	20
9JUNRJ04	9-04 Pilotage des systèmes énergétiques et de transport	5	9JENRJ40	Le contrôle face aux défis du transport et de la conversion	0,50	J. Kreiss	30	0	30	0
			9JENRJ41	Bureau d'étude automatisé & contrôle-commande nucléaire	0,50	J.-F. Pétin	30	6	2	22
9JUNRJ05	9-05 Réseaux électriques autonomes et embarqués	5	9JENRJ50	Qualité énergie électrique - Stabilité statique et dynamique	0,50	S. Pierfederici	30	14	0	16
			9JENRJ51	Gestion de l'énergie dans les microgrids	0,50	J.-P. Martin	30	16	2	12
9JUNRJ06	9-06 Machines Électriques (modélisation & conception)	5	9JENRJ60	Modélisation analytique et optimisation des machines électriques	0,50	D. Netter	30	0	0	30
			9JENRJ61	Modélisation numérique et conception des machines électriques	0,50	N. Takorabet	30	16	0	14
9JUNRJ07	9-07 Conversion électromécanique à haute disponibilité	5	9JENRJ70	Conversion électromécanique à haute disponibilité - partie 1	0,50	J.-P. Martin	30	18	0	12
			9JENRJ71	Conversion électromécanique à haute disponibilité - partie 2	0,50	T. Boileau	30	14	0	16
9JENRJ80	9-08 Composants ETNP dans leur environnement	5	9JENRJ80	Composants semiconducteurs de puissance	0,50	S. Raël	30	22	0	8
			9JENRJ81	Compatibilité électromagnétique	0,50	M. Urbain	30	14	0	16
9JUNRJ09	9-09 Systèmes de stockage électrique	5	9JENRJ90	Stockage électrochimique de l'énergie électrique	0,50	M. Hinaje	30	18	0	12
			9JENRJ91	Convertisseurs d'électronique de puissance d'interface	0,50	S. Pierfederici	30	14	0	16
9JUNRJ10	9-10 "Power-Hardware-In-The-Loop" (P-HIL)	5	9JENR100	P-HIL - outils et techniques	0,50	E. Jamshidpour	30	10	0	20
			9JENR101	Projet P-HIL	0,50	C.-H. Bonnard	30	0	10	20
9JUNRJ11	9-11 Mécanique des fluides avancée	5	9JENR110	Ecoulements haute vitesse et conversion par combustion	0,33	F. Lemoine	25	25	0	0
			9JENR111	Ecoulements multiphasique et interfaces	0,33	N. Rimbert	20	14	0	6
			9JENR112	Modélisation de la turbulence	0,33	O. Caballina	15	10	0	5
9JUNRJ12	9-12 Transfert de chaleur et de masse	5	9JENR120	Echangeurs de chaleurs et récupération de la chaleur fatale	0,33	N. Rimbert	20	20	0	0
			9JENR121	Ecoulement en milieux complexes	0,33	N. Louvet	20	20	0	0
			9JENR122	Transferts de chaleurs aux interfaces et milieux participants	0,33	B. Rémy	20	20	0	0
9JUNRJ13	9-13 Simuler, mesurer et visualiser	5	9JENR130	Méthodologie pour caractériser	0,33	A. Labergue	20	20	0	0
			9JENR131	Caractérisation expérimentale	0,33	G. Pernot	20	0	0	20
			9JENR132	Simulations numériques et applications	0,33	O. Caballina	20	0	0	20
9JUNRJ14	9-14 Science et comportement des matériaux	5	9JENR140	Science des matériaux	0,33	M. Bordron	20	8	4	8
			9JENR141	Comportement mécanique des matériaux	0,67	?	40	14	6	20
9JUNRJ15	9_15 Nucléaire	5		Nucléaire et Société (SHJEJS)	0,33		14	14	0	0
			9JENR150	Conception et conduite d'installations nucléaires	0,33		28	28	0	0
			9JENR151	Etude avancée	0,33		18	18	0	0
9JUPPN01	(CPro groupe FISA) Méthodes avancées pour les systèmes énegétiques	10	9JEPPN11	Transferts d'énergies avancés	0,17	N. Rimbert	35	22	0	13
			9JEPPN12	Dimensionnement des systèmes énergétiques	0,17	D. Netter	20	0	0	20
			9JEPPN13	Réseaux d'énergie électrique 3	0,17	S. Pierfederici	30	18	4	8
			9JEPPN14	Sources et moyens de stockage de l'énergie électrique	0,17	S. Rael	20	5	0	15
			9JEPPN15	Vision et Robotique	0,17	D. Wolf	30	15	15	0
			9JEPPN16	Reseaux Internet	0,17	Y. Q. Song	20	10	0	10
Entreprise S9 (CPro groupe FISA)			10	Compétence technique Compétence méthodologique Compétence relationnelle						
9KUAPP02	Sciences Humaines 5 (CPro groupe FISA)	2	9JEPPN30	Anglais Interacting professionally	1,00	C. Corringer	24	0	24	0
			9JEPPN31	Validation de l'expérience internationale	QUITUS	L. Traut	1	0	1	0
			9JEPPN32	Management	QUITUS	F. Temsamani	6	0	6	0
9KUETR06	Projets (étudiants étrangers)	25	9KUETR60	Projets (étudiants étrangers)	1,00	S. Gallaire				

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) :
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Cette EC est constituée de 2 modules à visée professionnelle: Interacting Professionally et Scientific Communication.L'objectif de l'EC est de donner aux étudiants des compétences en anglais des affaires et en anglais scientifique.OU Soutien B2 : ce module est destiné aux étudiants en difficulté n'ayant pas encore validé le niveau B2. L'objectifest de leur permettre d'atteindre un score minimal de 785 au test TOEIC ou de 100 au DET.

Compétences acquises

-Compétences en expression et compréhension écrite et orale en relation avec la carrière d'ingénieur-Ouverture internationale et culturelle-Travail en équipeOU Soutien B2 : compréhension orale et écrite, identifier ses points forts/faibles, savoir se fixer des objectifs,apprendre à apprendre

Prérequis

Avoir atteint un niveau B2OU Soutien B2 : avoir passé une certification externe et ne pas avoir validé le niveau B2

Evaluation

Contrôle continu (travaux écrits, participation orale) et évaluation finale pour chaque module.

Programme pédagogique

Un premier module de 7 séances de 2h : Interacting Professionally OU soutien B2Un deuxième module de 8 séances de 2h : Scientific Communication OU soutien B2Le module Interacting Professionally a pour but de préparer les étudiants à postuler en anglais à des offres d'emploi(personal branding, CV, job interview), au travail avec des partenaires étrangers (sensibilisation à la notion decommunication inter-culturelle) et à la communication professionnelle en langue anglaise (gestion de réunion,présentation de projets, négociation).Pour le module Scientific Communication le focus est sur la communication scientifique à l'écrit (report writing,abstract writing, concise technical English) et à l'oral (describing processes, simplifying / rephrasing technicalconcepts, 3MT, etc.)Pour le Soutien B2, les étudiants travaillent à l'identification de leurs points forts et de leurs points faibles. Ilsétablissent un plan de travail afin d'atteindre un score de 785 au TOEIC ou de 100 au DET. Ils cherchent desressources pertinentes leur permettant de combler les lacunes identifiées. L'enseignant aide les étudiants dans leurtravail, les conseille et répond à leurs questions. Des exercices et tests réguliers permettent aux étudiants destructurer et d'évaluer leur progression. •

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 15
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 15
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

•Accompagner l'étudiant ingénieur dans la valorisation de son projet personnel et professionnel•Préparer son insertion autour de professionnels tels qu'industriels, entrepreneurs, responsable de ressources humaines, et alumni.

Compétences acquises

•S'insérer et communiquer dans un environnement professionnel. •Connaitre et savoir utiliser différents outils pour la recherche de stage et d'emploi. •Structurer et optimiser sa recherche d'emploi. •Se positionner et exploiter les réseaux professionnels et digitaux. •Autoévaluer ses compétences.

Prérequis

Définition avancée du projet personnel et professionnel.

Evaluation

Ateliers 50% et entretiens 50%

Programme pédagogique

J 1 - Plénière de présentation et intervention de différents partenaires de l'ENSEM, notamment des professionnels des ressources humaines.J 2 - Ateliers d'évaluation auprès de professionnels des outils (cv, lettre de motivation, kit de motivation, documents préparatoires aux entretiens...).J 3 - Développement de stratégies de recherche avec les professionnels (gestion des réseaux professionnels, utilisation des plateformes digitales...).J 4 - Simulation d'entretiens.J 5 - Témoignages des alumni et poursuite de la réflexion autour du projet personnel et professionnel (insertion et gestion de carrière).

EC 9JENR162	La recherche en énergie	UE 9JUNRJ16 Formation Générale 5	B. Rémy
Volume horaire total : 20 Volume horaire cours magistraux (CM) : 20 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0			
Objectifs du module			
Appréhender les opportunités en termes de R&D dans le domaine de l'énergie et savoir projeter les connaissancesacquises en formation dans un cadre orienté R&D.			
Compétences acquises			
Appréhender les opportunités en termes de R&D dans le domaine de l'énergie et savoir projeter les connaissancesacquises en formation dans un cadre orienté R&D.			
Prérequis			
Formation en ingénierie			
Evaluation			
Contrôle continu - Participation aux Conférences			
Programme pédagogique			
Intervention de professionnels du monde industriel et de la R&D.			

EC 9JENR163	Validation de l'expérience internationale	UE 9JUNRJ16 Formation Générale 5	S. Gallaire
----------------	---	----------------------------------	-------------

Volume horaire total : 1
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 1
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Rapport de mobilité à déposer sur Arche selon le modèle imposé

Programme pédagogique

Information manquante

EC 9JENR170	Projet de R&D Académiques - Projet de R&D Industriels	UE 9JUNRJ17 <i>Projet</i>	J.-C. Perrin
Volume horaire total : 60 Volume horaire cours magistraux (CM) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 60			
Objectifs du module			
L’objectif de ce projet de fin d’étude est de permettre à l’élève-ingénieur de mettre en oeuvre les connaissancesacquises lors de leur formation à l’école et de les appliquer à un problème concret de recherche et développementen ingénierie. Le sujet est proposé par un enseignant ou une entreprise et les élèves travailleront en individuel ou engroupe en fonction du sujet et du travail nécessaire pour répondre au cahier de charge de l’étude.Les élèves développeront ainsi leurs facultés de raisonnement et d’adaptation, afin de s’immerger en entreprise lorsdu stage-ingénieur qui suivra à la fin du semestre S9.			
Compétences acquises			
Mise en situation de conduite d’un projet d’ingénierie de grande ampleur.			
Prérequis			
Enseignements de 1A et 2A.			
Evaluation			
Soutenance orale et rapport de projet			
Programme pédagogique			
Définition des objectifs du projetDéfinition du Cahier des charges et résultats attendusSpécifications fonctionnelles et techniquesConception et simulation de la ou des solutions proposéesValidations•			

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 30

Objectifs du module

L’objectif de cette activité pédagogique est de conduire l’étude d’un système sous la forme d’un bureau d’étudemultidisciplinaire en autonomie par groupe. Deux applications sont proposées. La première est la plate-formeUrbanloop. Chaque année le sujet évolue en fonction de l’évolution technique et technologique du circuitexpérimental ENEDIS Urbanloop et de ses capsules. La seconde est la plate-forme micro-réseau d'énergie. Chaqueannée le sujet évolue en fonction des systèmes de production et de consommation d'énergie disponibles etinterconnectables

Compétences acquises

Etre capable de mettre en oeuvre un projet de conception et développement d'un système complexe et de mettre enoeuvre des compétences pluridisciplinaires dans le cadre de la gestion d'un projet collaboratif.

Prérequis

Cours de génie électrique de 1A et 2A, de commande de système émergent de 2A, d'automatique de 1A et 2A demécanique du solide de 1A, de mécanique des fluides de 2A

Evaluation

Nous évaluons l’aptitude à collaborer dans un contexte pluridisciplinaire, à restituer un travail effectué en autonomie,Exposer une démarche scientifique constituée de plusieurs phases : modélisation, de développement, de contrôle etde tests

Programme pédagogique

Définition des objectifs du projetSpécifications et livrables : Définition du Cahier des charges et résultats attendusSpécifications fonctionnelles et techniquesConception et simulation unitaire des différentes partiesDéveloppement et tests unitairesValidations croiséesBilan à mi-parcoursPrototypage Intégration techniques des processusPrésentationDémonstration

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Ce module donne les connaissances nécessaires pour analyser, modéliser et évaluer les risques auxquels sont soumis les systèmes énergétiques critiques, ainsi que les moyens de prévention ou de protection qui doivent être mis en œuvre. Les systèmes cibles sont les systèmes de contrôle-commande et de sécurité des systèmes énergétiques : centrales nucléaires de production d'électricité, plateformes offshore d'extraction du pétrole, systèmes de stockage ou de transport d'hydrogène.

Compétences acquises

A l’issue de cet EC, les élèves seront capables : • Savoir analyser et modéliser des architectures de contrôle-commande et les risques associés • Savoir analyser et évaluer des systèmes instrumentés de sécurité (SIS) conformément aux normes et standards en vigueur

Prérequis

Connaissances générales de fonctionnement des systèmes mécaniques, hydrauliques, électriques, électroniques, automatisés

Evaluation

• Contrôle continu: études de cas et mise en situation pour modéliser, évaluer et analyser des systèmes instrumentés de sécurité en vue de leur qualification suivant la norme IEC 61508. • Evaluation: 1 test et 2 comptes-rendus.

Programme pédagogique

Analyse des risques (12h CM) • Approches qualitatives : APR (Analyse préliminaire des risques), AMDEC, HAZOP • Principes de conception des systèmes sûrs (séparation, indépendance, défense en profondeur, ...) • Conception d’architectures de contrôle-commande et de sécurité utilisés dans les centrales nucléaires de production d’énergie électriques • Analyse des risques et sûreté de fonctionnement des systèmes programmés2. Sécurité fonctionnelle (2h CM et 4h TP) • Systèmes instrumentés de sécurité (SIS - Safety Instrumented Systems) mis en œuvre pour la réduction du risque dans l'industrie nucléaire, l'industrie pétrolière, système de stockage et de transport d'hydrogène • Norme IEC 61508 (niveau SIL, PFD, PFH, ...) et évaluation probabiliste des SIS3. Approches de modélisation et d’évaluation des systèmes multi-états reconfigurables (4h CM, 4h TD et 4h TP) • Approche analytique : réseaux de Petri stochastiques (RdPS) : règles de comportement, processus stochastiques markoviens équivalents, évaluation des indicateurs de risques (fiabilité, disponibilité, PFD, PFH, ...) • Approche par simulation : Stochastic Activity Networks (SAN)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Les systèmes industriels sont sujets à des défaillances pouvant entrainer des pertes de performances, des problèmes de sécurité, voire l’arrêt total de l’installation. Il est donc essentiel d’être capable de détecter l’occurrence des défauts dans ces systèmes, afin de maitriser les risques qui en résultent. Le diagnostic est défini comme l'opération permettant de détecter un défaut, ou un état de défaillance, et de localiser son origine. Effectuer un diagnostic consiste à comparer l'information instantanée issue du système à une référence ou un modèle représentant le fonctionnement normal et/ou dysfonctionnel. L’objectif du module est de présenter des méthodes permettant de détecter, de localiser et de caractériser des dysfonctionnements de systèmes industriels et/ou ses composants, qu’ils soient décrits par des modèles algébriques, différentiels ou à événements discrets

Compétences acquises

Compétences :- A partir d’un ensemble de mesures ou d’évènements, issus d’enregistrements ou acquis en temps réel, être capable de détecter un état de défaillance ou un défaut et y remédier si nécessaire. - Etre capable de mettre en œuvre des schémas de diagnostic pour surveiller le fonctionnement d’un système industriel. - Dans le cas d’un système à dynamique discrète : analyser son comportement à travers les séquences d’évènements qu’il produit pour diagnostiquer l’occurrence de défauts et plus généralement l’occurrence d’évènements non observables (absence ou défaillance de capteurs).- Cas d’étude concrets : (1) Réseau de distribution d’eau ; (2) système d’air conditionné.

Prérequis

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A :- Eléments de base d’algèbre linéaire, calcul matriciel, automatique linéaire de base (1ère Année). - Eléments de base des SED (un rappel sur les langages et automates d’état sera fait)

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Cours magistrauxPartie (1) - Systèmes continus (12h) modélisés par des équations algébriques ou différentielles- Surveillance de processus industriels à base de modèles- Notion de redondance (redondance matérielle, redondance analytique, méthode de vote)- Approche de l’espace de parité (cas statique et dynamique linéaire)- Génération de résidus à l’aide d’observateurs d’état, structuration des résidusPartie (2) - Systèmes à événements discrets (8h) Systèmes à dynamique discrète- Rappels sur les SED, langages et automates- Notion d’évènements non observables, séquence observée, séquence diagnosticable.- Estimateur d'état d'un SED décrit par un automate- Diagnostic d'évènements non observables par : automates, chroniques, résidus et RdPs.Travaux dirigés dont une partie sur machine informatique Partie (1) : 6h de TD- Application à un réseau de distribution d’eau portable : surveillance par banc d’observateurs.- Application de détection et localisation de défauts capteurs (espace de parité statique et dynamique).- Application à l’estimation de défauts d’actionneurs (observateur à entrée inconnue).Partie (2) : 4h de TD- Application à un Système d’air conditionné : diagnostic à base d’automates avec mise en œuvre sur un logiciel de synthèse « Supremica ».

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce module vise à présenter les moyens théoriques et les méthodologies les plus adaptées pour traiter et analyser de manière efficace les mesures acquises sur des processus physiques. Il s’agit plus précisément de techniques d’inversion de modèle, de décomposition et reconstruction partielle (et donc d’extraction des informations pertinentes) à partir de ces mesures.

Compétences acquises

- Capacité à formaliser une mesure sous forme de problème direct / problème inverse- Savoir-faire sur la mise en oeuvre d’algorithmes d’inversion et sur l’interprétation des résultats

Prérequis

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A :- Notions de base d’algèbre linéaire (calcul matriciel, espace propre, projection) (S5)- Notions de base d’optimisation (S6)- Éléments de base de probabilité et de statistiques (S7)

Evaluation

Travaux dirigés sur machine informatique à l’aide de Matlab.

Programme pédagogique

Trois approches dédiées aux systèmes linéaires seront présentées : une première intègre les connaissances sur la physique du phénomène mesuré sous forme d’un modèle, l’objectif étant d’inverser ce modèle afin de retrouver les causes (sources) à l’origine de la mesure. Une deuxième approche propose d’extraire les informations pertinentes directement des données, soit en retrouvant un modèle générique reliant les sources aux mesures (filtre optimal /Wiener / RLS), soit en exploitant leur redondance (ACP, blanchiment, séparation de sources). Cours magistraux :- Décomposition sur modèle physique (problèmes inverses)- Régularisation, norme minimale ...- Reconstruction parcimonieuse, régression itérative- Décompositions issues des données- Filtrage de Wiener, filtrage adaptatif- Éléments de Séparation de sources Mots-clés : problèmes inverses, algorithmes gloutons, filtrage de Wiener, séparation de sources

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 12
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce cours est dédié aux fondements de l’identification et de la réduction de modèles. Il comprend également une introduction au contrôle basé données. Le recours aux modèles dynamiques issus de la physique pour décrire le comportement des systèmes d’une manière suffisamment précise n’est pas toujours possible, d’où la nécessité d’utiliser des approches basées données. Les modèles basés données sont obtenus à partir des observations et des mesures du système réel et ne nécessitent qu’un minimum de connaissances préalables.

Compétences acquises

Acquisition des méthodes de base pour l’identification des systèmes linéaires. Maîtrise des méthodes de base de réduction de modèles.

Prérequis

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A : Cours d’Automatique de première année, Mathématiques de première année.

Evaluation

Evaluation des compétences acquises via des applications pratiques

Programme pédagogique

Sous des hypothèses liées aux conditions de fonctionnement, un modèle linéaire peut suffire. Un modèle d’ordre réduit sera privilégié à la fois pour faciliter les étapes de simulation, d’analyse et de synthèse de lois de commande. Le but de ce cours est d’introduire les notions de bases d’identification et de réduction de modèles et de sensibiliser les étudiants à l’identification des systèmes non linéaires et au contrôle basé données. Identification des systèmes linéaires :- Méthodes non paramétriques- Méthodes paramétriques (régression linéaire, méthode des variables instrumentales, méthode d’erreur de prédiction, et méthodes statistiques y compris le maximum de vraisemblance)- Méthodes des moindres carrés,- Estimation récursive,- Validation de modèles.- Identification en boucle fermée Réduction de modèles : méthodes classiques de réduction (projection, troncature équilibrée, perturbations singulières), méthodes basées optimisation Identification des systèmes non linéaires (NARMAX, SINDY) Introduction au contrôle basé données. Les séances de TD sont organisées autour d’exemples pédagogiques afin d’illustrer les notions introduites dans ce cours et bien comprendre les avantages et les limites des méthodes présentées. Bibliographie : L. Ljung System Identification - Theory for the user Prentice Hall, 1999. T. Soderstrom and P Stoica, System Identification (<http://user.it.uu.se/~ts/sysidbook.pdf>) Mots-clés : systèmes dynamiques, identification, estimation, réduction de modèle, optimisation.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Ce bureau d'étude est dédié à l'application des méthodes d'identification et de réduction de modèles sur des exemples inspirés d'applications concrètes. Le thème général est la modélisation des systèmes dynamique et le contrôle basés données. L'objectif est de mettre les étudiants dans les conditions réelles d'identification et d'être capable de décrire les principes généraux et d'identifier les systèmes de manière satisfaisante. Cela comprend une analyse du choix des signaux d'excitation, de la structure du modèle et de l'algorithme d'estimation ainsi que l'utilisation appropriée de la validation du modèle.

Compétences acquises

Maîtrise des méthodes d'identification des systèmes et de réduction de modèles.

Prérequis

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A et 2A : Cours d'Automatique de première année, Mathématiques de première année. Les cours problèmes inverses et identification des systèmes sont des prérequis indispensables pour suivre ce module.

Evaluation

Evaluation sur des cas tests

Programme pédagogique

Le déroulement est prévu en 5 séances de 4h. Les trois premières séances seront dédiées à des cas d'études permettant d'appliquer les notions acquises en cours et TD sur l'identification et la réduction de modèle. Les deux dernières séances seront consacrées à un problème avec des données issus d'un processus réel avec un double objectif : identifier puis valider le modèle du système et proposer une stratégie de contrôle. Durant ces séances, la toolbox d'identification de Matlab sera utilisée. Mots-clés : systèmes dynamiques, identification, estimation, réduction de modèle, optimisation.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

?

Compétences acquises

?

Prérequis

?

Evaluation

?

Programme pédagogique

?

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

?

Compétences acquises

?

Prérequis

?

Evaluation

?

Programme pédagogique

?

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

?

Compétences acquises

?

Prérequis

?

Evaluation

?

Programme pédagogique

?

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 30
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Sous la forme de bureaux d'étude, cette EC vise à résoudre trois problèmes concrets : - optimiser l'énergie dans un convertisseur de puissance- comprendre le succès de l'estimation de la position d'un GPS- maîtriser le comportement d'une éolienne face à un vent perturbé.

Compétences acquises

- Approfondir et diversifier sa boîte à outils en techniques de contrôle avancées : commande optimale, observateur de Kalman, commande par modes glissants- Développer la capacité à analyser un cahier des charges pour identifier et sélectionner la méthode de contrôle la plus adaptée- Acquérir une démarche d'ingénieur complète, allant de la formalisation d'un problème à sa modélisation, sa résolution et sa validation par simulation

Prérequis

Les connaissances acquises en formation de tronc commun ENSEM 1A :- Automatique 1A (S5)

Evaluation

L'évaluation se fera sur la base du travail fourni pendant les séances et d'éventuels livrables (compte-rendu, présentations) sur chaque bureau d'étude.

Programme pédagogique

Bureaux d'études (sous la forme de Cours/TD) sur machine informatique à l'aide de Matlab : - BE1 : Commande optimale pour un convertisseur de puissance (8h)- BE2 : Observateur de Kalman pour un système de positionnement (10h)- BE3 : Commande par modes glissants d'une éolienne (12h)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 22

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est de présenter quelques outils de modélisation et de simulation numérique des SED. L'apprentissage est réalisé autour de cas d'études : pilotage d'une cellule flexible de production pour l'outil et contrôle-commande d'une centrale nucléaire à l'aide d'outils largement répandus dans la communauté du contrôle-commande industriel (ControlBuild de Dassaut System et SCADE de ANSYS.

Compétences acquises

À l'issue de cet enseignement, les élèves seront capables :- d'appréhender tout type d'outil de simulation numérique des SED et de vérification formelle- de modéliser et simuler un système se caractérisant par un comportant de type SED,- concevoir et simuler la commande d'un SED- d'analyser et de vérifier formellement ses propriétés, notamment celles ayant trait à la sûreté

Prérequis

Cet EC vient en complément des fondements théoriques acquis dans l'EC Modélisation des Systèmes à EvénementsDiscrets de 2A.

Evaluation

Restitution numérique des travaux relatifs aux deux bureaux d'étude

Programme pédagogique

CM : conception modulaires d'automatismes indistriels, émulation de partie opérative, simulation numérique et vérification formelle de propriétés.Bureaux d'étude : - Contrôle-commande nucléaire (2 systèmes élémentaires d'une centrale "légo" fourni par EDF).- Systèmes Flexibles de Production

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

L’objectif de ce module est d’une part, d’apprendre à modéliser, contrôler et dimensionner les principales structuresde puissance permettant d’améliorer la qualité des microgrids d’énergie électrique alternatifs (THD tension et courant,plan de tension, fréquence, déséquilibre de charge, déséquilibre de tension) à l’aide de convertisseurs d’électroniquede puissance (STACOM, FACTS, filtres actifs série parallèle). D’autre part ce cours permettra d’analyser la stabilitédynamique des microgrids DC et AC. Après avoir détaillé la modélisation de ce type de système, deux outils serontmis en oeuvre à savoir la spectroscopie d’impédance et l’approche d’état pour l’analyse de la stabilité et la stabilisationactive des microgrids

Compétences acquises

Savoir modéliser, dimensionner et mettre en oeuvre les systèmes électriques permettant d’améliorer la qualitéréseau et de garantir leur stabilité dynamique.

Prérequis

Electronique de puissance B4, réseau B1

Evaluation

Note 1 = Note des TP1&2 - filtrage actifNote 2 = Note des TP2&3s - stabilitéNote 3 = Note examen (ou projet)Note finale = 0.3*Note 1 + 0.2*Note 2 + 0.5* Note 3

Programme pédagogique

Les différents points abordés sont :Filtrage actifs dans les microgrids AC (4h CM, 4h TP1).FACTS-STACOM (2h CM, 4TP2)Stabilité – Stabilisation des microgrids (8h CM, 8h TP3&4)TP1 : mise en oeuvre expérimentale d’un filtre actif sur un microgrid ACtriphaseéTP2 : Contrôle du plan de tension sur les microgrids AC.TP3&4 : Etude par simulation numérique d’un microgrid DC : analyse de stabilité et stabilisation, puis validationexpérimentale.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 2
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

L'objectif de ce module est de modéliser, dimensionner et mettre en oeuvre des architectures de micro-réseauxélectrique usuelles associées à des algorithmes de gestion d'énergie de différentes natures. Les contraintes desdifférentes sources et éléments de stockage sont prises en compte pour limiter le vieillissement du système. Pourles micro-réseaux distribués, l'approche hiérarchique comprenant les niveaux de contrôle primaire, secondaire ettertiaire est introduite.

Compétences acquises

Savoir modéliser, dimensionner et mettre en oeuvre des microgrids AC et DC avec leur système de gestionénergétique (EMS : Energy management System).

Prérequis

Tronc commun + modules B4 « Structures d'électronique de puissance avancée pour les applications stationnaireset embarquées » et B1 « Réseaux d'énergie » du semestre 8.

Evaluation

Examen théorique et évaluation des rapports associés au projet et TP.

Programme pédagogique

Les différents points abordés sont :1. Gestion centralisée des microgrids (10h CM, 2h TD).Afin d'obtenir des sources d'énergie électrique distribuées, réversibles, associant une forte autonomie à un hautniveau de puissance, l'association de sources électriques et d'éléments de stockage de natures différentes estnécessaire. La gestion de l'énergie entre ces différents éléments fait appel à des algorithmes de nature généralementcentralisée prenant en compte les contraintes des différentes sources. Elles alimentent localement un ensemble decharges et peuvent inclure si nécessaire un dispositif de raccordement à un autre réseau électrique DC ou AC.2. Gestion décentralisée et distribuée des microgrids (6h CM, 4h TP)L'association de différents générateurs distribués via un réseau électrique AC ou DC constitue un micro-réseaudistribué. La gestion de l'énergie entre les différents générateurs distribués utilise des algorithmes généralementdécentralisés ou distribués par nature, et sont contrôlés à l'aide de données locales ou d'échanges de données grâceà un réseau de communication à bas débit. Les stratégies de contrôle hiérarchique et les méthodes de filtrage defréquence sont également détaillées. Pour les micro-réseaux distribués, l'approche hiérarchique comprenant lesniveaux de contrôle primaire, secondaire et tertiaire est introduite.Projet (8h) : Mise en oeuvre expérimentale d'un microgrid DC pour les applications avioniquesTP (4h) : Etude par simulation numérique de la Gestion centralisée et distribuée des microgrids AC.

EC 9JENRJ60	Modélisation analytique et optimisation des machines électriques	UE 9JUNRJ06 9-06 Machines Électriques (modélisation & conception)	D. Netter
Volume horaire total : 30 Volume horaire cours magistraux (CM) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 30			
Objectifs du module			
Ce module a pour objectif de proposer une méthodologie de dimensionnement analytique d’une machine électrique. Une fois le modèle construit, il sera complété par un processus d’optimisation qui permettra de répondre à un cahier des charges de conception (par exemple, trouver les dimensions de la machine permettant de minimiser la masse pour un point de fonctionnement donné). Nous mettrons en place une pédagogie par projet où le travail en équipe et l’autonomie sera fortement valorisé.			
Compétences acquises			
Les compétences acquises à la suite de ce module : • Savoir analyser des documents techniques pour le calcul des paramètres du schéma électrique équivalent de la machine asynchrone. • Savoir construire un outil de dimensionnement (Matlab ou Python) à partir de formules analytiques et concevoir une interface graphique conviviale. • Poser un problème d’optimisation pour trouver une configuration de machine répondant à un cahier des charges.			
Prérequis			
Machines électriques S6 et S7, Électrotechnique générale S5.			
Evaluation			
Pas d’examen final. Il sera demandé des livrables (programme de dimensionnement, manuel d’utilisation, documentation technique et 1 devis). Les pages des documents seront nominatives afin d’individualiser l’évaluation.			
Programme pédagogique			
Travaux pratiques 30h TP21 h de TP pour l’établissement du modèle analytique. 9 h de TP pour l’optimisation de la machine.			

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 16
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 14

Objectifs du module

Ce module est consacré à la modélisation numériaue et conception des machines électriques avec un accent mis sur lestechniques numériques basées sur la méthode des éléments finis. Une part importante est dédiée aux techniquesde bobinages des machines à courants alternatif. Un travail en mode projet est mis en place sous forme d’un projetde dimensionnement et conception d’une machine électrique (bureau d’étude).

Compétences acquises

Les compétences acquises à la suite de ce module :• Bobinage des machines à courant alternatif• Prédimensionnement et conception des machines• Modélisation numérique par éléments finis – Logiciel libre et logiciel commercial

Prérequis

Machines électriques S6 et S7, Électrotechnique générale S5

Evaluation

• Examen écrit• Travail en mode projet : Rapport de dimensionnement de machine pour un cahier des charges individuel

Programme pédagogique

Cours 16hBobinage des machines à courant alternatifTechniques de modélisation numériques des machines (Synchrone et Asynchrone)Prédimensionnement et conception des machines à aimants permanentsInitiation à un logiciel commercial (FluxMotor)Travaux pratiques 14h TPTP 1 (2h) : Conception et simulation des bobinagesTP 2, 3 et 4 (3 fois 3h) : Initiation à FluxMotor et Machine synchrone à aimants permanentsTP 5 (3h) : FluxMotor : Machine Asynchrone (FluxMotor et FEMM)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12

Objectifs du module

L’objectif du module est d’étudier des structures d’association machines électriques, électronique de puissance à hautes disponibilités. Il s’agit de structures fiables et / ou tolérantes aux défauts. Les modèles de ces systèmes en mode de fonctionnement normal et dégradé (en présence défauts) sont présentés. On retrouve ces structures notamment dans les gouvernails d’avion, dans les éoliennes offshore, dans les pompes immergées (subsea), véhicule hybride, les moteurs de Navire, les moteurs de Sous-Marins

Compétences acquises

Connaître les structures et les architectures d’alimentation des machines polyphasées et multi-étoiles selon leurs applications dans les systèmes embarqués et dans les systèmes de génération d’énergie électrique. Etudier le contrôle de couple et des courants de ces machines en mode normal et en modes dégradés suite à un défaut. Comprendre le fonctionnement des structures de conversion électromécanique tolérantes aux défauts dans leur mode de fonctionnement en mode normal et en mode de défaut. Quelques sociétés mettant en oeuvre ces compétences : SAFRAN, GE, Valéo, Garrett, IFP Energies Nouvelles, Naval Group....

Prérequis

Machines électriques en S6 et en S7 ; Electronique de puissance en S6 et en S7 et UE A2 du S8

Evaluation

Evaluation de compte rendu de projet et examen

Programme pédagogique

CM Commande « 120° » Etude et modélisation des machines électriques polyphasées et multi-étoile
Structure d’alimentation et de commande des machines polyphasées et multi-étoile
Stratégie de contrôle des entraînements électriques tolérants aux défauts en modes normal et dégradés (en présence défauts de machines électriques et d’électronique de puissance)
Projet Mise en oeuvre d’un système de conversion électromécanique polyphasé tolérant aux défauts en mode normal et mode de défaut (mode dégradé).

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

L’objectif du module est d’étudier les conséquences des principaux défauts que peuvent subir les systèmes deconversion électromécanique (électronique de puissance et machines électriques), ainsi que les méthodes qui permettent de les détecter (et d’assurer le passage en mode de fonctionnement dégradé).On retrouve ces méthodes de détection notamment dans les gouvernails d’avion, les éoliennes offshore, les pompesimmergées (subsea), les moteurs de Navire...

Compétences acquises

Connaissance des modèles des machines et des convertisseurs d’électronique de puissance en présence de défaut.Connaissance des différentes signatures de défaut des machines électriques alternatives et application au passageen mode de fonctionnement dégradé.Mise en oeuvre d’une commande en cas de panne du capteur mécanique.Quelques sociétés mettant en oeuvre ces compétences : SAFRAN, GE, Garrett, IFP Energies Nouvelles, NavalGroup

Prérequis

Machines électriques en S6 et en S7 ; Electronique de puissance en S6 et en S7 et UE A2 du S8

Evaluation

Evaluation de compte rendu de TP et de projet et examen

Programme pédagogique

CM
Etude et modélisation et détection des machines électriques en présence de court-circuit inter-spires statoriques.
Etude et modélisation et détection de défaut d’un onduleur triphasé.
Etude et de la commande des Machines Synchrones à aimants permanents en cas d’absence ou de panne du capteur mécanique.
Etude de cas industriel de mise en oeuvre de détection de défaut de machines électriques
TP
Mise en oeuvre de la commande des Machines Synchrones à aimants permanents en cas d’absence ou de panne du capteur mécanique.
Projet
Etude et mise en oeuvre et détection de défaut d’une chaîne de conversion électromécanique, le projet pourra être couplé avec l’EC : Bloc B15-S9-1

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 22
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

La conversion statique de l'énergie électrique repose sur la mise en œuvre de composants électroniques de puissance, et relève donc d'une connaissance détaillée des principes de fonctionnement de ces dispositifs, de leurs contraintes, de leurs limites. L'objectif de cet EC est de transmettre aux étudiants cette connaissance nécessaire à la conception et au dimensionnement des convertisseurs statiques, d'appréhender les technologies actuelles (à base de silicium), et les technologies du futur (matériaux semiconducteurs à grand gap, SiC et GaN notamment).

Compétences acquises

Eléments de connaissance sur les composants semiconducteurs de puissance, requis pour la conception d'un convertisseur d'électronique de puissance :- Connaissance des comportements statique et dynamique des principaux interrupteurs semiconducteurs de puissance- Evaluation des contraintes électriques et des pertes des composants d'un système de puissance- Mise en œuvre des composants semiconducteurs de puissance, en particulier des transistors à grille

Prérequis

Outils pour l'électricité et l'électronique (S5)Electronique de puissance (S6 et S7)

Evaluation

- Examen écrit de deux heures sans documents - coefficient 1/2- Compte-rendu de TP - coefficient 1/2

Programme pédagogique

Cours : 22 heures- Physique des semiconducteurs : à l'équilibre thermodynamique, hors équilibre thermodynamique- Fonctions semiconductrices de base : tenue en tension, modulation de résistivité, commande par la grille, effet transistor MOSFET- Principes de fonctionnement des principaux composants semiconducteurs de puissance : structure, schéma équivalent, caractéristique statique, comportement dynamique- Environnement : encapsulation, cellule de commutation, commande, refroidissement- Modélisation sous SaberTravaux pratiques : 8 heures- Etudes expérimentales du fonctionnement d'un transistor de puissance (transistor MOS de puissance ou transistor bipolaire à grille isolée)- Caractéristiques statiques : tracé des caractéristiques V-I, mesure de la résistance interne, mesure de la tension seuil de mise en conduction. Influence de la tension de grille, de la température, de la technologie (Si, SiC)- Formes d'onde en commutation : identification et durée des phases de commutation, pertes dynamiques, influence de la commande (sur la rapidité, les pertes, les surtensions, le recouvrement de la diode associée au transistor), influence du câblage, mesure de l'inductance parasite

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

Les convertisseurs d’électronique de puissance sont indispensables pour de nombreux systèmes du quotidien (transports, énergie renouvelable, alimentation...) et les semi-conducteurs de puissance en constituent l’élément de base. Les progrès technologiques (rapidité de commutation, fréquence de découpage...) permettent d’accroître fortement leur densité volumique d’énergie avec un excellent rendement.En contrepartie ces convertisseurs sont à l’origine de pollutions électromagnétiques croissantes (perturbations conduites, harmoniques, champ rayonné) incompatibles avec les normes et peuvent aussi exciter des modes de résonances dans les chaînes de tractions. Des méthodes préventives et curatives existent (blindage, filtrage, commande), ce cours en est l’objet.

Compétences acquises

A l’issue de ce cours, les étudiants auront acquis les éléments de connaissance requis pour prendre en compte les phénomènes CEM en amont de la conception d’une chaîne de conversion. appréhender (origine et manifestation) et formaliser les phénomènes CEM (mise en équations),représenter les convertisseur d’électronique de puissance en tenant compte des phénomènes hautes fréquences,suggérer une solution contre les perturbations conduites

Prérequis

Electronique de puissance S6 et S7

Evaluation

Examen écrit sans documents - coefficient 1/2Compte-rendu des projets - coefficient 1/2

Programme pédagogique

Cours 1 (7heures) : CEM pour les dispositifs DC/DC (Matthieu Urbain)1. Cas d’étude : le hacheur série réel et ses imperfections hautes fréquences1.1. origines et manifestations des imperfections1.2. propagation des harmoniques dans l’environnement1.3. modèle hautes fréquences de la cellule de commutation2. Le dispositif RSIL2.1. définition du mode commun et du mode différentiel2.2. les normes CEM2.3. acquisition des perturbations grâce au RSIL3. Etude d’un filtre CEM commercialisé3.1. constitution du filtre et mise en équations3.2. comportement fréquentiel et atténuation attendueCours 2 (7 heures) : CEM pour les dispositifs AC (Thierry Boileau)1. Physique des circuits électriques en hautes fréquences (limite de l’ARQS)2. Modélisation hautes fréquences des circuits bobinés3. Modélisation d’une machine électrique triphasée en hautes fréquences à l’aide de ses impédances de mode commun et de mode différentiel 4. Filtrage des perturbations électromagnétiques conduites dans les associations convertisseurs machines électriques triphaséesTravaux pratiques : 16 heuresTP1. Etude d’un filtre de modes commun et différentiel pour hacheur • Formes d'ondes en commutation,• Acquisition des perturbations de modes commun et différentiel• Influence de la commande,• Mesure de l’atténuation et comparaison à l’attenduTP2. Projet "Etude de la réponse fréquentielle et temporelle d’une bobine en haute fréquence"TP3. Projet "Dimensionnement de filtres de mode commun et de mode différentiel pour une charge triphasée"

EC 9JENRJ90	Stockage électrochimique de l'énergie électrique	UE 9JUNRJ09 9-09 Systèmes de stockage électrique	M. Hinaje
Volume horaire total : 30 Volume horaire cours magistraux (CM) : 18 Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0 Volume horaire travaux dirigés (TP) : 12			
Objectifs du module			
La production d'énergie électrique se diversifie, et s'oriente peu à peu vers des sources primaires renouvelables,dont le déploiement à grande échelle nécessitera de gérer l'intermittence de ces sources par des solutions destockage de l'énergie électrique. Le domaine des transports, et notamment celui des véhicules particuliers, va versune électrification croissante, avec là encore la nécessité de recourir au stockage de l'énergie électrique			
Compétences acquises			
Savoir modéliser, caractériser et dimensionner des systèmes de stockage électrochimique de l'électricité(supercondensateurs, batteries) et de dispositifs relevant du vecteur hydrogène (piles à combustible etélectrolyseurs).			
Prérequis			
Aucun			
Evaluation			
Compte-rendu de TP			
Programme pédagogique			
L'objectif de cet EC est de transmettre aux étudiants les bases théoriques nécessaires et préalables à la conception,au dimensionnement et à la gestion des systèmes de stockage électrochimique de l'énergie électrique, dont la miseen oeuvre est envisagée tant dans les réseaux électriques que pour le domaine de la mobilité. L'accent sera mis surles principes généraux de fonctionnement, la modélisation physique (pour la connaissance du fonctionnement intimeet des limites associées) et la modélisation globale (pour la gestion énergétique et l'estimation in-situ) des batteries(technologies lithium-ion, notamment), des supercondensateurs, et des dispositifs relevant du vecteur hydrogène,piles à combustible et électrolyseurs.- Notions de base en électrochimie : couche double électrique, réaction redox, potentiel d'électrode, cinétiqueélectrochimique et surtensions d'électrodes, transport de charges et de matière, impédances de diffusion- Accumulateurs électrochimiques : définitions, principes, technologies de batteries (acide plomb, alcalines, lithiumion),batteries du futur- Batterie lithium-ion : principes, technologies, modélisation physique, modélisation globale, état de charge, de sante,de fonction- Pile à combustible et système pile : technologies de piles, pile PEM : principe de fonctionnement, constitution,comportement statique et dynamique, modélisation physico-chimique, modélisation externe- Supercondensateurs : principe, technologies, modélisation physique, modélisation externe, applications et mise enoeuvreTP1 : Modélisation d'une batterie lithium-ionTP2 : Caractérisation de supercapacitésTP3 : Caractérisation d'une source hybride pile à combustible-supercapacités.Mots-clés : stockage électrochimique, batteries, supercapacités, hydrogène			

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 16

Objectifs du module

L'objectif de cet EC est de permettre aux étudiants de maîtriser les structures de conversion servant d’interface entre les systèmes de stockage et les réseaux d’énergie DC ou AC. La modélisation intégrera les éléments parasites comme les inductances dans les structures multi enroulements, la capacité parasites interspires, les résistances EsR, les pertes fer dans les circuits magnétiques, les commutations des semi-conducteurs.

Compétences acquises

Savoir modéliser, dimensionner et mettre en oeuvre des convertisseurs statiques en intégrant les éléments parasites

Prérequis

Electronique de puissance S7

Evaluation

Note 1 = Note des TP1&2&3&4
Note 2 = Note examen (ou projet)
Note finale = 0.4*Note 1 + 0.6*Note 2

Programme pédagogique

Seront étudiés dans ce module :- la conversion AC/DC de forte puissance pour les applications faible tension - fort courant DC- la conversion DC/DC isolée avec intégration des éléments parasites : seront notamment étudiées les structures isolées quasi-résonantes, les circuits de clamping passifs et actifs, les topologies Dual Active Bridge, multi ports, current fed isolated converter, ainsi que le principe des convertisseurs à puissance partielle et les structures de puissance permettant l'équilibrage des cellules de batteries (BMS) Le plan du cours est le suivant :
1. Conversion AC/DC abaisseur de forte puissance (2h CM, 4h TP).
2. Convertisseurs isolés (12h CM, 12h de TP)
TP1 : Etude par simulation numérique d’un convertisseur triphasé AC DC abaisseur
TP2 : Dimensionnement et mise en oeuvre d'une alimentation à découpage avec circuit de clamping actif
TP3 : Simulation numérique d’un convertisseur isolé de type current fed isolated DC DC converter
TP4 : Etude, dimensionnement et simulation numérique d’un convertisseur utilisé dans un BMS (Battery management System)

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Ce module a pour objectif de décrypter les éléments clés d’une simulation “Power Hardware-In-the-Loop” (P-HIL)avec la présentation d'outils de simulation qui permettent d’intégrer des dispositifs physiques (contrôle/commandeet/ou actionneur) dans une boucle de simulation par l’intermédiaire de signaux faibles issus de capteurs (courant,tension, vitesse...). On insistera sur la mise en oeuvre expérimentale et la compréhension de la méthodologie P-HILau travers de TPs. Cet EC a pour objectif l’acquisition des notions essentielles qui peuvent être approfondies avecl’EC Projet P-HIL (B18-S9-2).

Compétences acquises

Modélisation et exploitation de modèles des systèmes testés et/ou de leur environnementInstrumentation et mesuresPlanification et mise en place d'essais avec la méthode P-HIL visant à valider :-Le bon fonctionnement des appareillages testés ou encore de leurs réglages et lois de commande.-La vérification du comportement d’un modèle au travers une campagne de mesures ciblées.

Prérequis

Aucun prérequis.

Evaluation

Modalité d’évaluation : Comptes rendus de TP individuels, pas d'examen final.

Programme pédagogique

Aucun prérequis Cours 10h :• Introduction aux outils et techniques de simulations existants (notamment dSPACE).• Mise en place d'un outil de simulation P-HIL : Décryptage des étapes clés.Travaux pratiques 20h TP :• Contenu : 5 TP de 4h.• TP1 : Introduction au P-HIL : Couplage simulation et dispositifs physiques simples.• TP2 : Systèmes triphasés et mesure/acquisition/intégration de signaux analogiques.• TP3 : Qualité de l’énergie électrique et analyse de puissance pour les réseaux électriques.• TP4 : Appareillage de protection, choix, réglages et vérification.• TP5 : Détection des défauts dans les convertisseurs, application énergies renouvelables.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Ce module a pour objectif de mettre en application l’ensemble des éléments aborder dans l’EC1 (B18-29-1) avec lamise en place des outils de simulation “Power Hardware-In-the-Loop" (P-HIL) dans le cadre d’un projet tutoré (àréaliser en groupe). Les sujets sont évolutifs, semi-ouverts et sont à définir avec les enseignants du département degénie électrique en début de session. Ces derniers feront appel aux connaissances acquises par les élèves dansleurs cursus antérieurs. Il est attendu que les élèves mettent en place des méthodes et des outils de gestion de projetpour planifier et préparer au mieux leur projet, intègrent des modèles de simulations et procèdent à l’instrumentationdes appareillages à tester, en vue de réaliser leurs essais avec la méthode P-HIL.

Compétences acquises

Les compétences acquises à la suite de ce module viennent compléter celle de l’EC1:+Modélisation et exploitation de modèles des systèmes testés et/ou de leur environnement.+Instrumentation et mesures des appareillages.+Planification et mise en place d'essais avec la méthode P-HIL visant à valider :-Le bon fonctionnement des appareillages testés ou encore de leurs réglages et lois de commande-La vérification du comportement d’un modèle au travers une campagne de mesures ciblées et définies à l’avance.+Utilisation de méthodes et d’outils de gestion de projet.

Prérequis

Aucun prérequis.

Evaluation

Modalité d’évaluation : Cahier des charges, compte-rendu de projet, évaluation individuelle par présentation oralede l'avant-projet et du projet, pas d'examen final.

Programme pédagogique

TD 10h :• Préparation et analyse du projet (aspects techniques et pratiques)• Application des outils de gestion de projetCes étapes permettent de prendre connaissance du projet, d’en assurer l’organisation dans le groupe, d’en garantirle suivi et la réorganisation selon son évolution.Travaux pratiques 20h TP : Réalisation du projet.

Volume horaire total : 25
Volume horaire cours magistraux (CM) : 25
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

À la croisée de la mécanique des fluides et de la thermodynamique, ce domaine explore des phénomènes complexes mais essentiels dans de nombreux secteurs de pointe. Vous découvrirez comment ces écoulements interviennent dans l’aérodynamique des avions, le fonctionnement des moteurs (turboréacteurs, propulseurs, moteurs-fusées), ou encore dans les grandes infrastructures énergétiques. Les enjeux de la conversion d’énergie y seront également abordés, en particulier ceux liés à l’utilisation de carburants décarbonés, la formation des polluants, les bases de la combustion, à travers l’étude des flammes laminaires et des flammes de prémélange.

Compétences acquises

- Savoir calculer un écoulement compressible (y compris avec onde de choc) avec une théorie simplifiée.- Etre capable de calculer un écoulement compressible en conduite avec perte de charge ou transfert de chaleur.- Connaître les bases du fonctionnement et du calcul des turbomachines aéronautiques- Connaître les nouveaux carburants/combustibles (hydrogène, biomasse, ammoniac)- Maîtriser les bases de la thermochimie de la combustion, les bases de la théorie des flammes- Connaître les principaux polluants issus de la combustion et leur mécanismes de formation

Prérequis

Bases de mécanique des fluides (domaine incompressibles), bases de thermodynamique (1er et 2ème principe)

Evaluation

- Exercices à rendre par groupe de travail- Mini projet avec rapport et exposé oral

Programme pédagogique

Le cours adopte un format hybride combinant des séances en ligne préenregistrées, à suivre à votre rythme, et des séances en présentiel centrées sur l’échange, la clarification des concepts et la mise en pratique. Les notions fondamentales seront introduites en amont, accompagnées d’exercices à préparer, dont la correction et la discussion auront lieu en classe. Vous explorerez les bases des écoulements compressibles : nombre de Mach, compressibilité des gaz, vitesse du son... Ces notions clés permettront d’aborder une première modélisation : la théorie unidimensionnelle des écoulements compressibles, incluant les cas avec ou sans pertes de charge ou transferts de chaleur. La modélisation des ondes de choc normales sera également traitée, ce qui vous permettra de comprendre la transition entre régimes supersonique et subsonique. Les concepts seront appliqués au contexte des turbomachines aéronautiques, offrant une illustration concrète et une transition naturelle vers la thématique de la conversion de l’énergie par combustion. Les bases de la thermochimie nécessaires à la compréhension des phénomènes de combustion seront introduites, ainsi qu’un aperçu des nouveaux carburants décarbonés ou neutres en carbone. Le cours abordera également la formation des polluants issus de la combustion, en particulier les gaz à effet de serre. Enfin, les fondements de la théorie des flammes — en régime de prémélange et de diffusion — viendront clore le cours.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 6

Objectifs du module

Ce cours est centré principalement autour de la notion d'interface entre deux fluides (bien que les interfacesfluides/solides soient également évoqué). Il s'agit ici de détailler la notion de tension interfaciale, de son originemicroscopique à son interprétation macroscopique. Les applications sont ici la notion de mouillage ou la forme desgouttelettes. La modélisation des écoulements multiphasiques est ensuite abordée en étendant la notion de bilanintégrale vue en première année aux cas multiphasiques. On en déduit la notion de "condition de saut" à l'interfacequi sera essentiel pour aborder la modélisation des changement de phase.

Compétences acquises

Tension de surface et tension interfacialeModélisation théorique des écoulements multiphasiquesModélisation numérique des écoulements multiphasiques

Prérequis

Mécanique des fluides de première année.Méthodes des volumes finis

Evaluation

L'évaluation est faite via la remise d'un rapport de bureau d'étude sur le calcul analytique et numérique avec le logicielFluent de l'instabilité de Kelvin-Helmholtz.

Programme pédagogique

Le cours se découpe en six parties1- Notion de tension de surface2- Equation de bilan en multiphasique3- Condition de saut aux interfaces4- Modélisations macroscopiques des écoulements multiphasiques (Eulerienne, Eulerienne/Eulerienne,Eulerienne/Lagrangienne)5- Méthodes numériques:a) méthode des volumes finis (rappel)b) méthode VOF/PLIC de suivi de l'interfacec) méthode CSF Continuum Surface Force (CSF) de discrétisation des forces interfaciales6- Cartes d'écoulement et pertes de charge en multipasiquesTP (2x3h): Instabilité de Kelvin-Helmholtz et apparition de vagues sur une interface cisailée. Théorie et calculs CFDavec Fluent.

Volume horaire total : 15
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 5

Objectifs du module

La modélisation de la turbulence est essentielle pour comprendre et prédire les écoulements complexes rencontrés dans de nombreuses applications industrielles. Elle permet d’optimiser les performances des systèmes tout en réduisant les coûts liés aux essais expérimentaux grâce aux simulations numériques. Dans des secteurs comme l’aéronautique, l’énergie ou l’automobile, elle aide à concevoir des équipements plus efficaces et durables. Objectifs du cours : Acquérir les bases de la turbulence, connaître les principaux modèles (RANS, LES...), savoir les appliquer à des cas industriels et interpréter les résultats pour guider la conception.

Compétences acquises

Compréhension des phénomènes turbulents Maîtrise des modèles de turbulence et de leurs domaines d’application. Utilisation d’outils de simulation : Compétence dans l’utilisation de logiciels de calcul (CFD) pour simuler des écoulements turbulents en contexte industriel. Analyse critique des résultats : Aptitude à interpréter les résultats des simulations, à évaluer leur fiabilité et à en tirer des conclusions pertinentes.

Prérequis

Mécanique Appliquée (S6), UE Mécanique des fluides pour l'ingénieur (S8), UE Modélisation & Simulation numérique en Thermique, Mécanique des Fluides et Solides (S8)

Evaluation

Rapport sur le projet TP sous Fluent

Programme pédagogique

Modèles de turbulence RANS (k-ε, k-ω), LES, DNS, limites et comparaisons Dispersion turbulente (polluants, chaleur, espèces chimiques) Simulation numérique (CFD) Outils de simulation, maillage, implémentation des modèles Projet / TP appliqué Étude de cas complète avec simulation, analyse et rapport

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

L'objectif de ce cours consiste à donner aux ingénieurs ENSEM les compétences nécessaires pour connaître lestechniques de récupération de la chaleur fatale développée à l'heure actuelle dans le milieu industriel.Un accent fort est mis sur les méthodes de dimensionnement des échangeurs de chaleur, omniprésent dansl'industrie. On parlera principalement des échnageurs monophasiques mais une brève extension des méthodesexposées aux cas important des condenseurs et des évaporateurs concluera cette partie.La récupération de chaleur fatale sera abordée (contexte global, méthodologie et technologies).

Compétences acquises

Dimensionner un échangeur de chaleur, choix de la méthode, ordre de grandeur.Introduction aux échangeurs avec changement de phase (évaporateurs, condenseurs).Connaissance des sources de chaleurs fatales, des technologies de récupération et des méthodologies decomparaison et d'évaluation.

Prérequis

Mécanique des fluides (fondamentale, turbulence et couche limite...etc.).Transferts thermiques (couche limite thermique, température de film...etc.)Thermodynamique fondamentale

Evaluation

L'évaluation est faite pour la partie échangeur via un examen final auquel s'ajoute un rapport de bureau d'étude.L'évaluationde la partie récupération de la chaleur fatale consiste en la remise d'un rapport projet.

Programme pédagogique

changeur de chaleur (N. Rimbart)1- Dimensionnement des échangeurs co-courant et contre-courant par la méthode NUT et DTLM2- Corrélations utiles en transfert de chaleur dans les échangeurs3- Extension de la méthode NUT et DTLM aux autres configurations d'échangeur4- Cas des évaporateurs et des condenseursRécupération de la chaleur fatale (F. Lemoine)1- Le vecteur chaleur dans le monde2- Méthodologie d'évaluation des gisements de chaleur fatale, notions d'exergie3- Les technologies de récupétration de la chaleur fatale à différents niveaux de température4- Un exemple : la cogénération nucléaire

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Cet EC a pour objectif de présenter les particularités des transferts de masse et de chaleur dans des milieux poreux. L'approche plutôt "physique", permettra une description aussi simplifiée que possible des mécanismes d'écoulement et de dispersion. Le contenu du cours nous conduira à analyser des cas concrets industriels.

Compétences acquises

- Décrire un milieu poreux, - Modéliser un problème d'écoulement dans un milieu poreux, - Analyser des résultats expérimentaux, - proposer des méthodes de caractérisation.

Prérequis

Mécanique des fluides et transferts de chaleur du S7 et S8

Evaluation

Examen sur table

Programme pédagogique

Le cours vis à appréhender les transferts de masse et de chaleur dans les milieux poreux. Pour cela le programme abordera les points suivants :- description d'un milieu poreux : porosité, tortuosité, aire spécifique.- effets capillaires : pression de Laplace, loi du Jurin, loi de Kelvin, isotherme de sorption.- Ecoulements en milieu poreux : loi de Darcy, perméabilité, dispersion hydrodynamique.- Ouverture vers les transferts couplés masse / chaleur.- Caractérisations expérimentales de milieu poreux.- Etude de cas d'applications.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

- Savoir modéliser des transferts de chaleur aux interfaces- Svoir modéliser des transferts de chaleur couplés conducto-convecto-radiatif dans des milieux participants dans des milieux denses et des milieux à fortes et faibles porosités

Compétences acquises

- Savoir étendre la notation de coefficient d'échange dans les cas instationnaires et pour des températures et flux de parois non uniformes.- Savoir modéliser des transferts couplés (conduction, convection et rayonnement) dans des milieux participants sous la forme de conductivité équivalente.- Mise en œuvre de la méthode PN sur un code de simulation numérique commercial.

Prérequis

Cours de thermique de Tronc Commun de S7

Evaluation

Contrôle continu sur la base de résultats obtenus sur des applications Matlab et FlexPDE

Programme pédagogique

Cet enseignement est composé de deux parties de 10 heures chacune.- La première concerne la modélisation des transferts aux interfaces. Il s'agit ici d'étendre la notion de coefficient d'échange de Newton dans le cas instationnaire et pour des températures et flux de paroi non uniformes. Des applications sur des cas industriels concrets seront étudiés et mis en œuvre sur Matlab.- La seconde partie concerne la modélisation des transferts couplés (conduction, convection et rayonnement) dans le cas de milieux participants et de milieux poreux à forte et faible porosité comme la mullite utilisée dans la conception de pôtes catalytiques, d'absorbeurs volumiques poreux à base de SiC utilisés dans les réacteurs de tours solaires à concentration ou encore les AZS (Alumine, Zircon et Silice) utilisées dans les absorbeurs volumiques poreux pour la récupération de la chaleur fatale dans les procédés énergivores (métallurgie, verrerie, cimenterie, ...). On s'intéressera à la modélisation de ces transferts couplés par la notion de conductivité équivalente dont on montrera le caractère non intrinsèque et la modélisation de ces transferts par la méthode PN 3D (approximation polynomiale) qui permet d'avoir un excellent compromis entre la précision des résultats et la rapidité des calculs. Ce type d'approche sera implémenté dans des codes commerciaux comme FlexPDE et COMSOL MULTIPHYSICS. Les résultats seront confrontés avec des résultats obtenus par des modèles détaillés de type ordonnées discrètes.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 20
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Ce cours est une introduction à la métrologie scientifique de pointe spécifique à la mécanique des fluides et destransferts de chaleur et de masse. Sur la base de plusieurs méthodes, les objectifs sont, d'une part, de fournir leséléments physiques et théoriques sur lesquels reposent le principe de ces méthodes et, d'autre part, de transmettreles pratiques critiques permettant d'évaluer et de choisir la/les méthode(s) expérimentale(s) adaptée(s) aux situationsd'intérêts.

Compétences acquises

A l'issue de cet enseignement, les élèves auront acquis de solides compétences théoriques sur le fonctionnementdes métrologies avancées utilisées dans l'industrie et développées dans les laboratoires pour la caractérisation destransferts. Ils seront à même de mettre au point une démarche expérimentale en choisissant les outils et méthodesadaptés ainsi que de planifier des expériences avant leur mise en œuvre pratique. Ils posséderont les outilsnécessaires à l'analyse des retours d'expérience.

Prérequis

EC Thermodynamique (S5)EC Mécanique des Fluides et Applications (S6),EC Initiation Transferts hermiques (S7)Bloc Transferts et conversion d'énergie fluide (S8)

Evaluation

L'évaluation consistera en un exposé sur une méthode au choix où seront évalués outre les aspects théoriques lesaptitudes critiques de l'élève.

Programme pédagogique

A. Introduction à la métrologie thermique et fluideB. Principes et description de quelques techniques- Méthodes de diagnostics optiques laser : PIV et LIF- Méthodes d'imagerie par résonance magnétique : RMN- Mesures de flux thermiques :Thermographie Infra Rouge- Microscopie à sondes locales : Microscope à Force Atomique (AFM) et thermique à balayage (SThM)

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Les objectifs de cet EC sont, d'une part, de mettre en pratique les compétences théoriques et les techniques abordées dans l'EC "Méthodologie pour caractériser" et d'autre part, de permettre aux étudiants de se familiariser avec des métrologies et des techniques expérimentales de pointe pour la caractérisation et la mesure de propriétés au sens large.

Compétences acquises

Les étudiants acquerront ici de solides connaissances de certaines techniques expérimentales (vélocimétrie laser, microscopie à sondes locale (AFM), résonance magnétique nucléaire, caméra infrarouge, fluorescence induite par laser) au cours de séances pratiques. La découverte de ces techniques et de leurs métrologies viendra enrichir le socle des connaissances dans les domaines de la mécanique des fluides et des transferts thermiques ainsi qu'élargir les compétences expérimentales nécessaires aux futurs ingénieurs.

Prérequis

Mécanique des fluides
Transferts thermiques
EC de Méthodologie pour caractériser

Evaluation

L'évaluation se fera sous la forme de présentation(s) orale(s) de 15/20min devant un jury composé des intervenants de cet EC.

Programme pédagogique

Cet EC se déroule sous la forme de 5 séances de 4h de Travaux Pratiques par groupe de 3 ou 4 étudiants. Chacune de ces séances se focalisera sur une des techniques abordées dans l'EC "Méthodologie pour caractériser". Le détail de chaque thématique est le suivant : - Résonance magnétique nucléaire (RMN) - Vélocimétrie Laser (PIV) - Fluorescence Induite par Laser (LIF) - Microscopie à sondes Locales (AFM/SThM) - Caméra Infrarouge.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Ce cours complète la formation en mécanique des fluides numériques en mettant l’accent sur la validation dessimulations CFD. Les étudiants apprendront à vérifier leurs résultats :- par des ordres de grandeur,- par comparaison avec des références analytiques ou expérimentales,- par l’application de bonnes pratiques de simulation (définition du cahier des charges, contrôle du maillage, testsd’invariance et analyse de convergence).

Compétences acquises

- Utiliser un outil de simulation CFD pour résoudre un problème d’ingénierie, en respectant les bonnes pratiquesnumériques.- Valider de manière rigoureuse les résultats de simulation, en s’appuyant sur des calculs d’ordres de grandeur,des comparaisons avec des données analytiques ou expérimentales,des tests de convergence et d’indépendancevis-à-vis du maillage.- Interpréter et exploiter les résultats dans une démarche d’optimisation, de diagnostic ou d’aide à la décision.

Prérequis

Mécanique des fluides appliquées (S6), Mécanique des fluides pour l'ingénieur (S8), Transfert de chaleur et demasse (S8), Méthodes des volumes finis

Evaluation

L'évaluation se fera sur la base d'une note technique à rédiger et d'un exposé oral de restitution finale

Programme pédagogique

Ce module se déroulera sous la forme d'un projet mené individuellement ou en binôme. Une liste de sujets seraproposée en résonance avec les thématiques des enseignements des autres EC de mécanique des fluides et dethermique. Une fois le sujet choisi, le groupe travaillera durant les 20 h sur la mise en œuvre numérique et larésolution du cas physique choisi sous Fluent. Une analyse critique des résultats finalisera le projet.Ce travail demandera une recherche bibliographique, la consultation de la documentatin technique de FLUENT pourétayer l'analyse des résultats obtenus.

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 8
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Les pièces et structures qui nous entourent sont avant tout constitués de matériaux, dont les propriétés effectivesdépendent de l’organisation et des propriétés de la matière à l’échelle microscopique. L’objectif de cet EC est depermettre à l’étudiant-e de faire le lien entre la microstructure d’un matériau et son comportement effectif, et de comprendre quelles sont les caractéristiques microscopiques qui lui confèrent ses propriétés. L'objectif est également de comprendre comment sélectionner le meilleur matériau pour une application donnée, ou modifier ses propriétés mécaniques en jouant sur sa composition et sa microstructure.

Compétences acquises

Cet EC permettra d'acquérir les compétences suivantes :- Apprécier le lien entre les échelles de l’atome, de la microstructure, et les propriétés mécaniques des solides ;- Savoir lire un diagramme de phase à l'équilibre des alliages et savoir prédire la microstructure correspondante ;- Savoir observer et caractériser la microstructure d’un matériau- Connaitre certaines voies d’amélioration des propriétés mécaniques de matériaux

Prérequis

Connaissances de tronc commun en mécanique des milieux continus et mécanique appliquée.

Evaluation

L'évaluation finale du module sera basée sur une évaluation écrite et sur les compte-rendus des travaux pratiques qui auront été réalisés.

Programme pédagogique

Les connaissances fondamentales liées à la science des matériaux seront abordées en cours magistral et concerneront principalement :- la classification des différentes classes de matériaux et des différents types de liaisons à l'échelle atomique dans les solides ; revue d'ensemble des propriétés des matériaux- le comportement et les caractéristiques d'un cristal parfait- les défauts dans les matériaux purs et réels, leur classification, leurs interactions- le lien entre ces caractéristiques et le comportement mécanique apparent- l'évolution de ces propriétés avec le temps et les possibilités de les améliorerLes TD porteront sur des exercices de cristallographie de base et la lecture de diagramme de phase.En TP les étudiant-e-s procèderont à l’observation sous microscope optique de matériaux ayant subi différents traitements thermiques (mises en étuve et trempes) et pourrons mesurer leurs propriétés mécanique (dureté, Energie de rupture, limite élastique) à l’aide des machines d’essai mise à leur disposition

Volume horaire total : 40
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Dans la plupart des applications industrielles (aéronautique, transport, stockage, construction mécanique, ...), on cherche à optimiser les propriétés mécaniques des structures et/ou à anticiper leur comportement mécanique ou leur durée de vie. Il s'agit dans cet EC de donner des bases solides pour appréhender les différents types de comportements mécaniques offerts par les matériaux d'usage courants, en allant de leur caractérisation jusqu'à la modélisation mathématique de ce comportement en vue d'alimenter des simulations numériques permettant de prédire et améliorer le comportement mécanique des structures étudiées, en s'appuyant notamment sur des modules dédiés à l'optimisation des structures.

Compétences acquises

Cet EC permettra d'acquérir les compétences suivantes :- Caractériser le comportement mécanique d'un matériau- Comprendre et classifier les différents comportements mécaniques- Prédire et simuler ces principaux comportements - Prédire la durée de vie d'une pièce ou d'une structure- Comprendre les spécificités du comportement des matériaux composites

Prérequis

Connaissances de tronc commun en mécanique des milieux continus et mécanique appliquée.

Evaluation

L'évaluation finale du module sera basée sur une évaluation écrite et sur les compte-rendus des travaux pratiques qui auront été réalisés.

Programme pédagogique

Les nombreuses notions abordées durant cet EC se feront à travers l'apprentissage de concepts fondamentaux, la mise en application en TD autour de problématiques concrètes, et l'acquisition de savoir-faire techniques dans le cadre de travaux pratiques expérimentaux ou numériques. Les connaissances fondamentales liées au comportement mécanique des matériaux seront abordées en cours magistral et concerneront principalement :- comportement élastique isotrope et hyperélastique- comportement plastique- comportement viscoélastique- concentration de contraintes et durée de vie- cas particulier du comportement élastique anisotropie : applications aux composites- l'élaboration et le comportement des principaux types de matériaux composites Les TD porteront sur des exercices dimensionnement de pièces ou de structures montrant différents types de comportements mécaniques et le calcul de leur durée de vie. En TP les étudiant-e-s auront l'occasion d'observer certains de ces comportements mécaniques à l'aide des machines d'essai mise à leur disposition, et de transposer leurs connaissances dans des codes de calculs afin de simuler le comportement mécanique de pièces ou de structures.

Volume horaire total : 14
Volume horaire cours magistraux (CM) : 14
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Programme pédagogique :- Interaction rayonnement / matière (1h)- Principes de la radioprotection (3h)- Réglementation du nucléaire et de ses acteurs (ASN, IRSN) (2h)- Accidents nucléaires (3h)- Positionnement et avenir de la filière, modèle économique (2h)- Nucléaire et éthique (3h)

Volume horaire total : 28
Volume horaire cours magistraux (CM) : 28
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Programme pédagogique :- Organe d'une centrale (4h)- Matériaux (3h)- Elaboration et fabrication (6h)- Conduite et pilotage (8h)- Sureté de fonctionnement (7h)- Visite Cattenom

Volume horaire total : 18
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Programme pédagogique :- Energétique (6h)- Electrique (6h)- Numérique (6h)

Volume horaire total : 35
Volume horaire cours magistraux (CM) : 22
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 13

Objectifs du module

L'objectif de ce cours consiste à donner aux ingénieurs ENSEM les compétences nécessaires pour connaitre lestechniques de récupération de la chaleur fatale développée à l'heure actuelle dans le milieu industriel.Un accent fort est mis sur les méthodes de dimensionnement des échangeurs de chaleur, omniprésent dansl'industrie. On parlera principalement des échangeurs monophasiques mais une brève extension des méthodesexposées aux cas important des condenseurs et des évaporateurs conclura cette partie.

Compétences acquises

Dimensionner un échangeur de chaleur, choix de la méthode, ordre de grandeur.Introduction aux échangeurs avec changement de phase (évaporateurs, condenseurs).

Prérequis

Mécanique des fluides (fondamentale, turbulence et couche limite...etc.).Transferts thermiques (couche limite thermique, température de film...etc.)Thermodynamique fondamentale

Evaluation

L'évaluation est faite pour la partie échangeur via un examen final auquel s'ajoute un rapport de bureau d'étude etune note de TP Matlab et les notes de TP en salle de thermique.

Programme pédagogique

Echangeur de chaleur (N. Rimbert)1- Introduction aux échangeurs de chaleur2- Dimensionnement des échangeurs co-courant et contre-courant par la méthode NUT et DTLM3- Corrélations utiles en transfert de chaleur dans les échangeurs4- Extension de la méthode NUT et DTLM aux autres configurations d'échangeur5- Modélisation numérique d'un échangeur de chaleur avec Matlab6- Cas des évaporateurs et des condenseursTrois TP en salle de thermique sont prévus (échangeur co-courant et contre-courant, échangeur à courants croisés et efficacité d'une ailette)

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 20

Objectifs du module

Savoir dimensionner de façon optimale des systèmes du Génie Électrique d’un point de vue énergétique etéconomique.

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Bases d’électricité et d’électromagnétisme de S5, bases d’analyse numérique de S6.

Evaluation

Etude de cas et mise en situation pour étudier et dimensionner des dispositifs énergétiques

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 18
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 4
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 8

Objectifs du module

Introduire les normes en vigueur pour les réseaux électriques. Proposer des modélisations des constituants des réseaux, et mettre en œuvre tous les dispositifs nécessaires permettant de garantir la qualité réseau (respect des normes). Les chaînes de conversion permettant l'injection d'énergie sur le réseau à partir d'énergie renouvelable (installations photovoltaïque et éolienne) ainsi que les contraintes réglementaires qui leur sont imposées seront étudiées.

Compétences acquises

Les apprentis auront des compétences en modélisation des réseaux, sur les chaînes de conversion associées à l'énergie renouvelable et sur les principaux constituants des réseaux électriques

Prérequis

Réseaux d'énergie électrique 1&2

Evaluation

Note 1 = note du test 1
Note 2 = note de projet
Note 3 = moyenne des notes de TP
Final grade = 0.3*note 1+0.4*note 2+ 0.3*note 3

Programme pédagogique

- Qualité des réseaux d'énergie électrique : évaluation du respect des normes actuellement en vigueur, notion de filtrage actif dans les réseaux (réglage des puissances active et réactive, les FACTS et les STATCOM seront présentés)
- chaîne de conversion photovoltaïque : modélisation des cellules/panneaux photovoltaïques, principe de l'extraction de puissance (algorithmes MPPT usuels de type P&O, Conductance incrémentale...), cas de l'injection de puissance sur le réseau monophasé et triphasé (centrales photovoltaïques)
- chaîne de conversion éolienne : principe d'extraction de puissance, modélisation aérodynamique, chaîne de conversion de puissance pour la génération synchrone (machine à synchrone à aimant) et la génération asynchrone (machine asynchrone - MADA)

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 5
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 15

Objectifs du module

Connaissance des principes des sources et moyens de stockage pour l'énergie électrique

Compétences acquises

Connaissance des principes et contraintes de fonctionnement des générateurs photovoltaïques, des piles à combustible, et des dispositifs de stockage associés (batteries, supercondensateurs). Méthodes de caractérisation statique et dynamique des générateurs photovoltaïques et des piles à combustible. Mise en œuvre, gestion énergétique et hybridation.

Prérequis

module S5 "Circuits électriques" module S6 "Electronique de puissance" module S7 "Electronique de puissance 2"

Evaluation

5 comptes-rendus de TP

Programme pédagogique

Lors de séances d'enseignement à dominante expérimentale, au cours desquelles seront exposés les éléments théoriques nécessaires à la compréhension et à l'analyse des phénomènes, l'apprenti étudiera in-situ le fonctionnement des piles à combustible, des générateurs photovoltaïques, et des dispositifs de stockage associés. Utilisant ses connaissances en génie électrique, électronique de puissance notamment, il s'attachera à mettre en œuvre ces générateurs particuliers en association avec des éléments de stockage, et à en gérer les flux énergétiques par des algorithmes adéquats.

Volume horaire total : 30
Volume horaire cours magistraux (CM) : 15
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 15
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Acquérir les notions de base de la vision par ordinateur et de la robotique.

Compétences acquises

Capacité à établir un cahier des charges de robotique et de vision par ordinateur

Prérequis

Cours de traitement du signal de l'ENSEM

Evaluation

Notation du travail réalisé en séances de TD

Programme pédagogique

RobotiqueSchéma fonctionnel d'un robotClassification des robotsExemples de robotsSecteurs d'applicationSystèmes mécaniques articulés (SMA)Attitude d'un repère dans l'espaceModèles Géométriques des SMAGénération de MouvementsCommandeTraitement d'imagesCapteurs d'images et systèmes de visionTraitements ponctuelsTraitements logiques ou arithmétiques Fonctions de transfertAnalyse statistique – seuillageFiltrage numérique des imagesSegmentation

Volume horaire total : 20
Volume horaire cours magistraux (CM) : 10
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 10

Objectifs du module

Les smart-grid et micro-grids s'appuient de plus en plus sur la communication en temps réel des données pour les tâches de supervision, commande et optimisation. Cette communication est basée sur la technologie de l'Internet. Ce cours présente les concepts fondamentaux des réseaux dans l'Internet : le modèle OSI, les réseaux locaux (e.g., Ethernet), les protocoles de l'Internet (IP, ICMP, ARP, DHCP, TCP, UDP, DNS), le principe du routage IP, ainsi que le développement des applications communicantes (client-serveur) via les sockets en langage Python.

Compétences acquises

- Connaissance des principes du fonctionnement de l'Internet- Savoir configurer des postes et routeurs pour installer un réseau routé- Savoir développer des applications communicantes selon le modèle client-serveur (en Python)

Prérequis

Transmission de l'information, Algorithmique et programmation.

Evaluation

Les compétences en configuration réseau et en développement d'applications distribuées sont évaluées par la pratique.

Programme pédagogique

Cours:- Modèle OSI, Modèle TCP/IP, Réseaux industriels- Protocoles MAC (e.g., ALOHA, CSMA, Ethernet)- Protocoles de l'Internet (IP, ICMP, ARP, DHCP, DNS, TCP/UDP)- Routage IP- Applications communicantes en client-serveur avec socket
Travaux pratiques:- Analyse de protocoles avec Wireshark- Programmation socket- Réseaux locaux (hub et commutateur) et Routage IP (routeur)

Volume horaire total :
Volume horaire cours magistraux (CM) :
Volume horaire travaux dirigés (TD) :
Volume horaire travaux dirigés (TP) :

Objectifs du module

Maîtriser les différentes techniques des fonctions d'un ingénieur dans le domaine de l'Energie

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total :
Volume horaire cours magistraux (CM) :
Volume horaire travaux dirigés (TD) :
Volume horaire travaux dirigés (TP) :

Objectifs du module

Manager un projet dans toutes ses dimensionsSe fixer des objectifsHiérarchiser ses activités et respecter les coûts, les délais et la qualité

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total :
Volume horaire cours magistraux (CM) :
Volume horaire travaux dirigés (TD) :
Volume horaire travaux dirigés (TP) :

Objectifs du module

Animer un groupe de travail en faisant appel à des expertsPrendre des responsabilitésNégocier en externe

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 24
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 24
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Cette EC est constituée de 2 modules à visée professionnelle : Interacting Professionally et ScientificCommunication.L'objectif de l'EC est de donner aux étudiants des compétences en anglais des affaires et en anglais scientifique.

Compétences acquises

-Compétences en expression et compréhension écrites et orales en relation avec la carrière d'ingénieur-Ouverture internationale-Ouverture culturelle-Travail en équipe

Prérequis

Avoir atteint un niveau B2

Evaluation

Contrôle continu (travaux écrits, participation orale) et évaluation orale finale à la fin de chaque module.

Programme pédagogique

Le module Interacting Professionnally a pour but de préparer les étudiants à postuler en anglais à des offres d'emploi,au travail avec des partenaires étrangers (sensibilisation à la notion de communication inter-culturelle) et à lacommunication professionnelle en langue anglaise (gestion de réunion, présentation de projets, négociation)Pour le module Scientific Communication le focus est sur la communication scientifique à l'écrit (report writing,abstract writing, concise technical English) et à l'oral (describing processes, simplifying / rephrasing technicalconcepts etc.)

Volume horaire total : 1
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 1
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante

Volume horaire total : 6
Volume horaire cours magistraux (CM) : 0
Volume horaire travaux dirigés (TD) : 6
Volume horaire travaux dirigés (TP) : 0

Objectifs du module

- Appréhender la fonction management au sein de l’entreprise. •Acquérir les bases du management et la posture de manager.

Compétences acquises

- Connaitre le rôle, les principales activités et les compétences sollicitées d'un manager. •Développer son leadership de manager.

Prérequis

Bases de l'environnement de l'entreprise.

Evaluation

Quitus

Programme pédagogique

- 1 - Le management en entreprise :•Définition du management •La position et responsabilité au sein de l’entreprise (rôle, action et relations)•Les différents types de mangement (intérêts limites, et application)•2 - Les fonctions du manager :•Rôle et posture•Les compétences et soft skills •Mise en place d’une position hiérarchique•Fixer des objectifs•Mobiliser les ressources (déléguer et responsabiliser, planifier le développement des talents)• 3 - Les pratiques essentielles : •Le management interculturel•La gestion des risques• La gestion des conflits• conduite de l’entretien individuel

Volume horaire total :
Volume horaire cours magistraux (CM) :
Volume horaire travaux dirigés (TD) :
Volume horaire travaux dirigés (TP) :

Objectifs du module

Information manquante

Compétences acquises

Information manquante

Prérequis

Information manquante

Evaluation

Information manquante

Programme pédagogique

Information manquante