

**ENSEIGNEMENTS DE
2^{EME} ANNEE**

Descriptif des Modules

TRONC COMMUN 2ème ANNEE

Descriptif des Modules

Semestre 7 Tronc Commun Scientifique	Référence S7-MA30	
MATHEMATIQUES POUR L'INGENIEUR 3 MI-3 <i>Responsable : Xavier ANTOINE</i>	Cours	15 h
	MC	-
	PC	12 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	27 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	-	
ECTS	2	

Objectifs

Le but de ce cours est de donner les bases nécessaires à la compréhension de la théorie des distributions et de ses applications en théorie des Equations aux Dérivées Partielles.

Prérequis

Cours de mathématiques MI1-MI2 de première année ENSEM

Programme

Résumé :

Ce cours traite des fondements de la théorie des distributions et de ses applications pour les équations aux dérivées partielles. Seront également abordés les éléments basiques de la théorie variationnelle des équations elliptiques dans le cadre des espaces de Sobolev. Ceci prépare à l'analyse future d'équations aux dérivées partielles et des méthodes d'éléments finis.

Programme détaillé :

Distribution : définitions ; Dérivations et suites de distributions ; Convolutions de distributions ; Transformées de Fourier de distributions ; Les EDP en modélisation ; Formulations variationnelles pour les problèmes elliptiques : vers le théorème de Lax-Milgram ; Compléments de distributions et espaces de Sobolev ; Cadre hilbertien des espaces de Sobolev et théorie variationnelle

Travail personnel

Il est demandé aux étudiants de préparer le cours et les PC

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Semestre 7 Tronc Commun Scientifique	Référence S7-MA31	
MODELES PROBABILISTES ET METHODES STOCHASTIQUES – PS1 <i>Responsable : Aurélie MULLER</i>	Cours	11 h
	MC	-
	PC	10 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	21 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	-	
ECTS	2	

Objectifs

Poser les bases pour pouvoir utiliser les outils de statistiques, présentés au semestre S8.

Introduire et apprendre à manipuler les variables aléatoires, afin de modéliser les problèmes aléatoires (utilisables plus tard en analyse du signal, sûreté des systèmes, modélisation des durées de vie de composants, etc).

Prérequis

Calcul intégral, calculs des séries

Programme

Résumé :

Notions de probabilité, indépendance, variable et vecteur aléatoires, loi discrète, loi à densité, espérance, variance, covariance, loi des grands nombres, lois marginales, convergence en loi, théorème central limite.

Programme détaillé :

Distribution : définitions ; Dérivations et suites de distributions ; Convolutions de distributions ; Transformées de Fourier de distributions ; Les EDP en modélisation ; Formulations variationnelles pour les problèmes elliptiques : vers le théorème de Lax-Milgram ; Compléments de distributions et espaces de Sobolev ; Cadre hilbertien des espaces de Sobolev et théorie variationnelle

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Un polycopié de cours, 4 fiches de PC

Savoir faire et compétences acquises

- Modélisation de phénomènes aléatoires
- Calculs de lois, calculs de moyennes, variances
- Reconnaître et utiliser la notion d'indépendance
- Comprendre et savoir utiliser la loi forte des grands nombres (application à Monte Carlo)
- Comprendre et savoir utiliser la convergence en loi
- Comprendre et savoir appliquer le théorème central limite (pour évaluer des probabilités, calcul d'intervalles de confiance)

Modalités d'évaluation

Evaluation finale en janvier

Semestre 7 Tronc Commun Scientifique	Référence S7-ME30	
INITIATION AUX TRANSFERTS THERMIQUES <i>Responsable : Sophie DIDIERJEAN</i>	Cours	14 h
	MC	-
	PC	14 h
	Tutorat	-
	TP	12 h
	Total	40 h
	Coeff. Th.	1,4
	Coeff. Pr.	0,6
	ECTS	4

Objectifs

Le module d'initiation aux transferts thermiques a pour objectif de donner aux élèves les bases nécessaires à l'estimation des échanges d'énergie thermique par conduction, convection et rayonnement. Chaque mode de transfert est étudié théoriquement et illustré sous forme d'exercices d'application et de problèmes en PC puis est étudié expérimentalement en TP.

Prérequis

Programme de physique et de mathématiques des classes préparatoires aux grandes écoles.

Programme

Résumé :

Introduction aux trois modes de transfert thermique – Enoncé des lois fondamentales correspondantes – Modélisation d'un système thermique : établissement des équations de conservation de l'énergie thermique mise en place des conditions aux limites et des conditions initiales permettant d'évaluer les flux de chaleur échangés et de déterminer le champ de température.

Programme détaillé :

CONDUCTION (6 h de cours + 6 h de PC)

- Définition des grandeurs fondamentales - Enoncé de la loi de Fourier - Equation générale de conservation de l'énergie thermique - Condition initiale et conditions aux limites - Nombres sans dimension : Nombre de Fourier – Nombre de Biot
- Transferts thermiques en régime permanent - 1D systèmes passifs : analogie électrique - Etude des ailettes de refroidissement
- Transferts thermiques en régime transitoire

RAYONNEMENT (6 h de cours + 6 h de PC)

- Introduction du rayonnement et lien avec les autres modes de transfert - la Luminance - Définition des grandeurs radiatives pour les sources émettrices et réceptrices - Relation entre l'éclairement et la luminance (Notion d'étendue géométrique) - facteur de forme.
- Introduction de la notion de corps noir - Lois du rayonnement thermique (Planck, Wien, Stefan-Boltzmann) - corps noir, corps gris, corps réel : Emissivité d'une surface.
- Relation entre émission et absorption. Loi de Kirchhoff - Echange radiatif entre surfaces opaques séparées par un milieu inerte – radiosité - Analogie électrique

CONVECTION (1 h de cours + 2 h de PC)

Transfert solide-fluide : loi de Newton - Nombres adimensionnels – Nombre de Nusselt – corrélations - Utilisation pratique des corrélations : calcul du coefficient d'échange de chaleur à l'interface solide-fluide - Application au cas d'un échangeur de chaleur

TRAVAUX PRATIQUES (3 séances de 4 h)

Les 3 séances de travaux pratiques que comprend le module permettent d'illustrer les trois modes de transfert thermique étudiés théoriquement en cours. Métrologie.

Travail personnel

Le travail personnel du module d'initiation aux transferts thermiques est évalué comme étant environ équivalent à une heure pour une heure de cours magistral. Il s'agit pour l'étudiant d'opérer un contrôle de ses connaissances au travers de la préparation des exercices d'application simple des notions vues en cours. Il est également invité à préparer les séances de PC afin d'être en mesure d'évaluer les principales difficultés auxquelles il peut se trouver confronté.

Documents et ressources disponibles

- Polycopiés de cours
- Polycopiés de Travaux Pratiques
- Un fascicule comprenant des exercices et des problèmes

Les niveaux de difficultés croissants des différents exercices sont indiqués.

Savoir faire et compétences acquises

- Modéliser et résoudre un problème simple de transfert thermique par conduction, convection et rayonnement (sans couplage)
- Identifier et évaluer les ordres de grandeur des quantités impliqués dans le transfert (nombre adimensionnels)
- Mettre en œuvre lorsque cela est possible l'analogie électrique pour les transferts de chaleur
- Connaître les bases de métrologie des températures et des flux de chaleur
- Analyser des résultats expérimentaux

Modalités d'évaluation

- 1 contrôle des connaissances (contrôle continu)
- 1 examen
- 3 comptes rendus de travaux pratiques (à rédiger en séance)

Semestre 7 Tronc Commun Scientifique	Référence S7-EL30	
ELECTROTECHNIQUE 2 <i>Responsable : Noureddine TAKORABET</i>	Cours	15 h
	MC	-
	PC	6 h
	Tutorat	-
	TP	19 h
	Total	40 h
	Coeff. Th.	1
	Coeff. Pr.	1
	ECTS	4

Objectifs

Ce module comprend une partie théorique sur l'électromagnétisme et une partie pratique.

Objectifs de la partie théorique :

Approfondir les connaissances en électromagnétisme, découvrir de nouvelles méthodes de résolution de problèmes, en insistant sur la magnétostatique et sur ses applications dans plusieurs dispositifs (accélérateurs de particules, machines électriques, confinement magnétique thermonucléaire).

Objectifs de la partie pratique :

Approfondir la mise en oeuvre des machines électriques et des convertisseurs, statiques enseignés en 1ère année du CFS électricité.

Prérequis

- Enseignement d'électromagnétisme des classes préparatoires. Notions sur la résolution de l'équation de LAPLACE. Notions sur les tenseurs.
- Enseignements du CFS électricité en 1ère année.

Programme

Résumé :

- Etude des champs électriques et magnétiques en régimes stationnaire
- Applications des champs électromagnétiques
- Travaux pratiques d'Electrotechnique et d'Electronique de puissance (tronc commun)

Programme détaillé :

Electromagnétisme (15h C, 6h PC) - N. Takorabet

- Equations de MAXWELL microscopiques et macroscopiques, dans le vide et les milieux matériels.
- Régimes statiques : distributions de charges, distributions de courants, calcul des champs en électrostatique et en magnétostatique. Cas particulier des dispositifs magnétostatiques. Configurations solénoïdales, toriques, cylindriques multipolaires.
- Energie électromagnétique, forces dans les milieux. Tenseur des contraintes de MAXWELL. Application aux convertisseurs électromécaniques.

Travaux pratiques d'électrotechnique (10h TP) - N. Takorabet

- Mesure de puissance dans les systèmes triphasés (3 h)
- Etude des machines synchrones connectées au réseau (3 h)
- Etude des machines asynchrones en fonctionnement moteur (4 h)

Travaux pratiques d'électronique de puissance (9h TP) - I. Rasoanarivo

- Etude d'un hacheur non isolé (3 h)
- Etude de redressements triphasés (3 h)
- Onduleur de tension à MLI sinus-triangle (3 h)
-

Travail personnel

- Présence aux enseignements
- Préparation des PC – Révision documents et exercices du poly d'exercices – 21 h
- Préparation des TP (évaluation prévue en début de chaque séance) – 15 h

Documents et ressources disponibles

Polycopiés de cours, d'exercices et de travaux pratiques

Savoir faire et compétences acquises

- Connaissances en électromagnétisme, méthodes de résolution de problèmes en régimes statiques et quasi-stationnaires. Compréhension de propagation libre ou guidée.
- Mise en oeuvre des machines électriques et des convertisseurs statiques de base.

Modalités d'évaluation

Les règles d'évaluation sont définies dans le document "règles d'évaluation du CFS Electricité" disponible sur l'Espace Numérique de Travail.

Semestre 7 Tronc Commun Scientifique	Référence S7-SI30	
TRAITEMENT DU SIGNAL <i>Responsable : Michel DUFAUT</i>	Cours	22 h
	MC	2 h
	PC	10 h
	Tutorat	-
	TP	6 h
	Total	40 h
	Coeff. Th.	1,7
Coeff. Pr.	0,3	
ECTS	4	

Objectifs

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

Prérequis

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

Programme

Programme détaillé :

Représentation fréquentielle et temps échelle des signaux

Convolution

Opérateurs de convolution en physique,

Transformée de Fourier des fonctions,

Transformée de Fourier des distributions tempérées,

Echantillonnage et séries,

Propriétés énergétiques et transformée de Fourier,

Limites de l'analyse de Fourier

Introduction aux ondelettes, théorie des ondelettes,

Filtrage numérique :

Transformée en z,

Transmittance en z des filtres numériques,

Analyse fréquentielle,

Synthèse des filtres sous la forme RII, synthèse des filtres sous la forme RIF.

Signaux aléatoires :

Rappels sur les variables aléatoires,

Description des processus aléatoires (densité de probabilité à l'ordre 1 et 2, moments)

Densités spectrales, fonctions de corrélation, représentation temporelles et fréquentielles

Définitions du rapport signal à bruit, du bruit blanc.

Travail personnel

20 h

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle continu et contrôle final du CFS-Sciences de l'Information de fin de semestre.

Semestre 8 Tronc Commun Scientifique	Référence S8-MA40	
MODELES PROBABILISTES ET METHODES STOCHASTIQUES – PS-2 <i>Responsable : Aurélie MULLER</i>	Cours	10 h
	MC	8 h
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	4 h
	Total	22 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	-	
ECTS	2	

Objectifs

Comprendre et maîtriser l'identification et l'inférence statistique usuelle.

Prérequis

Le cours de Probabilité du semestre 5

Programme

Résumé :

Lois de Student, Fisher, Chi², Estimation (moyenne, variance, proportion), Intervalle de confiance, Test statistiques (comparaison de paramètres à un standard, tests d'adéquation de loi), Histogramme, Régression linéaire, Echantillons.

Programme détaillé :

Le problème de l'identification (estimation ponctuelle et par intervalles de confiance) des moyenne et écart-type d'une variable aléatoire de Gaussienne, dont on possède un échantillon de réalisations est complètement traité avec un soin particulier pour l'introduction des lois du Chi² et de Student (le principe du maximum de vraisemblance est sous-jacent mais non explicité). De même, on développe l'estimation (ponctuelle et par intervalle de confiance) des proportions. On explique le principe des tests d'hypothèses, de manière générale, puis dans le cadre de l'inférence statistique sur les moyennes et écart-types de variables aléatoires Gaussiennes. On montre également le lien étroit entre intervalles de confiance et tests sur les paramètres. L'examen de ces tests de base est complété par celui d'autres tests utiles : deux tests de l'accord entre forme théorique d'une loi et un échantillon (Chi² et Kolmogorov-Smirnov); le test de comparaison des moyennes de deux distributions gaussiennes ; le test de comparaison de leurs écart-type (on introduit pour cela la loi de Fisher). Puis le traitement statistique de la technique de la régression linéaire est traité en détail. L'enseignement magistral est complété par des séances de moyennes classes sur un choix adapté d'exercices ad hoc et également par un travail pratique où est demandé aux étudiants de traiter des données (un jeu différent par élève) à l'aide d'un outil informatique (Mathematica ou Matlab).

Travail personnel

Lecture du cours : 6h, préparation des travaux dirigés (sous forme de moyennes classes) : 4 h, rédaction du compte rendu de travail pratique : 10 h

Documents et ressources disponibles

1 Polycopié de cours, des fiches de travaux dirigés (dans le cadre des moyennes classes), 1TP à préparer seul.

Savoir faire et compétences acquises

Compréhension des méthodes d'identification et d'inférence statistiques.

Modalités d'évaluation

- Evaluation du compte rendu de travail pratique -> note pratique
- Evaluation ou test de 1h00 -> note théorique

Semestre 8 Tronc Commun Scientifique	Référence S8-MA41	
ANALYSE NUMERIQUE ET ALGORITHMES 2 ANA-2 <i>Responsable : Xavier ANTOINE</i>	Cours	20 h
	MC	-
	PC	12 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	32 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	-	
ECTS	3	

Objectifs

Le but de ce cours est, d'une part, de donner des compléments sur l'analyse numérique vue en première année, et, d'autre part, de donner une introduction aux mathématiques discrètes (graphes par exemple).

Prérequis

Programmes de mathématiques ENSEM première année

Programme

Résumé :

Une première partie du programme concerne les méthodes numériques en optimisation en dimension finie, la seconde partie est liée aux mathématiques discrètes.

Programme détaillé :

Optimisation en dimension finie :

Rappels en calcul différentiel ; Généralités et études théoriques de problèmes d'optimisation ; Algorithmes numériques pour l'optimisation sans contrainte (méthodes de gradients classiques, méthodes de Newton et quasi-Newton) ; Algorithmes numériques pour l'optimisation avec contraintes (gradient projeté, Lagrange-Newton, Newton projeté, pénalisation, algorithme d'Uzawa, Programmation Quadratique Successive SQP) ; Méthodes de l'optimisation globale (recuit simulé, algorithmes génétiques).

Mathématiques discrètes :

Introduction aux graphes, modes de représentation ; Etude de la connexité, parcours eulériens et hamiltoniens ; Méthodes de recherche de chemins ; Arbres, arborescences, réseaux, réseaux de transport et flots ; Couplages et problèmes d'ordonnancement ; Programmation linéaire, algorithme du simplexe

Travail personnel

30h - La préparation des cours est demandée. Les PC ont lieu sur machine et seront en partie à rendre rédigées.

Documents et ressources disponibles

Des cours polycopiés sont fournis aux étudiants. Un cours interactif sur le WEB est proposé aux étudiants en ce qui concerne l'apprentissage des notions élémentaires en théorie des graphes.

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Les cours interactifs en théorie des graphes doivent impérativement avoir été validés par les étudiants.

2^{ème} ANNEE

Filière Electricité

Semestre 7 Filière Génie Electrique	Référence S7-GE30	
ELECTRONIQUE DE PUISSANCE ET COMPOSANTS <i>Responsable : Bernard DAVAT</i>	Cours	36 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	36 h
	Coeff. Th. Coeff. Pr.	1,65 -
ECTS	3,5	

Objectifs

Ce module comprend deux parties complémentaires : Modélisation des convertisseurs statiques et Etude des composants de l'électronique de puissance :

- Présenter les méthodes d'étude et de modélisation des montages redresseurs et onduleurs alimentant des charges non idéales. Etudier l'interaction convertisseur-charge et convertisseur-réseau.
- Donner les éléments de connaissance requis pour la conception d'un convertisseur d'électronique de puissance. Etudier les fonctions semiconductrices de base, les principes de fonctionnement, les comportements statique et dynamique, l'encapsulation, l'environnement électrique (cellule de commutation, commande).

Prérequis

Module Introduction à l'électronique et l'électronique de Puissance en 1ère année, notions d'électronique.

Programme

Résumé : modélisation des convertisseurs statiques et étude des composants de l'électronique de puissance.

Modélisation des convertisseurs statique (Bernard Davat, 18 h de Cours)

- Montages redresseurs : Modélisation et méthode d'étude, utilisation de la transformation complexe, méthode structurelle de réduction de la pollution harmonique, redresseur dodécaphasé, montage à indice de pulsation élevé.
- Montages onduleurs : Modélisation et méthode d'étude, interaction avec la charge et la source, montages multiniveaux et multicellulaires.

Composants de l'électronique de puissance (Stéphane Raël, 18 h de Cours)

- Généralités : Historique, classement, objectifs de performances.
- Fonctions semiconductrices de base : Tenue en tension (jonction PN, contact Schottky), injection de charges et modulation de résistivité (structures bipolaires), effet de champ (structures MIS).
- Principes de fonctionnement des principaux composants de puissance : Diodes (diodes PN, diodes Schottky), transistors bipolaires, thyristors (thyristors, thyristors GTO, GCT, MCT), transistor MOS de puissance, transistor bipolaire à grille isolée.
- Encapsulation : hybridation de puissance, encapsulation pressée.
- Environnement électrique des composants de puissance : cellule de commutation, commande des interrupteurs de puissance.

Travail personnel

Révision des documents de cours : 30 h

Documents et ressources disponibles

Polycoptés de cours

Savoir faire et compétences acquises

- Connaître les méthodes d'étude et de modélisation des montages redresseurs et onduleurs.
- Acquérir les éléments de connaissance requis pour la conception d'un convertisseur d'électronique de puissance. Connaître les comportements statique et dynamique des semiconducteurs de base.

Modalités d'évaluation

Evaluation écrite

Semestre 7 Filière Génie Electrique	Référence S7-GE31	
METHODES NUMERIQUES POUR L'ELECTROTECHNIQUE <i>Responsable : Gérard VINSARD</i>	Cours	16 h
	MC	-
	PC	20 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	36 h
	Coeff. Th.	1,6
Coeff. Pr.	-	
ECTS	3,5	

Objectifs

Faire la synthèse des enseignements d'analyse numérique (et mathématiques) et de ceux de génie électrique dans le cadre de la question du calcul effectif de dispositifs électriques en prenant en compte leurs spécificités.

Prérequis

Connaissance des circuits électriques, de quelques objets du génie électrique vu aux semestres 5, 6 et 7, de l'analyse numérique et des mathématiques des semestres 5, 6 et 7.

Programme

Résumé :

- Traitement spécifique des systèmes d'équations différentielles ordinaires issus des modèles électromécaniques à variables localisées par des méthodes de Runge-Kutta emboîtées et des découplages partiels entre électricité et mécanique ;
- Méthodes d'éléments finis appliquées aux problèmes de l'électromagnétisme statiques (électrostatique et magnétostatique) dans l'hypothèse d'invariance dans une direction et en domaines non-bornés.

Programme détaillé :

Les problèmes à valeurs initiales et les problèmes aux limites sont abordés dans le contexte électrotechnique.

Pour les problèmes à valeurs initiales, on traite des modèles d'électromécanique où les variables à considérer sont discrètes (modélisation de circuits électriques et magnétiques couplés déformables suivant un nombre fini de variables de positions). Le problème numérique principal est l'existence de deux échelles de temps différentes, l'une pour la partie électrique et l'autre pour la partie mécanique. Les explications sur les méthodes de Runge-Kutta explicites introduites au semestre 6 sont complétées : on introduit les méthodes emboîtées avec des critères physiques pour le contrôle de pas, puis l'idée du découplage électromécanique partiel. La stabilité pratique des schémas est abordée lors d'une brève introduction aux méthodes symplectiques.

Les problèmes électriques et électromécaniques abordés et servant de support aux travaux dirigés sont : l'analyse des méthodes sur l'exemple du circuit RLC, la spire tournant dans une induction sinusoïdale en temps et uniforme dans l'espace.

Pour les problèmes à conditions aux limites, on traite des problèmes statiques de l'électromagnétisme où les variables à considérer sont continues (modélisation de problèmes de magnétostatique dans l'approximation de l'invariance spatiale suivant une direction). Le problème numérique est celui du traitement des équations aux dérivées partielles elliptiques dans des domaines non-bornés. On explique la méthode des éléments finis comme la discrétisation du problème exprimé en forme faible. La forme faible est également vue comme première variation de la fonctionnelle d'énergie ad hoc, ce qui permet d'expliquer de manière physique les approximations faites, notamment pour le traitement du domaine non-borné.

Les problèmes électriques et électromécaniques abordés et servant de support aux travaux dirigés sont : l'analyse des étapes de la méthode des éléments finis sur un exemple 1D, le calcul d'inductance de lignes en 2D.

Un travail pratique final portant sur l'étude numérique d'un électroaimant clôture l'enseignement.

Travail personnel

Relecture cours : 10 h

Préparation des exercices : 10 h

Travail pratique : 10 h : 4 h pour la préparation et 6 h pour la rédaction

Total : 30 h de travail personnel (pour ce module de 36h)

Documents et ressources disponibles

Un polycopié (sous forme de feuilles volantes distribuées à chaque séance), une interface http://perso.ensem.inpl-nancy.fr/Gerard.Vinsard/enseignement_2006/index.php/Méthodes_numériques_pour_l'électrotechnique servant les documents distribués ainsi qu'une bibliothèque pédagogique écrite dans le langage de Mathematica permettant notamment aux étudiants de réaliser des calculs effectifs d'éléments finis.

Savoir faire et compétences acquises

Les étudiants devraient, à l'issue de l'enseignement, pouvoir utiliser un quelconque système de calcul (formel ou non) pour effectuer des simulations numériques sur des dispositifs électriques dont le modèle leur a été fourni.

Modalités d'évaluation

1/3 du coefficient affecté au module porte sur le compte rendu du TP long ; les 2/3 restant sur une évaluation écrite de deux heures en fin de session.

Semestre 7 Filière Génie Electrique	Référence S7-GE32	
MACHINES ELECTRIQUES <i>Responsable : Noureddine TAKORABET</i>	Cours	30 h
	MC	-
	PC	5 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	35 h
	Coeff. Th. Coeff. Pr.	1,6 -
ECTS	3,5	

Objectifs

Etude approfondie du fonctionnement des machines électriques conventionnelles (Machines à Courant continu Synchrone et Asynchrone) par une présentation détaillée des constituants, des phénomènes physiques qui s'y produisent. Etablissement des modèles externes et des schémas électriques équivalents en apportant les méthodes d'identification des paramètres de ces modèles. Introduire des transformations de Concordia et de Park pour l'établissement des modèles en vue de la commande des machines polyphasées.

Prérequis

Cours de Conversion Electromécanique du module Electrotechnique 1 de 1ère année (S6)

Programme

Résumé :

Etude des machines électriques en régime permanent.

Programme détaillé :

- **Modélisation de la conversion électromécanique**
Le premier chapitre de ce cours donne quelques notions de la conversion électromécanique et des notions de bobinages de machines électriques. Il sert de base pour la compréhension du fonctionnement des différentes machines électriques étudiées.
- **Etude des machines à courant continu**
Il s'agit de mettre l'accent sur les différents modes d'excitations et les caractéristiques de la machine tant en mode moteur qu'en mode générateur.
- **Etude des machines synchrones**
La machine synchrone est très utilisée pour production d'énergie électrique, elle équipe les centrales électriques mais elle est aussi utilisée en tant que moteur dans diverses applications. Dans un premier temps nous étudions la machine à rotor bobinée avec les différents modèles qui lui sont associés. Différentes architectures seront ensuite étudiées.
- **Etude des machines asynchrones**
Il s'agit d'étudier en premier lieu le principe de la conversion asynchrone et le mode de bobinages adaptée à ce type de machines électriques. La machine asynchrone à rotor bobinée est étudiée en première partie ; une modélisation externe est détaillée et les différentes méthodes d'identification des paramètres sont enseignées. Le passage à la machine à cage impose certaines contraintes que l'on explicitera.
- **Modélisation des machines en vue de la commande**
Ce chapitre traite des différentes transformations mathématiques utilisées pour mettre en œuvre des modèles simple et plus adaptés pour la commande des machines électriques (Transformations de Concordia et Park). La machine synchrone et la machine asynchrone sont particulièrement traitées et leurs modèles biphasés seront développés.

Complément au cours :

Le cours est accompagné des PC suivantes :

- PC1 : Champs et conversion (détermination du couple par calcul de champ d'entrefer)
- PC2 : Machine Synchrone (utilisation de la méthode Potier)
- PC3 : Machine Asynchrone (identification des paramètres et exploitation du schéma équivalent)

Travail personnel

- Révision des documents de cours : 20 h
- Préparation des exercices de TD : 10 h

Documents et ressources disponibles

- Un polycopié de cours
- Un polycopié d'exercices

Savoir faire et compétences acquises

- Connaître les structures des machines électriques conventionnelles (machines à courant continu synchrone et asynchrone) et savoir les modéliser en régime établi.
- Apprendre les transformations de Concordia et de Park pour l'établissement des modèles en vue de la commande des machines polyphasées.

Modalités d'évaluation

- 1 test à mi-parcours (40% de la note finale)
- 1 évaluation écrite finale (60% de la note finale)

Semestre 7 Filière Génie Electrique	Référence S7-GE33	
ELECTRONIQUE DE COMMANDE DES SYSTEMES ELECTRIQUES <i>Responsable : Farid MEIBODY-TABAR</i>	Cours	24 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	12 h
	Total	36 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	0,65	
ECTS	3,5	

Objectifs

Connaître l'architecture de commande d'un ensemble convertisseur-machine et différents types de capteurs utilisés. Maîtriser les outils nécessaires à la réalisation des organes de commande des convertisseurs statiques alimentant les dispositifs électriques.

Prérequis

Les modules de 1ère année en CFS Electricité : Introduction à l'électronique et l'électronique de puissance (S7) et Electrotechnique 1 (S8).

Programme

Résumé :

- Analyse d'une chaîne de conversion électromécanique d'énergie et présentation de l'architecture de contrôle des variables électriques et mécaniques, étude de différents capteurs utilisés.
- La présentation et la mise en œuvre des outils d'électronique numérique pour la réalisation des organes de commande des convertisseurs statiques : logique combinatoire et séquentielle, circuits configurables, processeurs et microcontrôleurs.

Programme détaillé :

- Architectures d'alimentation et de commande d'un ensemble convertisseur-machine ; modélisation en vue de la commande de machines à courant continu alimentées par des convertisseurs DC-DC et AC-DC ; différents types de capteurs utilisés
- Principe de contrôle des variables électriques et mécaniques
- Electronique numérique (logique combinatoire et séquentielle)
- Circuits configurables et langage HDL
- Architecture des processeurs (DSP) et des microcontrôleurs.
- Mise en œuvre de circuits logiques et processeurs de signaux (3TP de 4h) :
TP1 et TP2 : Synthèse de circuits logiques via l'utilisation du langage VHDL
TP3 : Architecture DSP

Travail personnel

Révision des cours (10h) et préparation des travaux pratiques d'électronique numérique et rédaction des rapports (20 h).

Documents et ressources disponibles

Support de cours sur l'ENT (150 pages) et notes de cours.

Savoir faire et compétences acquises

Connaître les architectures d'alimentation et de commande des systèmes électriques et les capteurs associés. Apprendre la méthodologie de modélisation en vue de la commande d'un système de conversion électromécanique d'énergie. Apprendre l'électronique numérique et maîtriser la mise en œuvre des circuits configurables, processeurs de signaux et microcontrôleurs.

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu Electronique Numérique en travaux pratique (NCC)
- Contrôle final (CF)

Note finale = (CF+ NCC)/2

Semestre 8 Filière Génie Electrique	Référence S8-GE40	
ETUDE DES ARCHITECTURES DES SYSTEMES DE PUISSANCE : STRUCTURES, COMPOSANTS ET COMMANDE <i>Responsable : Bernard DAVAT</i>	Cours	16 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	12 h
	Total	28 h
	Coeff. Th.	1,25
Coeff. Pr.	-	
ECTS	2,5	

Objectifs

Présenter les architectures des systèmes de puissance et les méthodes d'étude de ces systèmes. Ces systèmes comportent des alimentations électroniques de puissance, des charges alimentées (machines électriques, éléments de stockage, charges passives...) et la commande de ces dispositifs. Après la présentation des méthodes d'étude, de la détermination des contraintes sur les différents composants (contraintes électriques et thermiques), ce module permet d'illustrer les méthodes d'étude lors de travaux dirigés permettant de traiter des exemples dans l'environnement MATLAB.

Prérequis

Module du CFS Electricité S5 et S6 et module de filière génie électrique de S7.

Programme

Résumé :

Etude et simulation du fonctionnement de systèmes de puissance

Programme détaillé :

Architectures des systèmes de puissance (Bernard Davat, 6 h de Cours, 6 h de PC)

- Modélisation des convertisseurs statiques
- Modélisation des charges alimentées (moteurs électriques...)
- Exemple de simulation sous MATLAB

Contraintes sur les composants (Stéphane Raël, 10 h de Cours, 6h de PC)

- Modèles thermiques des composants d'un système de puissance
- Refroidissement
- Exemple de simulation sous MATLAB

Travail personnel

Révision des documents de cours et projet de simulation commencé en PC : 28 h

Documents et ressources disponibles

Notes de cours

Savoir faire et compétences acquises

- Méthodes d'étude et de modélisation des systèmes de puissance
- Simulation sous MATLAB du fonctionnement de systèmes de puissance
- Evaluation des contraintes électriques et thermique des composants d'un système de puissance
- Calcul sous MATLAB de ces contraintes

Modalités d'évaluation

Evaluation du projet réalisé en PC

Semestre 8 Filière Génie Electrique	Référence S8-GE41	
PROCEDES ELECTRIQUES ET MAGNETIQUES <i>Responsable : F. Meibody-Tabar</i>	Cours	20 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	20 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	-	
ECTS	2	

Objectifs

Présenter les procédés de certains dispositifs et certains procédés industriels plus ou moins courants qui utilisent les propriétés électriques et magnétiques des matériaux, et dont la conception et l'optimisation utilisent les méthodes de calcul développées dans le tronc commun.

Prérequis

Les enseignements du tronc commun de l'ENSEM

Programme

Résumé :

- Chauffage par procédés électriques (électrothermie)
- Procédés de séparation magnétique, techniques de séparation électriques, ioniques

Programme détaillé :

- Chauffage par procédés électriques (électrothermie) : chauffage par conduction électrique, et chauffage par induction. Ces procédés, très adaptés à un développement « durable », respectueux de l'environnement, présentent en outre l'avantage de la souplesse et de la précision quant aux apports de chaleur souhaités.
- Le secteur des procédés séparatifs, qui intéresse aussi bien l'approvisionnement de l'humanité en ressources minérales par les tris et enrichissements des matières premières que la dépollution, le tri, la valorisation des déchets et sous-produits de l'activité humaine. On considérera les techniques de séparation électriques et ioniques, ainsi que les procédés de séparation magnétique.

Dans les deux parties du cours, on s'efforcera de mettre en évidence les mécanismes physiques fondamentaux mis en œuvre dans ces procédés. En effet, la compréhension approfondie des mécanismes est le meilleur moyen d'imaginer les innovations qui sont nécessaires au développement industriel des secteurs très porteurs qui sont concernés.

Travail personnel

Présence aux enseignements et 20 h de révision de cours

Documents et ressources disponibles

Polycopié du cours

Savoir faire et compétences acquises

Apprendre les procédés électriques de chauffage ainsi que les procédés de séparation magnétique et techniques de séparation électriques

Modalités d'évaluation

Evaluation écrite

Semestre 8 Filière Génie Electrique	Référence S8-GE42	
OUTILS DE SIMULATION DE SYSTEMES ELECTRIQUES <i>Responsable : Serge PIERFEDERICI</i>	Cours	8 h
	MC	-
	PC	16 h
	Tutorat	-
	TP	12 h
	Total	36 h
	Coeff. Th.	1,15
Coeff. Pr.	0,6	
ECTS	3,5	

Objectifs

- Maîtrise de l'utilisation d'un logiciel industriel de simulation des systèmes électriques (Matlab Simulink) ; mise en œuvre à l'aide d'un système de développement temps réel.
- Maîtrise de l'utilisation d'un logiciel de calcul des champs électromagnétiques par la méthode des éléments finis ; applications aux dispositifs électrotechniques.

Prérequis

Electronique de puissance, électronique de commande, machines électriques, automatique linéaire, méthode numériques et électromagnétismes.

Programme

Résumé :

- Identification des paramètres des modèles externes des dispositifs électromagnétiques par calcul des champs.
- Etude par simulation des convertisseurs statiques, des ensembles convertisseurs – machines et de leurs contrôles, mise en œuvre expérimentale à l'aide d'un système de développement temps réel.

Programme détaillé :

Maîtrise de l'utilisation d'un logiciel de calcul des champs électromagnétiques par la méthode des éléments finis (N. Takorabet : 4h cours, 8h PC) :

Calcul des efforts par le tenseur de contraintes de Maxwell et par le théorème des travaux virtuels, calcul d'inductances et de résistances équivalentes de dispositifs complexes, calcul de flux et de forces électromotrices

Maîtrise de l'utilisation d'un logiciel industriel de simulation des systèmes électriques (Matlab Simulink) ; mise en œuvre à l'aide d'un système de développement temps réel. (S. Pierfederici : 4h cours, 8h PC, 12h TP)

Méthodes de modélisation des convertisseurs statiques, des ensembles convertisseurs – Machines, dimensionnement des régulateurs pour contrôler les variables de sortie du système étudié, mise en œuvre expérimentale en œuvre à l'aide d'un système de développement temps réel.

Travail personnel

40 heures de préparation des petites classes et des travaux pratiques ainsi que la rédaction de comptes rendus des projets de simulation.

Documents et ressources disponibles

Polycopiés et notes de cours et logiciels disponibles sur l'Espace Numérique de Travail

Savoir faire et compétences acquises

- Savoir modéliser les systèmes électriques en vue de la simulation à l'aide d'un logiciel industriel ; mettre en œuvre la commande numérique de ces systèmes à l'aide d'un système de développement temps réel.
- Savoir utiliser un logiciel de calcul des champs électromagnétiques par la méthode des éléments finis pour la modélisation des dispositifs électrotechniques ; déterminer les grandeurs électriques et magnétiques de ces dispositifs et identifier certains paramètres des modèles de ces systèmes.

Modalités d'évaluation

La moyenne des notes des projets de simulation (Note-Projet)

La note des comptes rendus des travaux pratiques (Note-TP)

Note finale = Note-Projet X 0,65 + Note-Tp X 0,35

Semestre 8 Filière Génie Electrique	Référence S8-GE43	
TRAVAUX PRATIQUES DE GENIE ELECTRIQUE <i>Responsable : Jean-Paul CARON</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	56 h
	Total	56 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	2,5	
ECTS	6	

Objectifs

Modélisation, caractérisation et identification des machines électriques. Modélisation, caractérisation et mise en œuvre des composants semi-conducteurs. Maîtriser les outils nécessaires à la réalisation des organes de commande des convertisseurs statiques alimentant les dispositifs électriques : circuits configurables et DSP.

Prérequis

Les modules de la Filière Génie Electrique en S7 :

- Machines électriques,
- Electronique de puissance et Composants
- Electronique de commande des systèmes électriques

Programme

Résumé :

- Travaux pratiques de caractérisation et de mise en œuvre des machines électriques
- Travaux pratiques de caractérisation des composants d'électronique de puissance
- Travaux pratiques d'électronique et d'électronique de commande

Programme détaillé :

Travaux pratiques de caractérisation et mise en œuvre de Machines électriques : 20h (5 TP de 4h) - J.P Caron

TP1 : Modélisation et caractérisation en régime non linéaire des machines à courant continu

TP2 et TP3 : Etudes des moteurs et alternateurs synchrones en régime non linéaire

TP4 : Etude des pertes et détermination du rendement des machines électriques

TP5 : Etude des machines asynchrones

Travaux pratiques de caractérisation de Composants d'Electronique de puissance : 16h (4 TP de 4h) - I. Rasoanarivo

TP1 : Caractérisation dynamique des transistors bipolaires

TP2 : Caractérisation dynamique des MOSFET et diodes de commutation

TP3 : Caractérisation dynamique des IGBT

TP4 : Caractérisation dynamique des thyristors et diodes de redressement

Travaux pratiques d'Electronique de commande : 20h (5 TP de 4h) - S. Pierfederici

TP1 : Etude et mise en œuvre de circuits logiques

TP2, TP3 et TP4 : Etude et mise en œuvre de DSP

TP5 : Etude et mise en œuvre d'une boucle à verrouillage de phase (PLL)

Travail personnel

56 h de préparation des TP et de rédaction des rapports

Documents et ressources disponibles

Polycopiés de travaux pratiques

Savoir faire et compétences acquises

Compréhension et maîtrise de la présentation théorique des machines électriques et des composants d'électronique de puissance. Savoir utiliser les outils nécessaires à la réalisation des organes de commande des systèmes électriques.

Modalités d'évaluation

Evaluation des rapports de TP

2^{ème} ANNEE

Formation Générale

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG30	
ANGLAIS <i>Responsable : Stéphanie GALLAIRE</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	24 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	24 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	1,25	
ECTS	2,5	

Objectifs

- Préparer tous les étudiants au TOEIC afin qu'ils atteignent un score minimal de 750
- Préparer les étudiants souhaitant poursuivre des études aux USA au TOEFL
- Aider les étudiants souhaitant passer le GRE
- Préparer les étudiants à la rédaction de CV et de lettre de motivation en anglais

Prérequis

Programme

Anglais – OBLIGATOIRE

Au semestre 7 les étudiants qui souhaitent étudier aux USA, se voient proposer 24 heures de préparation au TOEFL.

Les autres étudiants, répartis en groupes de niveau, sont préparés au TOEIC

Les étudiants les plus faibles peuvent suivre 18 heures de soutien en option.

Méthodes pédagogiques

TOEIC : Utilisation du manuel *Preparation to the TOEIC test*, Bruce Rogers.

Exercices types, méthodologie, entraînement sur tests complets.

TOEFL : Exercices types, méthodologie, entraînement sur tests complets.

Travail personnel

Exercices hebdomadaires tirés du manuel corrigés en début d'heure. Travail en autonomie au CRL.

Documents et ressources disponibles

Centre de ressources linguistiques du Pôle INPL Brabois (Toeic simulator, ressources audios pour le TOEIC et le TOEFL)

Manuels d'auto-apprentissage pour le GRE

Savoir faire et compétences acquises

Comprendre l'essentiel d'un document audio ou écrit, cibler des informations dans un document audio ou écrit, manipuler des structures grammaticales et du lexique de niveau moyen ou parfois complexe.

Modalités d'évaluation

- Un contrôle continu propre à chaque groupe
- Un contrôle commun à tous les groupes TOEIC (mock Toeic)

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG31	
LANGUE VIVANTE 2 <i>Responsable : Stéphanie GALLAIRE</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
ECTS	1,5	

Objectifs

Familiarisation avec la civilisation, l'actualité, l'histoire et la géographie des pays germanophones ou hispaniques.

Préparation aux examens externes du Goethe Institut niveaux B1, B2 et C1 ou au CERVANTES selon la demande des étudiants.

Prérequis

Programme

Langue vivante 2 – OPTIONNELLE

Les élèves non débutants peuvent choisir entre l'Allemand et l'Espagnol.

Méthodes pédagogiques

Les élèves sont répartis en deux groupes selon leur niveau.

- Exercices et activités écrites et orales (extraits de la presse, de la radio et de la télévision allemande et espagnole. Travail sur des films espagnols ou hispanisants concernant la vie et l'histoire contemporaine des pays.)
- Travail sur des exercices préparant aux certifications externes.

Travail personnel

- Exercices écrits hebdomadaires corrigés en début de cours
- Recherches à effectuer en préparation des cours (ex : débat)

Documents et ressources disponibles

Centre de ressources linguistiques du Pôle INPL Brabois.

Savoir faire et compétences acquises

Compréhension de l'écrit, compréhension de l'oral, expression écrite, expression orale

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (tests au cours du semestre)

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG32	
COURS D'OPTION <i>Responsable : Direction des Etudes</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
ECTS	1,5	

Objectifs

Les élèves ne pratiquant pas une LV2 doivent choisir un cours optionnel parmi des enseignements déclarés ouverts en début d'année tels que :

- Introduction à la Philosophie et à l'Histoire des Sciences – Cf. S7-FG32-1
- Innovation et Ingénierie de Conception – Cf. S7-FG32-2
- Connaissance de Soi et Relation à Autrui – Cf. S7-FG32-3
- Formation aux Cultures Européennes (Programme FORCE) – Cf. S7-FG32-4

Prérequis

Cf. fiches modules

Programme

Cf. fiches modules

Méthodes pédagogiques

Cf. fiches modules

Travail personnel

Cf. fiches modules

Documents et ressources disponibles

Cf. fiches modules

Savoir faire et compétences acquises

Cf. fiches modules

Modalités d'évaluation

Cf. fiches modules

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG32-1	
INTRODUCTION A LA PHILOSOPHIE ET A L'HISTOIRE DES SCIENCES <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Laurent ROLLET</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	1,5	
ECTS	1,5	

Objectifs

Ce module vise à proposer un panorama des questions et problèmes qui traversent l'histoire et la philosophie des sciences contemporaines.

- Expliciter les notions usuelles de la pratique scientifique (comme les notions d'induction, d'observation, de confirmation, etc.)
- Resituer les théories scientifiques dans leur contexte historique et social de formulation (problèmes des relations science / politique ou science / société)
- Interroger la valeur du savoir scientifique en regard des autres types de savoir (relations entre science et sciences humaines ou entre science et philosophie)
- Questionner la valeur éthique de la science et poser le problème de la responsabilité des ingénieurs et des scientifiques.

Prérequis

Aucun, si ce n'est un intérêt pour les questions abordées en cours

Programme

Ce cours propose un parcours en deux parties :

Introduction à la philosophie des sciences

Définition de l'épistémologie et travail sur la question de l'objectivité du savoir scientifique à travers une introduction à l'épistémologie constructiviste

Histoire des sciences

Plusieurs exemples historiques sont traités pour illustrer les questions épistémologiques abordées dans la première partie. Les exemples choisis varient d'une année à l'autre, en fonction des échanges avec les étudiants : les scientifiques dans l'affaire Dreyfus, histoire de l'eugénisme, les travaux de Semmelweis sur l'asepsie, histoire des rayons X de Blondlot, histoire du métier d'ingénieur, histoire de la révolution copernicienne.

Méthodes pédagogiques

Les séances s'organisent sous la forme de cours avec des plages de travail sur documents, d'échange ainsi que quelques exposés préparés par des étudiants.

Travail personnel

Chaque étudiant doit réaliser un dossier personnel sur un sujet librement choisi portant sur l'histoire et la philosophie des sciences.

Documents et ressources disponibles

Chaque étudiant dispose d'un polycopié regroupant différents extraits de textes utiles pour le suivi du cours. Ce document comprend également une bibliographie exhaustive pouvant orienter les recherches

menées dans le cadre du travail personnel. Par ailleurs, un grand nombre de conseils sont donnés pour la recherche sur document et sur Internet dans le cadre du cours.

Savoir faire et compétences acquises

Ce module vise à proposer aux étudiants un espace de réflexion sur leur propre pratique : l'un de ses principaux objectifs est donc le retour critique sur leur propre pratique scientifique.

Autres compétences et savoir-faire acquis : recherche documentaire, analyse et critique de documents, découverte des sciences-humaines, capacités rédactionnelles.

Modalités d'évaluation

L'évaluation se fait sur la base du dossier personnel rendu. Le choix du sujet doit être validé. Le document demandé doit faire 4 pages dactylographiées au minimum (entre 15 000 et 20 000 caractères, espaces compris), avec bibliographie, notes de bas de page et appareil critique. La forme du document est totalement libre du moment qu'il s'agit du résultat d'un travail de réflexion personnelle. La procédure d'évaluation se fait en trois étapes : validation du choix du sujet, rapport intermédiaire sur l'état d'avancement du projet et remise du rapport final.

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG32-2	
INNOVATION ET INGENIERIE DE CONCEPTION <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Jean-Christophe MARPEAU</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
ECTS	1,5	

Objectifs

Apporter aux étudiants la vision la plus juste possible du métier d'ingénieur dans un bureau d'études. L'approche proposée dans ce module vise à présenter aux étudiants le processus de conception à travers l'organisation socio-technique de l'entreprise. En effet, l'entreprise est constituée d'une combinaison d'acteurs, d'informations, de processus et d'expertises qui visent à répondre au mieux à un besoin non totalement défini et qui est fortement évolutif au démarrage du projet. Les exigences essentielles et les contraintes apparaissent au cours de l'exécution des travaux, les performances attendues sont régulièrement négociées et la cohérence de la solution se construit par échanges entre les acteurs du projet. Il s'agit en définitif de trouver, au terme du processus, le meilleur compromis coût/valeur/risque.

Prérequis

Bases en gestion d'un projet (cours de première année)

Programme

- Le cycle de vie du produit, cycle en V, structure de l'entreprise
Innovation/Recherche/Prospective/Ingénierie,...les métiers de l'entreprise
- La conception initiale d'un système c'est à dire la place prise par la demande de conception, l'analyse de l'environnement, l'identification des objectifs techniques et des contraintes, l'analyse fonctionnelle, les choix techniques, les propositions techniques et commerciales, l'ingénierie des exigences, le rôle de l'information, mise en œuvre d'une démarche de créativité, approche de l'eco-conception
- Les documents contractuels : relations entre MOA-MOE, le contrat, les spécifications techniques, les clauses techniques
- Maîtrise du développement technique et de la qualité : suivi du développement technique, validation des performances, gestion de la qualité, gestion du changement dans le développement.
- La responsabilité de l'ingénieur

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Présence

Documents et ressources disponibles

Support cours

Savoir faire et compétences acquises

Utilisation des connaissances scientifiques et techniques pour innover et gérer un projet industriel

Modalités d'évaluation

Evaluation de fin de module sous forme d'un dossier « projet » - type OSEO

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG32-3	
CONNAISSANCE DE SOI ET RELATION A AUTRUI <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Jacques WODA</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
ECTS	1,5	

Objectifs

Mieux se connaître pour mieux manager autrui

Prérequis

Programme

- Les images de soi : comment je me vois, comment me voient les autres, pourquoi des différences, où est la « vérité » ?
- L'estime de soi : d'où vient-elle, de quoi dépend-elle, comment ne pas se surestimer ni se sous-estimer, comment influe-t-elle sur l'efficacité du travail ?
- Les « attitudes » en situation de travail : quelles sont mes attitudes, quelles conséquences induisent-elles chez mes supérieurs, mes subordonnés ?
- Mon système de valeurs : quel est-il, quelle place y tient la valeur-travail, comment s'intègre-t-il ou s'ajuste-t-il à la culture d'entreprise ?
- Les outils de connaissance de soi : quelles lectures, quelles rencontres, quelles pratiques, quels soutiens ?

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Lectures signalées

Documents et ressources disponibles

Documents distribués, bibliographie

Savoir faire et compétences acquises

Eveil à sa propre subjectivité

Modalités d'évaluation

Etude à rendre liée à l'évolution de la personnalité de l'élève

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG32-4	
PROGRAMME FORCE FORMATION AUX CULTURES EUROPEENNES <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Direction des Etudes</i>	Cours 1	51 h
	Cours 2	27 h
	Total	78 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
	ECTS	1,5

Objectifs

FORCE est un diplôme universitaire délivré conjointement par les 4 Universités de Lorraine.
Cette formation a pour objectif de permettre aux étudiants de connaître le milieu dans lequel ils seront éventuellement amenés à étudier ou à travailler. Il s'agit donc de fournir les connaissances nécessaires à la compréhension des particularités historiques, économiques, juridiques et culturelles.

Prérequis

Aucun

Programme

Formation de base

- Module 1 : Approche géographique, économique et juridique des pays de l'UE
- Module 2 : Approche communautaire des pays de l'UE
- Module 3 : Techniques d'insertion dans les pays de l'UE

Formation spécialisée

Allemagne ou Royaume-Uni ou Pays d'Europe Centrale et Orientale

- Clefs de perception
- La vie politique et syndicale
- La vie économique et sociale
- La vie culturelle et artistique

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Evaluation écrite

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG33	
COURS D'OUVERTURE INPL <i>Responsable : Direction des Etudes</i>	Cours	24 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	24 h
	Coeff. Th.	Quitus
Coeff. Pr.	-	
ECTS	-	

Objectifs

L'objectif est de favoriser les échanges pédagogiques entre les différentes Ecoles de l'INPL et de proposer aux élèves des thèmes d'études totalement nouveaux.

Prérequis

Programme

Chaque élève d'une Ecole choisit plusieurs cours (24h au total) parmi un programme de « Cours d'Ouverture » proposés par les autres Ecoles de l'INPL (30 à 40 cours différents). Les thèmes abordés relèvent des Sciences de l'Ingénieur au sens large.

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Note établie sur l'assiduité

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG34	
COMMUNICATION – EXPRESSION Rapport de Stage Ouvrier <i>Responsable : Annick THIMON</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	10 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	10 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	1,5	
ECTS	-	

Objectifs

Dans la première partie l'accent est mis sur le développement des capacités à rédiger un rapport conséquent. La seconde partie est consacrée à l'approfondissement des techniques de communication

Prérequis

Programme de communication-expression de 1^{ère} année

Programme

Résumé :

Rédaction du rapport ouvrier. Communication et connaissance de soi. Conduite de réunion. Soutenance orale du stage ouvrier.

Programme détaillé :

Entraînement à la rédaction du rapport ouvrier :

Séances 1, 2 et 3 (PC : 3x2h). Aide à la structuration du rapport. Mise en exergue de la problématique du rapport. Préparation à la soutenance orale du rapport. Le rapport produit est noté.

Communication : connaissance de soi :

Séances 3, 4 et 5 (PC : 3x2h). Mise en avant des qualités relationnelles et des compétences personnelles. Approche par analyse transactionnelle, repérage des points forts et des points faibles. Mise en situation par simulation.

Méthodes pédagogiques

Utilisation de matériels audiovisuels pour l'apprentissage de l'expression orale, usage d'outils informatiques de présentation.

Travail personnel

Rédaction du rapport de stage ouvrier : 20h .

Documents et ressources disponibles

Mise à disposition de documents sur l'Espace Numérique de Travail : Support de cours, documents types, liste d'ouvrages de référence.

Savoir faire et compétences acquises

Savoir rédiger un rapport conséquent

Connaître ses points forts et ses points faibles

Savoir faire un exposé structuré en temps limité

Savoir conduire une réunion et prendre la parole en réunion (rôle de l'animateur, étude des différentes attitudes en réunion)

Modalités d'évaluation

Note individuelle de rapport de stage

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG35	
ACTIVITE SPORTIVE <i>Responsable : François ZIMMERMANN</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	15,75 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	15,75 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	Bonus	
ECTS	-	

Objectifs

La pratique régulière d'une activité sportive est vivement recommandée aux élèves de l'ENSEM. Elle s'intègre dans leur formation générale en favorisant leur équilibre, en développant le rôle de l'action et de la compétition. Enfin, elle participe à rendre les élèves plus autonomes et responsables.

Prérequis

Programme

Types d'activités (liste non exhaustive) :

- Basket-ball
- Escalade
- Course d'orientation
- Volley-ball
- Musculation

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Note établie sur la participation, l'assiduité et le niveau de pratique (bonus en fin d'année).

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG36	
CONFERENCES <i>Responsable : Direction des Relations Industrielles</i>	Cours	20 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	20 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	0,25	
ECTS	0	

Objectifs

Ouverture sur le monde industriel : connaître quelques grands groupes industriels, quelques procédés de fabrication ou de transformation, se familiariser avec le monde industriel.

Prérequis

Programme

La Direction des Relations Industrielles organise régulièrement des visites de sites industriels à l'intention des élèves de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} année.

Exemples d'entreprises régulièrement proposées :

- SOLLAC
- ALSTOM
- PEUGEOT
- TREMMERY
- SAINT-GOBAIN PAM
- SMART
- CATTENOM (Centrale nucléaire)

Chaque année, des conférenciers invités présentent aux élèves quelques secteurs industriels de pointe (techniques, méthodes, outils utilisés), parlent de leur expérience d'ingénieur, des possibles débouchés pour les futurs diplômés ENSEM.

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

QCM portant sur les points abordés dans le cadre des conférences.

Semestre 7 Formation Générale	Référence S7-FG37	
ETUDE DE CAS 1 <i>Responsable : Stéphane RAEL</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	20 h
	Total	20 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1
ECTS	2	

Objectifs

Approche multidisciplinaire d'un dispositif électromécanique de type industriel. Faire le lien entre les différentes approches (électrotechnique, électronique, automatique).

Prérequis

Cours de conversion électromécanique, cours d'électronique de puissance, cours d'électronique, cours d'automatique.

Programme

Résumé :

Régulation de vitesse d'une machine à courant continu à excitation indépendante

Programme détaillé :

Modéliser, au sens des valeurs moyennes, un système non-linéaire de type commande - convertisseur - machine tournante. Identifier les paramètres statiques et dynamiques du modèle. Calculer, implanter et tester les asservissements de courant et de vitesse de la machine tournante.

Travail personnel

Rédiger un compte-rendu au fur et à mesure des séances. A remettre impérativement en fin de TP.

Documents et ressources disponibles

Sujet de TP

Savoir faire et compétences acquises

Modélisation et identification d'un système. Synthèse et implantation analogique de correcteurs.

Modalités d'évaluation

Rapport final

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG40	
ANGLAIS <i>Responsable : Stéphanie GALLAIRE</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	24 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	24 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,25
	ECTS	2,5

Objectifs

Offrir un enseignement modulaire répondant aux besoins des étudiants

Prérequis

Programme

Anglais – OBLIGATOIRE

Au semestre 8 les étudiants peuvent choisir le module répondant le plus à leurs besoins.

- préparation au TOEIC (pour les étudiants n'ayant pas encore obtenu 750 ou ayant préparé le TOEFL en S7)
- 2 autres modules axés sur l'oral, la communication et la civilisation des pays anglophones

Méthodes pédagogiques

- Travail sur des exercices de préparation au TOEIC. Travail sur la grammaire, le lexique, la méthodologie.
- Autres modules: extraits de films, d'articles, activités orales (role plays, group work, presentations)

Travail personnel

- Travail en autonomie au CRL.
- Travail sur des documents et exercices en préparation du cours

Documents et ressources disponibles

Centre de ressources linguistiques du Pôle INPL Brabois

Savoir faire et compétences acquises

Compréhension de l'écrit et de l'oral, expression écrite et orale.

Modalités d'évaluation

Un contrôle continu propre à chaque groupe

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG41	
LANGUE VIVANTE 2 <i>Responsable : Stéphanie GALLAIRE</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
ECTS	1,5	

Objectifs

Cf. S7-FG31

Prérequis

Cf. S7-FG31

Programme

Cf. S7-FG31

Méthodes pédagogiques

Cf. S7-FG31

Travail personnel

Cf. S7-FG31

Documents et ressources disponibles

Cf. S7-FG31

Savoir faire et compétences acquises

Cf. S7-FG31

Modalités d'évaluation

Cf. S7-FG31

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG42	
COURS D'OPTION <i>Responsable : Direction des Etudes</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
ECTS	1,5	

Objectifs

Cf. S7-FG32

Prérequis

Cf. S7-FG32

Programme

Cf. S7-FG32

Méthodes pédagogiques

Cf. S7-FG32

Travail personnel

Cf. S7-FG32

Documents et ressources disponibles

Cf. S7-FG32

Savoir faire et compétences acquises

Cf. S7-FG32

Modalités d'évaluation

Cf. S7-FG32

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG42-1	
INTRODUCTION A LA PHILOSOPHIE ET A L'HISTOIRE DES SCIENCES <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Laurent ROLLET</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	1,5	
ECTS	1,5	

Objectifs

Cf. S7-FG32-1

Prérequis

Cf. S7-FG32-1

Programme

Cf. S7-FG32-1

Méthodes pédagogiques

Cf. S7-FG32-1

Travail personnel

Cf. S7-FG32-1

Documents et ressources disponibles

Cf. S7-FG32-1

Savoir faire et compétences acquises

Cf. S7-FG32-1

Modalités d'évaluation

Cf. S7-FG32-1

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG42-2	
INNOVATION ET INGENIERIE DE CONCEPTION	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
<u>Cours d'option</u>	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
<i>Responsable : Jean-Christophe MARPEAU</i>	ECTS	1,5

Objectifs

Cf. S7-FG42-2

Prérequis

Cf. S7-FG42-2

Programme

Cf. S7-FG42-2

Méthodes pédagogiques

Cf. S7-FG42-2

Travail personnel

Cf. S7-FG42-2

Documents et ressources disponibles

Cf. S7-FG42-2

Savoir faire et compétences acquises

Cf. S7-FG42-2

Modalités d'évaluation

Cf. S7-FG42-2

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG42-3	
CONNAISSANCE DE SOI ET RELATION A AUTRUI <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Jacques WODA</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	18 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	18 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	1,5	
ECTS	1,5	

Objectifs

Cf. S8-FG42-3

Prérequis

Cf. S8-FG42-3

Programme

Cf. S8-FG42-3

Méthodes pédagogiques

Cf. S8-FG42-3

Travail personnel

Cf. S8-FG42-3

Documents et ressources disponibles

Cf. S8-FG42-3

Savoir faire et compétences acquises

Cf. S8-FG42-3

Modalités d'évaluation

Cf. S8-FG42-3

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG42-4	
PROGRAMME FORCE FORMATION AUX CULTURES EUROPEENNES <u>Cours d'option</u> <i>Responsable : Direction des Etudes</i>	Cours 1	51 h
	Cours 2	27 h
	Total	78 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	1,5
	ECTS	1,5

Objectifs

Cf. S7-FG32-4

Prérequis

Cf. S7-FG32-4

Programme

Cf. S7-FG32-4

Méthodes pédagogiques

Cf. S7-FG32-4

Travail personnel

Cf. S7-FG32-4

Documents et ressources disponibles

Cf. S7-FG32-4

Savoir faire et compétences acquises

Cf. S7-FG32-4

Modalités d'évaluation

Cf. S7-FG32-4

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG43	
CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE 3 <i>Responsables : Sophie THAUNAY – Samba FALL</i>	Cours	24
	MC	-
	PC	15
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	39 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	2
ECTS	4	

Objectifs

Mesurer l'importance de la mise en œuvre d'une stratégie, évaluer les conséquences de cette mise en œuvre, maîtriser les risques, et appréhender la notion de « posture éthique ». Appréhender les outils de gestion à disposition des chefs d'entreprise pour évaluer la santé de leur entreprise, élaborer de nouvelles stratégies.

Prérequis

Concepts de base de 1ère année

Programme

Résumé :

L'entreprise et sa démarche stratégique, entreprise et éthique, rentabilité et financement d'investissement.

Programme détaillé :

L'entreprise et sa démarche stratégique : introduction sur « environnement et entreprise »

1. Finalités et objectifs de la démarche stratégique
2. Les concepts de l'analyse concurrentielle
3. les stratégies de base
4. Croissance et internationalisation de l'entreprise
5. Croissance interne et croissance externe
6. les options stratégiques
7. Mise en œuvre et contrôle des stratégies. L'approche qualité

Entreprise et Ethique :

1. Le rôle de l'entreprise dans la société
2. La mise en cause de la responsabilité sociétale de l'entreprise
3. La mise en œuvre de l'éthique dans l'entreprise
4. Ethique et efficacité de l'entreprise
5. L'éthique, les finances, la mercatique et la gestion des ressources humaines. La participation des groupes aux décisions, l'exercice du pouvoir dans l'entreprise, les styles de management alternatifs

Gestion financière :

1. Les documents de synthèse des entreprises : Bilan, compte de résultat, tableau d'amortissement
2. Bilan financier
3. TSIG et Capacité d'autofinancement
4. Seuil de rentabilité
5. Budget de trésorerie
6. Rentabilité des investissements : VAN, TRI, DR

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Travail personnel demandé : lecture d'ouvrages, de textes, et de périodiques : l'express, le nouvel observateur, entreprise...

Documents et ressources disponibles

Références bibliographiques : « stratégie de l'entreprise et motivation des hommes » Octave Gélienier édition : les éditions d'organisation ; Que sais-je : « l'économie d'entreprise » Pierre Franck édition : PUF
Support de cours : théorie et exercices corrigés.

Savoir faire et compétences acquises

Analyse de bilan et compte de résultat. Calcul de rentabilité

Modalités d'évaluation

Evaluation écrite en fin de module

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG44	
COMMUNICATION – EXPRESSION Soutenance du Stage Ouvrier <i>Responsable : Annick THIMON</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	6 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	6 h
	Coeff. Th.	-
Coeff. Pr.	0,5	
ECTS	-	

Objectifs

Dans la première partie l'accent est mis sur le développement des capacités à rédiger un rapport conséquent. La seconde partie est consacrée à l'approfondissement des techniques de communication

Prérequis

Programme de communication-expression de 1^{ère} année

Programme

Résumé :

Rédaction du rapport ouvrier. Communication et connaissance de soi. Conduite de réunion. Soutenance orale du stage ouvrier.

Programme détaillé :

Conduite de réunion :

Séances 1 à 5 (PC 5x2h). Etude des différentes techniques d'animation et des différents comportements de groupe. Mise en situation autour de la prise de décision et l'animation de débat.

Cette partie est notée : une note en situation d'animateur et une note en situation d'intervenant dans un groupe.

Soutenance orale du stage ouvrier :

Séance 6 (PC 1x2h). Exposé oral individuel de la problématique traitée dans le rapport du stage ouvrier. La soutenance se passe devant les autres élèves et un jury de deux professeurs. Les élèves participent à l'animation des débats. Cette soutenance est notée.

Méthodes pédagogiques

Utilisation de matériels audiovisuels pour l'apprentissage de l'expression orale, usage d'outils informatiques de présentation.

Travail personnel

Conduite de réunion : 1h. Présentation orale du stage ouvrier : 3h (avec le powerpoint à travailler !)

Documents et ressources disponibles

Mise à disposition de documents sur l'Espace Numérique de Travail : Support de cours, documents types, liste d'ouvrages de référence.

Savoir faire et compétences acquises

Savoir rédiger un rapport conséquent
Connaître ses points forts et ses points faibles
Savoir faire un exposé structuré en temps limité
Savoir conduire une réunion et prendre la parole en réunion

Modalités d'évaluation

Note individuelle sur la conduite de réunion + note individuelle de soutenance orale du rapport de stage.

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG45	
ACTIVITE SPORTIVE <i>Responsable : François ZIMMERMANN</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	15,75 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	15,75 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	Bonus
ECTS	-	

Objectifs

La pratique régulière d'une activité sportive est vivement recommandée aux élèves de l'ENSEM. Elle s'intègre dans leur formation générale en favorisant leur équilibre, en développant le rôle de l'action et de la compétition. Enfin, elle participe à rendre les élèves plus autonomes et responsables.

Prérequis

Programme

Types d'activités (liste non exhaustive) :

- Basket-ball
- Escalade
- Course d'orientation
- Volley-ball
- Musculation

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Note établie sur la participation, l'assiduité et le niveau de pratique (bonus en fin d'année).

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG46	
SST + CONFÉRENCES <i>Responsable : Direction des Relations Industrielles</i>	Cours	10 h
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	10 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	0,75
ECTS	1	

Objectifs

SST : Il s'agit d'un enseignement de sensibilisation aux problématiques Santé et Sécurité au Travail (8h).

Conférences : Cf. S7-FG36

Prérequis

Conférences : Cf. S7-FG36

Programme

SST : Ce module présente les enjeux de la SST : la réglementation relative aux accidents du travail et des maladies professionnelles.

Des cas concrets sont analysés et discutés avec l'aide de professionnels de l'Inspection du Travail, de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie et de l'INRS.

Conférences : Cf. S7-FG36

Méthodes pédagogiques

Conférences : Cf. S7-FG36

Travail personnel

Conférences : Cf. S7-FG36

Documents et ressources disponibles

Conférences : Cf. S7-FG36

Savoir faire et compétences acquises

Conférences : Cf. S7-FG36

Modalités d'évaluation

SST : Evaluation écrite

Conférences : Cf. S7-FG36

Semestre 8 Formation Générale	Référence S8-FG47	
ETUDE DE CAS 2 <i>Responsable : Alain LEFEVRE</i>	Cours	-
	MC	-
	PC	-
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	10 h
	Coeff. Th.	-
	Coeff. Pr.	0,5
ECTS	1	

Objectifs

Prérequis

Programme

Méthodes pédagogiques

Travail personnel

Documents et ressources disponibles

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

MODULES ELECTIFS 2^{ème} Année

Descriptif des Modules

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-ME40	
DYNAMIQUE DES GAZ COMPRESSIBLES ET THERMOPROPULSION <i>Responsable : Fabrice LEMOINE</i>	Cours	30 h
	MC	-
	PC	10 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	1
Coeff. Pr.	1	
ECTS	4	

Objectifs

L'objectif est de donner aux étudiants les principaux outils de compréhension et de calcul des écoulements compressibles, en partant du domaine subsonique pour aller jusqu'aux écoulements supersoniques.

Le cours sera illustré par de nombreux exemples d'application en écoulement interne (tuyères) et en aérodynamique externe (ailes d'avion). Enfin, des applications spécifiques à la propulsion aéronautique (turboréacteurs, statoréacteurs) seront abordées.

Ce module donnera aux étudiants la culture nécessaire pour aborder des fonctions d'ingénieur où une connaissance de la dynamique de gaz est nécessaire : il s'agit des domaines de la propulsion aéronautique et de l'aérodynamique externe des engins volants, mais aussi le domaine du calcul des foyers de combustion.

Prérequis

Programmes de mécanique des fluides de première année

Programme

- Introduction à l'aérodynamique
- Outils fondamentaux
- Notion de compressibilité
- Ecoulements 1D et calcul des tuyères
- Ecoulement supersonique, méthodes des caractéristiques
- Ondes de choc droites
- Ondes de choc obliques
- Ecoulements compressibles avec transferts de chaleur et pertes de charge
- Ecoulements subsoniques
- Ecoulements transsoniques
- Thermopropulsion: statoréacteur, turboréacteur simple et double flux en cycle idéal, nouveaux concepts propulsifs.

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-ME41	
MACHINES THERMIQUES : DE LA MACHINE A VAPEUR A LA PILE A COMBUSTIBLE <i>Responsable : Alain LEFEVRE</i>	Cours	18 h
	MC	-
	PC	10 h
	Tutorat	-
	TP	12 h
	Total	40 h
	Coeff. Th.	1,4
Coeff. Pr.	0,6	
ECTS	4	

Objectifs

Etude du mode de fonctionnement et pré-dimensionnement des systèmes de production d'énergie. Détermination de leurs performances en vue de leur optimisation. Approche économique et environnementale.

Prérequis

Cours de thermodynamique de première année

Programme

Approche simplifiée de la combustion, détermination des P_{ci} et P_{cs} , pouvoir comburivore, pouvoirs fumigènes, température théorique de combustion, conditions stœchiométriques, avec excès ou défaut d'air, complète ou incomplète, diagramme d'Ostwald, comparaison de combustibles.

Etude des turbines à gaz, circuit ouvert et fermé. Rendement, consommation, CO_2

Etude des turbines à vapeur, avec soutirages et resurchauffes. Rendement, consommation, production de CO_2

Cycles combinés, cogénération, tri-génération. Rendements, consommation, CO_2

Moteurs à combustion interne essence, diesel simple et mixte, gaz et divers. Rendement, consommation, CO_2

Production de froid par compression de vapeur et absorption. Conditions de fonctionnement.

Dimensionnement des composants, coefficient de performance.

Conditionnement et traitement d'air.

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-ME42	
INGENIERIE DES SOLIDES ET DES STRUCTURES <i>Responsable : Jean-François SCHMITT</i>	Cours	25 h
	MC	-
	PC	15 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

L'objectif de ce module est d'initier les étudiants à quelques applications pratiques de la mécanique des solides et des structures dans le domaine de l'ingénierie.

Prérequis

Programme

Dynamique des Structures :

Les calculs dynamiques de structures sont devenus une étape essentielle dans la conception ou la vérification de tout système déformable évoluant dans un environnement dynamique. Il s'agit ici de présenter aux étudiants les principes et méthodes de base de la dynamique des Structures en mettant plus particulièrement l'accent sur l'analyse modale (intérêt du calcul des fréquences propres ou des modes propres d'une structure). La modélisation de structures réelles par des systèmes discrets à 1, 2,...n degrés de liberté est d'abord envisagé. Les vibrations de structures continues de type poutre (vibrations longitudinales, vibrations transversales, vibrations de torsion) sont ensuite abordées. Les principales techniques expérimentales utilisées en analyse modale sont par ailleurs présentées.

Conception mécanique Assistée par Ordinateur :

Réalisation de maquettes numériques sous CATIA (ou INVENTOR) en liaison avec des codes de calcul tels qu'ABAQUS. La démarche procède (i) de l'inventaire des solutions, (ii) d'une phase de modélisation, (iii) d'une étape de maquettage numérique et (iv) d'une analyse.

Essais Mécaniques :

Essais sur structures et matériaux, essais nécessaires pour permettre la conception mais également pour la valider.

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Evaluation écrite de fin de module

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-EL40	
MODELISATION ET COMMANDE DES SYSTEMES ELECTRIQUES EMBARQUES <i>Responsable : Farid MEIBODY-TABAR</i>	Cours	28 h
	MC	-
	PC	12 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

Modéliser les constituants d'une chaîne de conversion électrique et électromécanique d'énergie dans les systèmes embarqués. Présenter différentes stratégies de contrôle du couple d'actionneurs électriques munis de machines synchrones à aimants permanents alimentées par onduleurs de tension. Présenter des architectures de commande rapprochée des principaux convertisseurs DC-DC. Méthodes d'étude de la stabilité de systèmes distribués à plusieurs sources et plusieurs charges interconnectées – application aux réseaux électriques dans les systèmes embarqués (avion, automobile, ferroviaire).

Prérequis

Programme du CFS d'Electricité du tronc commun

Programme

- Généralité sur les chaînes de conversion électromécanique d'énergie et les moyens du contrôle de la puissance transitée.
- Modèle d'ensemble onduleur-machine synchrone à aimants
- Différentes stratégies de contrôle du couple des actionneurs électriques.
- Différentes méthodes du contrôle de courant des convertisseurs statiques et l'étude de leurs comportements vis-à-vis des perturbations
- Modélisation des hacheurs non isolés en vue de la commande
- Utilisation de la spectroscopie d'impédance pour l'étude des systèmes multi sources multi charges interconnectées - règles d'interconnexion
Application à la stabilité des ensemble filtres / onduleurs machines
Application à la stabilité des ensembles filtres / hacheurs DC/DC.

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-EL41	
SYSTEMES « PILE A COMBUSTIBLE » <i>Responsable : Stéphane RAEL</i>	Cours	33 h
	MC	-
	PC	7 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

Présenter les principes de fonctionnement, de modélisation et de mise en œuvre des piles à combustible et des éléments de stockage associés (accumulateurs électrochimiques, supercondensateurs couche double électrique). Présenter les principes d'intégration de ces dispositifs au sein des systèmes électriques.

Prérequis

Programme du CFS d'Electricité du tronc commun

Programme

- Introduction à la physique des piles à combustible : thermodynamique et notions d'électrochimie de base, transport de matière, calcul des flux de réactifs
- Différents types de piles à combustible
- Description d'un système pile (cœur de pile et auxiliaires)
- Architecture électrique d'un système pile (convertisseurs statiques et auxiliaires) - Etude de cas (application stationnaire, application transport)
- Principes de fonctionnement, modélisation et mise en œuvre des supercondensateurs à couche double électrique - Introduction à l'hybridation de sources électriques
- Accumulateurs électrochimiques (plomb, NiCd, NiMH, Li-ion) et batteries industrielles

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-EL42	
PROCEDES DE CONVERSION ET DE TRAITEMENT DE L'ENERGIE ELECTRIQUE <i>Responsable : Noureddine TAKORABET</i>	Cours	30 h
	MC	-
	PC	8 h
	Tutorat	-
	TP	2 h
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

Présenter, caractériser et modéliser différents types d'alternateurs pour convertir l'énergie des sources ne produisant pas de gaz à effet de serre (nucléaire, hydraulique et éolienne) : Turboalternateurs, alternateurs hydrauliques et alternateurs asynchrones ou synchrones à aimants permanents. Présenter certains dispositifs et certains procédés industriels qui utilisent les propriétés électriques et magnétiques des matériaux.

Prérequis

Programme du CFS d'Electricité du tronc commun

Programme

- Principes de conversion de l'énergie des sources non polluantes (énergie nucléaire, hydraulique et éolienne) en énergie mécanique
- Conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique : Turbo-alternateurs, alternateurs hydrauliques, alternateurs asynchrones et synchrones à aimants permanents pour éoliennes : caractéristiques, modèles et mise en oeuvre.
- Conversion de l'énergie électrique dans des procédés industriels

Un ou deux exemples de la liste suivante seront présentés par un spécialiste :

- Chauffage par induction et/ou par micro-ondes
- Transport des fluides conducteurs (magnétohydrodynamique)
- Séparation magnétique des minerais et épuration des eaux par procédés magnétiques

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module : évaluation écrite et rapport de PC-TP

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-SI40	
AIDE A LA DECISION ET A LA CONCEPTION OU COMMENT PRENDRE EN COMPTE LES PHENOMENES ALEATOIRES QUI NOUS ENTOURENT ? <i>Responsable : Pierre RIEDINGER</i>	Cours	16 h
	MC	-
	PC (plateforme)	24 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

Le monde de l'aléa et des processus aléatoires est aujourd'hui entré de plain-pied dans l'ingénierie des systèmes que ce soit en conception - développement ou en en maintenance - diagnostic. La puissance de prédiction liée à leur modélisation fournit une aide précieuse à la décision. Autrefois ignorés faute de connaissance et de savoir faire, les processus aléatoires sont désormais intégrés et indispensables à la phase de conception des produits. Le renouvellement des techniques utilisées que nous connaissons dans le traitement de l'information (téléphonie, internet, imagerie) est largement dû à la prise en considération de ces phénomènes.

Prérequis

Notions élémentaires de probabilités et de statistiques

Programme

La méthode d'enseignement privilégiée est sous forme de plateforme permettant la mise en œuvre de solutions actuelles sur des problèmes concrets (Conception de filtres, débruitage de signaux, simulation de chaîne de markov, ...)

Le cours se décline de la façon suivante :

- Présentation des outils de modélisation et d'analyse des processus aléatoires
 - Vecteurs aléatoires gaussiens, Prédiction dans un vecteur gaussien,
 - Régression linéaire, Espérance conditionnelle,
 - Processus de renouvellement, étude de population
 - Processus de Poisson, application aux files d'attente
 - Chaîne de Markov
- Présentation de techniques permettant de discriminer dans un message le signal du bruit.
 - Conception du « meilleur » récepteur.
 - Filtre de Kalman, Filtrage Optimal
 - Algorithmes et mise en œuvre.

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Compte-rendus des plateformes

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-SI41	
SIGNAUX, TELECOMMUNICATIONS ET OBJETS NOMADES <i>Responsable : Didier WOLF</i>	Cours	12 h
	MC	-
	PC	28 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

Ce module intitulé Signaux, Capteurs et Télécom. vise à présenter les concepts et techniques qui sont à la base des objets nomades et des systèmes embarqués (automobile, avionique).

La pédagogie s'appuiera essentiellement sur des études de cas afin de permettre une démarche inversée allant de la présentation du problème à la solution. Les compléments théoriques nécessaires seront introduits au fil des études de cas.

Prérequis

Cours de traitement du signal, d'électronique analogique et numérique et d'électromagnétisme.

Programme

Le cours portera sur :

- Les principes physiques des capteurs (images, sons, position, vitesse, accélération etc.)
- La chaîne d'instrumentation
- Les principes utilisés pour les télécommunications (notamment RFID)
- Les techniques d'analyse temps-fréquences et temps échelle
- Une introduction aux principes de l'informatique ambiante
- Les techniques d'intégration matérielle

Les plates-formes d'étude porteront sur :

- Le système de positionnement par satellites GPS
- Le système de compression MP3 et JPEG
- L'analyse et le traitement de la parole
- Le cardiomètre embarqué
- Le ping pong cérébral

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module

Semestre 8 Cours Electif Scientifique	Référence S8-E-SI42	
CONTROLE / PILOTAGE DE CLEMENT ADER A L'A380 EN PASSANT VIA ARIANE 5 <i>Responsable : Claude IUNG</i>	Cours	12 h
	MC	-
	PC	28 h
	Tutorat	-
	TP	-
	Total	40 h
	Coeff. Th.	2
Coeff. Pr.	-	
ECTS	4	

Objectifs

Ce module électif permet un approfondissement tant sur le plan théorique que pratique, des outils mathématiques d'analyse, de synthèse et de simulation de systèmes de contrôle/commande avec le domaine aérospatial comme univers applicatif principal. Il s'adresse aux étudiants de toutes les filières intéressés par l'acquisition d'un savoir-faire des techniques de contrôle et de pilotage de base nécessaires à tout ingénieur confronté à un problème de contrôle/commande peu importe le secteur d'ingénierie (gestion de l'énergie, robotique, automobile, avionique, sidérurgie, industries chimiques, etc). Le choix du secteur aérospatial comme domaine applicatif dans ce cours se justifie par le fait que le contrôle/commande est fondamental tant en aéronautique que dans le spatial : pilotage, guidage, navigation, mise à poste et contrôle de satellites et aussi par le fait qu'il s'agit du domaine d'application où les problèmes rencontrés peuvent aller de la modélisation et du contrôle de processus simples jusqu'aux méthodes les plus récentes de la théorie du contrôle.

Prérequis

Les asservissements linéaires classiques, les variables d'état avec les propriétés élémentaires : stabilité, observabilité.

Programme

Au niveau théorique, ce module s'appuie sur les concepts de base de la commande des systèmes linéaires (représentation fréquentielle, régulateurs, réseaux correcteurs, espace d'état, retour d'état, observateurs) introduits en première année. Les compléments apportés concernent les techniques avancées telles que la commande des systèmes avec critère quadratique, l'observation, la robustesse et la commande numérique.

Au niveau pratique, ce module est organisé en deux parties. Une première partie dédiée à des études de cas simples empruntées au domaine aérospatial qui permettront de doter les élèves de réelles compétences pour l'analyse des performances d'un système de régulation, la conception des boucles de régulation à un ou plusieurs degrés de liberté, et la maîtrise des problèmes de conception et de mise en oeuvre de système de contrôle commande. Des supports logiciels adaptés (MATLAB en particulier) permettent aux élèves de mener à bien ce type de réalisations. La deuxième partie concerne les aspects liés au pilotage, au guidage et à la navigation et fera l'objet d'interventions d'ingénieurs de l'industrie aérospatiale (CNES, EADS).

Travail personnel

20h

Documents et ressources disponibles

Polycopié

Savoir faire et compétences acquises

Modalités d'évaluation

Contrôle de fin de module