

Mécanismes de Commutation dans les CVS



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

En bref

- > **Code Ametys:** N8EE18A
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Oui

Présentation

Objectifs

Savoir choisir et dimensionner un composant semi-conducteur de puissance. Savoir interpréter les formes d'ondes de commutation. Savoir élaborer un modèle simple capable de rendre compte du comportement dynamique en commutation. Connaître les principales techniques de réduction des contraintes de commutation (subies ou émises) et de réduction des pertes au niveau circuit de puissance, composant et circuit de commande rapprochée (driver).

Description

En principe, cet enseignement suit le plan suivant :

- présentation des mécanismes physiques mis en jeu et des technologies de semi-conducteurs de puissance : unipolaire, bipolaire, HEMT 2DEG, substrat Si, SiC, GaN, nouveaux matériaux et composants hybrides avancés. Technologies actuelles grand-gap et futures ultra-grand-gap.
- rappel des fondamentaux de la commutation sur cellule DC/DC. Introduction du vocabulaire et des définitions.

- élaboration du modèle statique et dynamique par éléments de circuits équivalents du transistor MOSFET et IGBT. Cas du RC-IGBT. Introduction du modèle de la diode à jonction PN et de la diode à barrière Schottky. Approfondissement sur la modélisation non-linéaire des capacités structurelles. Analyse de la conduction en inverse 3^{ème} quadrant du MOSFET.
- application de la conduction inverse du MOSFET en DC/DC "synchronous buck" et AC/DC "redressement synchrone".
- analyse de la commutation "dure" : modélisation du di/dt, dv/dt, des oscillations et degrés de liberté sur compromis pertes – EMI. Sur-courant, sur-tension et oscillations : techniques de réduction. Lien avec le cours de 3A – Fiabilité.
- volet technologique : réduction de l'inductance parasite de maille de commutation par circuit de puissance busbar sur "plaques" ou sur PCB multi-couches. Réduction de la maille de grille. Introduction à l'intégration de puissance.
- principes de la commutation "adoucie" (snubber) et auxiliaires de commutation.
- exemple de convertisseur dit quasi-résonnant.
- introduction à la commutation "douce" : convertisseurs DC/DC sur filtre LC à large ondulation. Propriétés, avantages – inconvénients et domaines d'application.
- lien avec les topologies DC/AC : MLI commutation "dure" et pleine onde commutation "douce" (introduction au cours 3A CERE).

Deux séances de TD suivent le dernier cours et permettent aux étudiants de s'exercer à l'analyse des formes d'ondes de commutation sur PLECS et à l'utilisation des degrés de liberté sur le gate-driver pour satisfaire à des compromis entre réduction des pertes par commutation et maîtrise des contraintes dynamiques (di/dt, dv/dt).

Pré-requis obligatoires

Cours 1A et spécialisation en électronique de puissance.