

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

Objectifs du module

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

Compétences acquises

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

Prérequis

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

Evaluation

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

Programme pédagogique

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

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

Objectifs du module

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

Compétences acquises

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

Prérequis

Electronique de puissance S6 et S7

Evaluation

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

Programme pédagogique

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