Training - Onduleurs des machines électriques

MOND-FR-P

Face-to-face only

5 days
Partie asynchrone à suivre avant la partie en présentiel

Cette formation vise à acquérir une bonne connaissance des onduleurs, de leur fonctionnement, de leur commande et de leur interaction avec les machines électriques, notamment dans le contexte automobile. La formation visera à comprendre les défis techniques (CEM, performances, fiabilité) et à appliquer ces connaissances à travers des travaux pratiques en laboratoire et des études de cas industriels

Level
Knowledge

Public
Ingénieurs, techniciens et chercheurs travaillant dans les domaines de l'électronique de puissance, des systèmes embarqués, des machines électriques et de la commande des machines électriques, notamment dans le secteur automobile, souhaitant approfondir ou compléter leurs compétences sur les onduleurs et leur optimisation dans des applications pratiques

Objectives
Les apprenants seront capables de mettre en œuvre les compétences suivantes :

- Comprendre les principes fondamentaux des onduleurs et leur rôle dans la commande des machines électriques. Analyser les caractéristiques des différents types de composants électroniques de puissance et leur impact sur les performances des onduleurs. Étudier les différentes topologies d'onduleurs utilisés dans les véhicules électriques et hybrides.
- Apprendre à dimensionner et optimiser les systèmes d'onduleurs dans un contexte automobile, en prenant en compte les aspects thermiques, vibratoires et la compatibilité électromagnétique.
- Expérimenter les principes de commande des onduleurs, de la modulation de largeur d'impulsion (MLI) à la gestion des harmoniques.
- Identifier et résoudre les problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM) associés aux onduleurs dans des systèmes électriques embarqués.
- Effectuer des travaux pratiques pour mettre en application les concepts théoriques étudiés.

Pedagogical & technical resources

- Supports théoriques : présentations, schémas, et documentation sur les principes de fonctionnement des onduleurs et leurs composants.
- Travaux pratiques : ateliers en laboratoire avec bancs de test pour l'analyse de la performance d'onduleurs en conditions réelles.
- Outils de simulation : logiciels de modélisation et simulation des commandes et des perturbations électromagnétiques.
- Études de cas : analyse de scénarios réels issus de l'industrie automobile (exemples de dimensionnement, de tests sur bancs, etc.).
- Équipements : onduleurs, machines à courant alternatif, équipements de mesure CEM, instruments de simulation et de test.

Assessment of achievements

- Les stagiaires sont évalués au long de la formation au travers de phases applicatives et d'échanges avec le

© IFPTraining

formateur

- Une évaluation à chaud peut également être effectuée en fin de formation et/ou en fin de module par des tests visant à vérifier la compréhension et l'intégration par les apprenants des connaissances correspondant aux objectifs de la formation

Prerequisites

Aucun prérequis n'est nécessaire pour suivre cette formation

Responsable

Formateur IFP Training, ayant une expertise dans le domaine et formé à des méthodes pédagogiques modernes adaptées aux besoins spécifiques des apprenants issus du milieu professionnel

Program

PROGRAMME ASYNCHRONE À SUIVRE AVANT LE COURS EN PRÉSENTIEL

VIDÉOS

PROGRAMME EN PRÉSENTIEL

FONDAMENTAUX DE L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE APPLIQUÉS À L'ONDULEUR

Cadre de l'électronique de puissance. Rôle d'un convertisseur, applications, fonctionnalités essentielles. Cellule élémentaire de commutation. Sa construction pas à pas : intérêt du découpage, du filtrage, de la diode de roue libre, des filtres d'entrée et de sortie ; imperfections prévisibles. Choix de la fréquence de découpage Incidence de la fréquence sur la compacité des filtres et sur le rendement des convertisseurs - Caractéristiques des composants modernes et fréquences envisageables. Réversibilité des convertisseurs et introduction à l'onduleur. Définition, cellule de commutation réversible en courant, logique de commande des transistors, temps mort. Réversibilité en courant et en tension, une application : l'onduleur monophasé. Onduleur triphasé Structure, MLI intersective et calculée, incidence sur les contenus harmoniques. Snubbers, commutation douce. Drivers, isolement des commandes. Travaux pratiques en laboratoire : mise en application des concepts développés au cours de la journée de formation.

TECHNOLOGIES DES ONDULEURS AUTOMOBILES

Topologies des onduleurs pour la commande des machines à courant alternatif : onduleur et redresseur. Analyse du CDC des applications automobiles Fonctionnement des onduleurs et fonctionnement des composants d'électronique de puissance à partir leurs caractéristiques réelles dans une topologie d'onduleur de tension. Circuits de puissance : Prise en compte des pertes par conduction et par commutation des électroniques de puissance, performance du circuit. Circuits de protection, modes refuges, snubbers, optimisation de la commande bas niveau. Prise en compte de la compatibilité électromagnétique dans le dimensionnement. Caractéristiques des inductances, capacités, Vieillissement des composants. Problématiques CEM associées à ces composants. Impact des composants passifs sur la performance des onduleurs. Cas pratiques. Prise en compte de la commande. Technologies, fonctionnement ; caractéristiques de puissance, contraintes d'implantation, aspects thermiques et vibratoires - Objectifs de durabilité, process de fabrication, aspects industriel et économique. Benchmark des différentes solutions utilisées dans le monde industriel et automobile.

MODULE DE PUISSANCE DES ONDULEURS

Notions fondamentales sur les composants à base de semi-conducteur. Physique de fonctionnement des diodes, transistors bipolaires, MOSFET et IGBT. Influence du semi-conducteur sur la performance du composant : Si, CSi, NiGa - Mécanismes des commutations - Technologies adaptées - Interaction entre diode, transistor et

© IFPTraining

éléments parasites du circuit de commutation. Travaux pratiques sur les modules de puissance et les onduleurs sur banc de machines électriques mettant en application les principaux concepts de la journée de cours.

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL D'UN ONDULEUR

Cycle de développement d'un onduleur : de la définition des besoins fonctionnels à la validation de ces besoins. Définition des exigences fonctionnelles, dysfonctionnelles et des fonctions de contraintes d'un onduleur. Fonctions de services. Paramètres clefs conditionnant la performance de l'onduleur Fonctions de contraintes et paramètres clefs. Architectures des onduleurs de tension. Topologies en état de l'art des onduleurs utilisés en automobile. Validation des besoins fonctionnels et dysfonctionnels d'un onduleur. Exemples de tests (les principaux tests) pour valider les besoins fonctionnels et dysfonctionnel - Tests sur bancs, différents types de bancs, matériel nécessaire. Test sur véhicule.

COMMANDE DES ONDULEURS

Influence de la commande sur la performance de l'onduleur et son dimensionnement. Notion système ; Principe de la commutation – Modulation de largeur d'impulsion – Place de la commutation dans une boucle de régulation Les principes de commande des machines à courants alternatifs par la méthode des flux orientés - Contrôle du couple. Contrôles des courants. Utilisation des équations de Park dans la commande. Pilotage du fondamental de tension de l'onduleur en amplitude, tension et fréquence afin de contrôler le couple de l'entrainement électrique– Temps mort et son impact. Stratégies de commutation MLI des onduleurs : MLI intersective (SPWM), MLI discontinue (FTB), Commande Vectorielle (SVM), MLI symétrique asymétrique et synchrone, Gestion des harmoniques. Pilotage du courant, étude de stabilité et de performance d'une régulation de courant dans un onduleur. Mise au point du régulateur PI et régulation optimale. Pilotage du courant, étude de stabilité et de performance d'une régulation de courant dans un onduleur. Mise au point du régulateur PI et régulation optimale. Optimisation de la commande : choix des fréquences de découpage, réduction des harmoniques de courant, réduction des pertes par commutation et par conduction des transistors. Optimisation énergétique de la commande des entrainements électriques. Techniques sélectives d'élimination des harmoniques. Contrôle du contenu harmonique des tensions et des courants. Impact sur le comportement énergétique de l'entrainement électrique et aspects NVH. Cas pratiques : Modélisation et simulation des commandes haut niveau appliquées à la régulation en couple d'une machine synchrone. Intégration d'une commande avec son modèle associé dans un environnement de simulation Analyse du contenu harmonique des courants et des tensions.

CEM DES ONDULEURS

Liens entre les circuits d'électronique de puissance de l'onduleur et de la machine électriques connectée et la CEM : origines des émissions conduites et rayonnées. Effet des perturbations électro-magnétiques. Normes devant être respectées par les onduleurs automobiles. Technologies de la CEM : filtrage, blindage et routage : fonctionnement ; contraintes d'implantation, aspects thermiques et vibratoires ; process de fabrication, aspects industriel et économique ; exemples d'application sur véhicule. Introduction aux couplages, les six couplages électromagnétiques, mode différentiel et mode commun, couplage par impédance commune, couplage capacitif carte à châssis, couplage par diaphonie inductive, couplage par diaphonie capacitive, Couplage champ à fil, couplage champ à boucle.
Les sources de perturbations, perturbations à basses fréquences, perturbations à hautes fréquences, circuits numériques, évaluation désordres de grandeur, perturbation des oscillateurs, conversions d'unités. Travaux dirigés : modélisation et simulation des perturbations conduites des onduleurs. Travaux pratiques : mesures des perturbations conduites en laboratoire sur un système constitués d'un onduleur et d'une machine à courant alternatif qui lui est connectée.

INTERACTION MACHINE ÉLECTRIQUE ET ONDULEUR

Approche systémique du dimensionnement d'un onduleur.
Prise en compte des contraintes batteries, des machine électriques et de leur commande dans la définition technique de l'onduleur et le dimensionnement de ce dernier.
Traduction et déclinaison du Cahier Des Charges du GMP sur le périmètre de l'onduleur.
Modélisation De l'onduleur et de son environnement.
Exploitation des modèles pour identifier les situations de vie dimensionnantes.
Déclinaison sur le périmètre de l'onduleur.

© IFPTraining

Analyse des points de dimensionnement de l’onduleur, déclinaison sur le dimensionnement des composants de puissance, déclinaison pour conception du filtre d’entrée de l’onduleur.

QUIZ & TRAVAUX DIRIGÉS

Cette session finale est consacrée à l'évaluation des connaissances et compétences acquises au cours de la semaine. Les participants participeront à des travaux dirigés et à un examen pour valider leur apprentissage.

Sessions

Rueil-Malmaison - From 10/05/2026 to 10/09/2026 **3040 €/HT**

To French entities : IFP Training is referenced to DataDock ; you may contact your OPCO about potential funding.
Please contact our disabled persons referent to check the accessibility of this training program : referent.handicap@ifptraining.com

© IFPTraining