

**Université Saint-Joseph de Beyrouth
Faculté d'Ingénierie
École Supérieure d'Ingénieurs de Beyrouth**

MASTER OPTION GÉNIE ÉLECTRIQUE

**ماستر في
هندسة الكهرباء**

2020 - 2021

Responsable : Mme Flavia KHATOUNIAN

Mai 2020

Adresse : École Supérieure d'Ingénieurs de Beyrouth
Campus des sciences et technologies
Mar Roukos – Dekwaneh
B.P. 1514 - Riad El Solh Beyrouth 1107 2050
LIBAN
Téléphone : + 961 (0) 1 421 317
Télécopie : + 961 (0) 4 532 645
Courriel : fi.esib@usj.edu.lb

MASTER

OPTION GÉNIE ÉLECTRIQUE

1- Présentation générale

Le Génie Électrique occupe une place importante dans le secteur industriel englobant la production, le transport, la distribution, les applications et le contrôle de l'énergie électrique.

Les développements techniques majeurs des dernières années ont eu lieu dans les domaines liés à l'énergie électrique qui prend de ce fait une part prépondérante dans tous les secteurs domestiques et industriels ainsi que dans les technologies de pointe grâce à sa souplesse de transformation, son rendement élevé de conversion, sa facilité de transport et de distribution, son champ d'application très important et de plus en plus large, et ses aptitudes au contrôle aisé au moyen des techniques informatiques modernes.

Ces dernières années, une activité de recherche universitaire et industrielle soutenue, a permis d'énormes progrès à travers l'apparition de nouveaux matériaux pour l'électrotechnique, de nouveaux composants semi-conducteurs de puissance, de nouvelles plateformes numériques très performantes permettant l'implantation d'algorithmes de plus en plus complexes et de nouvelles méthodes de stockage d'énergie. La reconstruction du secteur industriel du Liban doit faire appel à ces nouvelles techniques. La transmission du savoir-faire des pays développés ne peut se réaliser qu'à travers une osmose entre le domaine professionnel et celui de la recherche et du développement.

2- Objectifs scientifiques et pédagogiques

Le programme du Master en Génie Électrique assure une formation scientifique dans le domaine du Génie électrique et permet aux étudiants qui le désirent la préparation d'une thèse en génie électrique.

Les domaines d'expertise et débouchés concernent tous les secteurs du Génie Électrique : Électronique de Puissance, Machines Électriques, Haute-tension, Energies renouvelables, Stockage de l'Énergie, Entraînements Électriques...

L'Université Saint-Joseph de Beyrouth, consciente de l'importance de ces problèmes, a décidé d'animer l'action de recherche à travers un Master intitulé "**Génie Électrique**".

Ce Master vise à former :

- des enseignants et des chercheurs,
- des spécialistes de haut niveau nécessaires dans les diverses administrations concernées et bureaux d'études,
- des chercheurs étrangers : en raison de l'importance des problèmes abordés, l'ouverture à des étudiants étrangers du bassin méditerranéen peut amener une synergie favorable à une meilleure utilisation commune des ressources.

3- Organisation générale du Master

Ce Master comporte 120 crédits, répartis sur 4 semestres MR1, MR2, MR3 et MR4 de 30 crédits en général chacun.

La préparation du Master comprend :

- des enseignements théoriques et pratiques,
- des séminaires et conférences spécialisés,
- des visites techniques,
- un stage de recherche dans un centre agréé sur un sujet de mémoire.

4- Organisation du stage de recherche

Un stage de recherche est effectué dans un des centres d'accueil de la formation, sous la direction d'un enseignant.

Ce stage, d'une durée minimale d'un semestre (MR4), a pour objectif de développer chez l'étudiant l'ensemble des compétences nécessaires à un chercheur :

- recherche bibliographique,
- analyse critique de l'état de l'art,
- acquisition de méthodes de mesure,
- traitement des informations,
- maîtrise des techniques de communication...

Le stage fait l'objet d'un mémoire écrit et d'une soutenance publique. Le mémoire comporte une partie bibliographique et une partie technique.

La notation du stage tient compte de trois éléments :

- notation du stagiaire pour son travail et son comportement durant le stage,
- note de mémoire écrit,
- note de soutenance orale.

5- Recrutement

Catégorie 1- Admission au premier semestre du cursus Master (MR1)

Sur dossier pour les candidats titulaires d'une Licence en Physique, Electricité, Electronique, Electrotechnique, Electromécanique, ou d'un diplôme équivalent.

Catégorie 2- Admission en cours du cursus Master

Sont autorisés à déposer les dossiers de candidature :

- Les ingénieurs en Electricité, Electronique, Electrotechnique et Electromécanique diplômés,

- Les titulaires d'une Maîtrise ou d'un Master, en Physique, Electricité, Electronique, Electrotechnique, Electromécanique,
- Les étudiants de Troisième Année en Génie Electrique de l'ESIB (cinquième année d'études supérieures),
- Les titulaires d'un diplôme reconnu équivalent.

La sélection des candidats est faite par un jury d'admission dans la limite des places disponibles.

Sur proposition du Directeur du Département des Etudes Doctorales, le jury d'admission fixera pour chaque étudiant de la catégorie 2, les matières et modules validés en fonction de son cursus et de ses résultats préalables et définira son parcours au Master dans la spécialité concernée, incluant éventuellement des matières complémentaires pré-requises. Dans tous les cas, pour cette catégorie d'étudiants, le nombre de crédits validés ne pourra pas dépasser 60 crédits. La proposition de la validation de la formation antérieure est soumise à l'approbation de la commission des équivalences de l'USJ.

RÈGLEMENT DU MASTER

En Génie Électrique

I. Organisation des enseignements

La préparation du Master comprend :

- des enseignements théoriques et pratiques,
- des séminaires et conférences spécialisés,
- des visites techniques,
- un stage de recherche dans un centre agréé et sur un sujet de mémoire.

II. Contrôle des connaissances

Le Master Option **Génie Électrique** est délivré aux candidats qui ont subi avec succès les contrôles portant sur les enseignements théoriques et pratiques et qui justifient d'un niveau suffisant lors de la préparation et de la soutenance du mémoire. Les contrôles de connaissances et les examens sont obligatoires. Il n'est pas prévu de reprise d'examens. En cas d'empêchement, les étudiants ne peuvent reprendre les épreuves de semestre ou de rattrapage sauf cas de force majeure qui sera soumis à l'approbation du Conseil d'Ecole.

III. Présence

La présence aux cours et à toutes les activités d'enseignement est obligatoire et elle est contrôlée. Le jury ne peut examiner les matières où l'absence de l'étudiant a dépassé 30%. Dans ce cas, l'étudiant ne peut se présenter à l'examen, obtient la note zéro (ECTS : F) et ne peut se présenter à l'examen de rattrapage.

IV. Conditions de réussite

A chaque matière est affectée une note. La note requise pour la validation d'une matière est de 10/20. En cas de non validation d'une ou plusieurs matières par des étudiants, une session de rattrapage est prévue.

Le mémoire de recherche est validé si sa note finale est égale ou supérieure à 12/20.

V. Diplôme

Les études sont sanctionnées par la délivrance d'un Master Option **Génie Électrique**, lorsque le candidat satisfait aux conditions suivantes :

- Toutes les matières sont validées.

- La note du mémoire final est égale ou supérieure à 12/20.

Pour l'affectation de la mention, une moyenne générale est calculée à partir de la moyenne du semestre MR3 pondérée de 60% et celle du semestre MR4 pondérée de 40%. En fonction de quoi, les mentions suivantes sont accordées :

- De 12/20 à 13.99/20 : Assez Bien
- De 14/20 à 15.99/20 : Bien
- À partir de 16/20 : Très Bien

Organisation prévisionnelle de l'enseignement

Les matières des semestres MR1, MR2, MR3 et MR4 sont groupées en modules suivant les tableaux ci-dessous.

Semestre MR1	Matières	Cours	TC	ECTS
020CA1MM1	Convertisseurs autonomes 1	52,5		6
020CE1MM1	Capteurs et instrumentation	35		4
020GE1MM1	Mini projet 1 : Validé par équivalence pour les étudiants de l'ESIB		60	6
020ME2MM1	Machines électriques 2	52,5		6
020SCNMM1	Systèmes et commandes numériques	35		4
020SMPMM1	Systèmes à microprocesseurs	35		4
	TOTAL	270	60	30

Semestre MR2	Matières	Cours	TC	ECTS
020ANGMM2	Anglais	35		4
020ANRMM2	Analyse des réseaux électriques	35		4
020CA2MM2	Convertisseurs autonomes 2	35		4
020CTMM2	Commande temporelle	35		4
020EVVMM2	Entraînements à vitesse variable	52,5		6
020GE2MM2	Mini projet 2 : Validé par équivalence pour les étudiants de l'ESIB		80	8
	TOTAL	272,5	80	30

Semestre MR3	Matières	Cours	TC	ECTS
020ASNMM3	Architecture des systèmes numériques	18,0	18,0	4
020BCMMM3	BE Commande avancée des machines	09,0	09,0	2
020BEPMM3	BE Electronique de puissance avancée	09,0	09,0	2
020CAEMM3	Commande avancée des machines électriques	18,0	18,0	4
020EPAMM3	Electronique de puissance avancée	18,0	18,0	4
020MCCMM3	Modélisation et commande des convertisseurs statiques	18,0	18,0	4
020RSDMM3	Réseaux électriques à sources distribuées	18,0	18,0	4
020STEMM3	Stockage de l'énergie	18,0	18,0	4
020BCAMM3	BE Techniques de commandes avancées	09,0	09,0	2
	TOTAL	270	135	30

Semestre MR4	Matières	Cours	TC	ECTS
020MGEMM4	Stage de recherche avec mémoire	0	300	30
	TOTAL	300	300	30

Sommaire du Programme des enseignements

Semestre MR1

020CA1MM1 – Convertisseurs autonomes 1 – C 52,5h, 6 crédits

Enseignant : M. Hadi KANAAN

Contenu – Généralités. Rappel sur les familles de convertisseurs. Place des convertisseurs autonomes dans les applications industrielles. Rappel sur les principaux semi-conducteurs de puissance utilisés dans les convertisseurs autonomes : structure, caractéristiques statiques et dynamiques, circuits de protection et d'aide à la commutation, circuit de commande. Variateurs à courant continu. Hacheurs série et parallèle. Application à la commande en vitesse d'un moteur à courant continu. Alimentations à découpage non-isolées. Hacheurs abaisseurs, élévateurs et inverseurs. Fonctionnement en conduction continue et discontinue. Alimentations isolées. Forward à un interrupteur. Forward asymétrique. Forward à sorties multiples. Push-pull série. Push-pull parallèle. Push-pull en pont complet. Fly-back à une ou plusieurs sorties, en continuité ou en discontinuité de flux. Onduleurs monophasés. Onduleur avec un transformateur à point milieu. Onduleur en demi-pont. Onduleur en pont complet. Onduleurs triphasés. Onduleurs multi-niveaux.

020CE1MM1 – Capteurs et instrumentation – C 35h, 4 crédits

Enseignant : M. Joseph EL ASMAR – M. Elie AOUD

Contenu – Généralités : Principes fondamentaux, corps d'épreuve, grandeurs d'influence, caractéristiques métrologiques (erreurs, sensibilité, rapidité). Conditionneurs de capteurs passifs : Montage potentiométrique, pont de Wheatstone, oscillateurs. Conditionneur du signal : analyse spectrale, chaîne de mesure, adaptation, linéarisation, amplification, réduction de la tension de mode commun, détection de l'information des signaux modulés en amplitude ou en fréquence. Capteurs optiques : Propriétés de la lumière, cellule photoconductrice, photodiode, phototransistor. Capteurs de température : Thermométrie par résistance, thermométrie par diode et transistor, thermométrie par thermocouple. Capteurs tachymétriques : Généralités, tachymètre à courant continu, tachymètres à courant alternatif, tachymètre à réluctance variable, tachymètre optique. Capteurs de position et de déplacement : Potentiomètre résistif, capteurs inductifs, microsyn, capteurs capacitifs, montages de mesure, capteurs digitaux, codeurs absolus, générateur incrémental optique. Capteurs de force, pesage et couple : Capteurs piézoélectriques, capteurs à magnétostriction.

020GE1MM1 – Mini projet 1 – C 0h, TC 60h, 6 crédits

Enseignant : Equipe d'enseignants

Contenu – Réaliser un mini projet dans l'une des disciplines du semestre MR1.

020ME2MM1 – Machines électriques 2 – C 52,5h, 6 crédits

Enseignants : Mme Flavia KHATOUNIAN EL RAJJI - M. Ragi GHOSN

Contenu – Le cours de Machines électriques 2 s'articule autour de quatre axes : I) Transformateurs : Etude des transformateurs spéciaux - Transformateurs en régime déséquilibré - Régimes transitoires des transformateurs - Fonctionnement en parallèle des transformateurs - Applications sous Matlab. II) Machines à courant continu : Mise en équation de la MCC en régime transitoire - Exploitation des équations en régime transitoire non saturé. III) Machines asynchrones : Fonctionnement en génératrice et en

frein - Machines asynchrones spéciales : monophasées, à double cage et à encoches profondes - Modélisation de la machine asynchrone en régime transitoire et applications.
IV) Machines synchrones : Rappels sur les champs tournants - Modélisation dynamique des machines synchrones : à pôles lisses, à pôles saillants, avec ou sans amortisseurs - Etude du régime transitoire en mode alternateur et applications.

020MPMM1 – Systèmes à microprocesseurs – C 35h, 4 crédits

Enseignant : M. André CHKEIBANE

Contenu – Architecture - Microprocesseurs à usage général - Processeurs de traitement numérique du signal DSP - Microcontrôleurs - Mémoires - Dispositifs d'entrées/sorties - Modes d'échanges d'informations - Microcontrôleurs - Processeurs de traitement numérique du signal - Programmation - Exemples de processeurs disponibles sur le marché.

020SCNMM1 – Systèmes et commandes numériques – C 35h, 4 crédits

Enseignant : M. Jean SAWMA

Contenu – Modélisation : Structure, organes et fonctionnement d'un système de commande discret – Transformées en Z directe, inverse et modifiée – Fonction de transfert discrète – Echantillonnage asynchrone et multiple.

Analyse et commande des systèmes discrets : Stabilité (asymptotique et BIBO) – Critères de stabilité (Jury et Nyquist) – Stabilité par transformation homographique (Routh et Nyquist) – Réponse indicielle et fréquentielle d'un système échantillonné – Théorème de Shannon – Performances (poursuite et rejet des perturbations et des bruits) – Robustesse (marges de gain et de phase) – Discrétisation des lois de commande analogiques – Conception de la commande : par le lieu d'Evans, par transformation homographique, par approximation pseudo-continue, par déduction (Algorithme de Kalman).

Semestre MR2

020ANGMM2 – Anglais – C 35h, 4 crédits

Enseignant : Equipe d'enseignants

Contenu – Amener les étudiants à maîtriser l'anglais en vue de faciliter leur future insertion dans le milieu professionnel.

020ANRMM2 – Analyse des réseaux électriques – C 35h, 4 crédits

Enseignant : M. Hadi KANAAN

Contenu – Généralités sur les réseaux de distribution de l'énergie électrique. Historique. Rappel sur les concepts énergétiques. Bases de calcul et valeurs réduites. Modélisation d'un réseau électrique. Composants d'une ligne électrique. Calcul des résistances, inductances et capacités linéiques. Effets de la fréquence. Notions de Circular Mil, GMR et GMD. Caractéristiques des conducteurs d'aluminium renforcés d'acier (ACSR). Etude des lignes en régime permanent. Modèle nominal en π d'une ligne. Pertes de puissance. Rendement. Régulation de tension. Impédance caractéristique et puissance caractéristique d'une ligne. Ecoulement de puissance. Compensation réactive. Etude des défauts de court-circuit. Composantes symétriques. Séquences directe, inverse et homopolaire. Application à l'étude de la stabilité. Choix des disjoncteurs. Surtension et coordination de l'isolement. Isolation externe et interne. Prise en compte de la pollution. Méthodes statistiques et semi-statistiques. Réseau de transport à courant continu. Avantages et

faiblesses. Principaux composants. Fonctionnement. Commande et réglage. Etude des grands réseaux. Représentation matricielle. Matrice d'admittance nodale. Techniques de résolution numérique. Algorithmes de Gauss-Seidel et de Newton-Raphson. Simulations numériques des grands réseaux sous Matlab.

020CA2MM2 – Convertisseurs autonomes 2 – C 35h, 4 crédits

Enseignant : M. Hadi KANAAN

Contenu – Techniques de commande appliquées aux convertisseurs autonomes. Rappel sur les limitations de la commande pleine onde. Commande MLI sinus-triangle. Principes de la sur-modulation. Commande unipolaire et bipolaire d'un pont monophasé complet. Modulation phase par phase d'un onduleur triphasé. Modulation suboptimale. Modulation partielle. Modulation vectorielle d'un onduleur triphasé. Modulation pré-calculée. Commande d'un onduleur en pont monophasé par déphasage des commandes des deux demi-ponts. Modulation sigma-delta et modulation delta. Notes sur le filtrage des grandeurs électriques d'entrée et de sortie. Dimensionnement des filtres. Modélisation mathématique des convertisseurs autonomes. Techniques de modélisation des convertisseurs autonomes. Méthode des générateurs moyens. Méthode du modèle d'état moyen. Méthode de la série de Fourier. Linéarisation. Modèles statique et dynamique en « petits signaux ». Fonctions de transfert. Réglage des convertisseurs autonomes. Réglage linéaire par boucles en cascade. Choix des paramètres des régulateurs. Détermination du pire cas pour la commande. Simulations numériques. Vérification des performances. Imperfections de fonctionnement. Saturation de commande.

020CTMMM2 – Commande temporelle – C 35h, 4 crédits

Enseignant : M. Akram GHORAYEB

Contenu – Le cours de commande temporelle est articulé autour de deux grands axes : I) ANALYSE TEMPORELLE : Équations d'état – Linéarisation – Réponses et matrices de transfert – Réalisation sous forme de contrôlabilité, d'observabilité et de Jordan – Définitions et critères de la contrôlabilité et de l'observabilité – Condition de simplification d'un zéro par un pôle et réalisation minimale. II) COMMANDE PAR RETOUR D'ÉTAT : Placement des pôles avec minimisation de l'erreur et intégration – Observateur d'état – Commande quadratique et filtre de Kalman.

020EVVMM2 – Entraînements à vitesse variable – C 52,5h, 6 crédits

Enseignants : M. Ragi GHOSN - Mme Flavia KHATOUNIAN EL RAJJI

Contenu – Nécessité de la vitesse variable - Machine à courant continu à vitesse variable : Réversibilité totale, convertisseur quatre quadrants sans circulation de courant, boucle de courant, boucle de vitesse - Modélisation et types d'alimentations du moteur asynchrone : équations en valeurs réduites, modèle simplifié à fréquences élevées, commande en tension, commande en courant, convertisseurs associés au moteur asynchrone - Commandes scalaire, vectorielle et DTC de la machine asynchrone - Modélisation de la machine synchrone en vue de la commande - Alimentation par le réseau triphasé - Commande en couple de la machine synchrone : autopilotage et commande vectorielle - Commande en vitesse de la machine synchrone - Bureau d'études sur Matlab/Simulink.

020GE2MM2 – Mini projet 2 – C 0h, TC 80h, 8 crédits

Enseignant : Equipe d'enseignants

Contenu - Réaliser un mini projet dans l'une des disciplines du semestre MR2.

Semestre MR3

020ASNMM3 – Architecture des systèmes numériques – C 18h, TC 18h, 4 crédits

Enseignant : M. Eric MONMASSON

Contenu – Présentation des FPGA et du VHDL synthétisable - Machines d'état - Applications - Méthode Adéquation Algorithme Architecture.

020BCMMM3 – BE Commande avancée des machines – C 09h, TC 09h, 2 crédits

Enseignants : M. Ragi GHOSN - Mme Flavia KHATOUNIAN EL RAJJI

Contenu – Bureau d'études de dimensionnement d'une chaîne de conversion d'énergie correspondant à l'entraînement à vitesse variable d'une charge mécanique donnée. Le travail consiste à choisir le moteur d'entraînement, le (s) convertisseur (s) associés ainsi que la méthode de commande la mieux adaptée à la charge mécanique. Le dimensionnement complet de la chaîne est validé par des simulations permettant de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble - Application de la commande prédictive à la machine synchrone à aimants permanents, comparaison des performances avec une commande classique à base de régulateurs PI.

020BEPMM3 – BE Electronique de puissance avancée – C 09h, TC 09h, 2 crédits

Enseignant : M. Hadi KANAAN

Contenu – Bureau d'études de conception, commande, simulation et analyse de convertisseurs pour l'amélioration de la qualité d'énergie dans les réseaux électriques.

020CAEMM3 – Commande avancée des machines électriques – C 18h, TC 18h, 4 crédits

Enseignants : M. Ragi GHOSN - Mme Flavia KHATOUNIAN EL RAJJI

Contenu – Contrôle vectoriel des actionneurs asynchrones - Commande directe du couple DTC - Fonctionnement sans capteurs - Mesure et observation des grandeurs non mesurables - Calculs de régulateurs et d'observateurs - Autopilotage et commande vectorielle des actionneurs synchrones - Implantation numérique : CAN, capteurs, retards, filtres... - Commande en vitesse et en position.

020EPAMM3 – Electronique de puissance avancée – C 18h, TC 18h, 4 crédits

Enseignant : M. Hadi KANAAN

Contenu – Pollution harmonique des réseaux électriques – Compensation active – Modélisation et commande des convertisseurs – Circuits de correction du facteur de puissance – Cas d'un Boost, d'un SEPIC et d'un convertisseur de Sheppard-Taylor – Redresseurs triphasés non polluants – Redresseur quatre-quadrants – Redresseur de Vienne – Redresseurs à injection de courant – Filtres actifs et hybrides.

020MCCMM3 – Modélisation et commande des convertisseurs statiques – C 18h, TC 18h, 4 crédits

Enseignant : M. Maurice FADEL

Contenu – Modélisation instantanée et aux valeurs moyennes, modèles échantillonnés – Commande en PWM et en amplitude des convertisseurs statiques, cas des onduleurs triphasés de tension. Comparaisons de différentes lois de modulation – Lois de commande pour les redresseurs MLI monophasé et triphasés en absorption sinusoïdale (3 axes, 2 axes, DPC, ...) – Commande des filtres actifs parallèles (contrôle du réactif et des harmoniques) – Lois de commande prédictives pour les convertisseurs : application aux convertisseurs DC-DC et AC-DC.

Application de BE – Commande d'un PFC dans le cadre d'une structure cascade à l'aide de MATLAB-SIMULINK.

020RSDMM3 – Réseaux électriques à sources distribuées – C 18h, TC 18h, 4 crédits

Enseignant : M. Hadi KANAAN

Contenu – Génération distribuée : Définition, avantages, réseaux intelligents, rôle de l'Electronique de Puissance, stockage de l'énergie. Convertisseurs statiques dans les réseaux distribués : familles de convertisseurs, applications, semi-conducteurs de puissance. Connectivité des sources photovoltaïques au réseau. Connectivité des sources éoliennes au réseau. Techniques de commande et de régulation. Qualité d'énergie et filtrage. Compensateurs statiques ou FACTS. Méthodes numériques pour le calcul de l'écoulement des puissances. Stabilité transitoire.

020STEMM3 – Stockage de l'énergie – C 18h, TC 18h, 4 crédits

Enseignant : M. Nicolas PATIN

Contenu – Problématiques du stockage d'énergie, l'énergie électrique comme vecteur. Electricité : transport aisé mais stockage problématique. Ordres de grandeur (puissances massique et volumique) - Contextes applicatifs (stationnaire et véhicules). Stockage stationnaire (cas de figures, intérêts, enjeux) - Technologies disponibles, Sources primaires (piles), Accumulateurs (électrochimiques, électromagnétiques, mécaniques) - Les performances, question de technologie mais aussi de gestion.

Etude de cas I : Adéquation Production/Consommation dans une habitation (îlotage)

Fluctuations de production (éolien, solaire) - Fluctuations de consommation - Inadéquation horaire production/consommation et stockage.

Etude de cas II : Optimisation d'un réseau de bord d'avion (alimentation des actionneurs d'un train d'atterrissage)

Structure d'un réseau de bord d'avion - Quelques ordres de grandeur (puissances mises en jeu, tensions, courants, taille, etc...) - Optimisation du poids embarqué (stockage local vs section des câbles) - Structure de puissance autour d'un train d'atterrissage à actionneurs électriques - Contrôle du système.

Etude de cas III : Le pack de batteries d'un véhicule (BMS, Equilibrage de charge, ...)

Batteries pour véhicules électriques (avantages et inconvénients) - Gauge d'énergie : une nécessité et un sérieux problème suivant la technologie - La batterie : un composant complexe à modéliser - Modélisation, caractérisation et identification en temps réel - Packs de batteries, dispersion de caractéristiques et équilibrage des cellules - Structure globale de la gestion d'un pack de batteries : le BMS - La vie d'une batterie et ses indicateurs - Vers la charge rapide : enjeux et difficultés.

020BCAMM3 – BE Techniques de commandes avancées – C 09h, TC 09h, 2 crédits

Enseignant : M. Jean SAWMA

Contenu – Commandes quadratiques - Commandes prédictives - Application de la commande prédictive sur un système du 2nd ordre.

Semestre MR4

020MGEMM4 – Mémoire de recherche – C 0h, TC 300h, 30 crédits

Enseignant : Equipe d'enseignants

Contenu – Il constitue une initiation aux techniques de la recherche. C'est la synthèse d'un travail de recherche de quatre mois dans un centre de recherche ou un laboratoire.

Liste des Enseignants au Master en Génie Électrique

Enseignants	Poste actuel / Titre
M. Maurice FADEL	Professeur des Universités à l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), France. Docteur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), France.
M. Ragi GHOSN	Professeur à l'Université Saint-Joseph de Beyrouth. Docteur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), France.
M. Hadi KANAAN	Professeur à l'Université Saint-Joseph de Beyrouth. Docteur de l'Université du Québec, Canada.
Mme Flavia KHATOUNIAN EL RAJJI	Professeur associé à l'Université Saint-Joseph de Beyrouth. Docteur de l'École Normale Supérieure de Cachan (ENS de Cachan), France.
M. Éric MONMASSON	Professeur des Universités à l'Université de Cergy Pontoise, France. Docteur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), France.
M. Nicolas PATIN	Professeur associé à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC), France. Docteur de l'École Normale Supérieure de Cachan (ENS de Cachan), France.
M. Jean SAWMA	Enseignant vacataire à l'Université Saint-Joseph de Beyrouth. Docteur de l'Université de Cergy Pontoise, France, et de l'Université Saint-Joseph de Beyrouth.

Planification prévisionnelle du Master Option Génie Électrique 2020-2021

CODE	Matière	Enseignant	Volume horaire (h)			Final	Contrôle	cr.
			Cours	TC	Total			
020EPAMM3	Electronique de puissance avancée	M. Hadi KANAAN	18	18	36	100	1E+1P	4
020BEPMM3	BE Electronique de puissance avancée	M. Hadi KANAAN	9	9	18	100	1P	2
020CAEMM3	Commande avancée des machines électriques	M. Ragi GHOSN	18	18	36	100	1P+1P	4
		Mme Flavia KHATOUNIAN						
020BCMMM3	BE Commande des machines électriques	M. Ragi GHOSN	9	9	18	100	1P+1P	2
		Mme Flavia KHATOUNIAN						
020STEMM3	Stockage de l'énergie	M. Nicolas PATIN	18	18	36	100	1E+1P	4
020BCAMM3	BE Techniques de commandes avancées	M. Jean SAWMA	9	9	18	100	1P	2
020RSDMM3	Réseaux électriques à sources distribuées	M. Hadi KANAAN	18	18	36	100	1E+1P	4
020MCCMM3	Modélisation et commande des convertisseurs statiques	M. Maurice FADEL	18	18	36	100	1E+1P	4
020ASNMM3	Architecture des systèmes numériques	M. Eric MONMASSON	18	18	36	100	1E+1P	4
Total :			135	135	270			30

E : Examen écrit

P : Mini projet

TC : Travail contrôlé non présentiel

BE : Bureau d'études