Formation - Contrôle et automatique des convertisseurs statiques d'énergie

ECOME-FR-P | Présentiel | 5 jours

Cette formation vise à développer les compétences des participants en contrôle et en automatique des convertisseurs statiques d'énergie, couvrant la modélisation, les régulateurs, et les stratégies de commande pour optimiser la stabilité, la performance, et la fiabilité des systèmes d'électronique de puissance dans des applications industrielles et de transport

Niveau

Expertise

Public

Ingénieurs et techniciens impliqués dans la conception, le développement, et la validation de la commande des convertisseurs d'énergie, pour des applications industrielles, automobiles, et aéronautiques (Ingénieurs en R&D - Techniciens de test et de validation - Ingénieurs systèmes et architectes - Ingénieurs et techniciens en reconversion vers l'électronique de puissance)

Objectifs

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

- Comprendre les fondamentaux de l'automatique, des fonctions de transfert et des régulateurs PID.
- Appliquer des techniques de régulation aux convertisseurs DC-DC, incluant la modélisation dynamique et la commande en mode courant.
- Mettre en œuvre des méthodes de contrôle avancées pour les convertisseurs DC-DC, onduleurs et chargeurs embarqués (OBC).
- Travailler sur un mini-projet de conception de commande, en appliquant les concepts de modélisation et de simulation.
- Valider les performances dynamiques des convertisseurs en réalisant des essais pratiques.

Pédagogie & ressources techniques

- Formation intégrée, combinant cours théoriques et mini-projets pratiques pour une application concrète des concepts.
- Utilisation de logiciels de simulation pour le calcul des performances et la modélisation des convertisseurs.
- Ateliers pratiques avec instruments de mesure avancés (oscilloscopes, analyseurs de spectre) pour analyser les réponses des systèmes de commande.
- Analyse de composants et de circuits dans le domaine du contrôle et de l'automatique pour les convertisseurs statiques d'énergie.

Évaluation des acquis

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

Prérequis

© IFPTraining

Aucun prérequis n'est nécessaire pour suivre cette formation

Informations complémentaires

Pour les participants sans expérience en électricité, électronique du signal ou électronique de puissance : cf. ETECHE-FR, ELECTRO-FR et ETRON-FR. Pour les participants n'ayant pas la connaissance d'au moins une des structures de conversion (DC-DC ou onduleurs ou chargeurs) : cf. ECONTI-FR, ECOND-FR ou ECOBC-FR.

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

Programme

INTRODUCTION A L'AUTOMATIQUE : FONDAMENTAUX - FONCTIONS DE TRANSFERT — 0,25 jour

Ce cours introduit les principes de base de l'automatique, en particulier les fonctions de transfert. Les participants apprendront à modéliser les systèmes dynamiques en utilisant des fonctions de transfert et à analyser les réponses des systèmes de commande.
Rappels généraux : Introduction, objectifs de Commande et de Régulation, commande boucle ouverte et commande boucle fermée. Régulation : principes. Critères de stabilité et de performance de la régulation. Régulation Numérique.

INTRODUCTION A L'AUTOMATIQUE : REGULATEURS — 0,25 jour

Ce cours explore les différents types de régulateurs utilisés dans les systèmes de contrôle. Les participants découvriront les régulateurs PID et d'autres stratégies de régulation pour stabiliser et optimiser la performance des systèmes.
Régulateur PID : Structure et principe d'un régulateur PID. Analyse des fonctions de transfert du système à régler. Réglage d'un régulateur PID : placement de pôles et compensation de pôles. Méthodes de réglage temporel et fréquentiel des PID en se basant sur une représentation fréquentielle de type Bode ou Nyquist.

TD/TP AUTOMATIQUE : APPLICATION AU CONTROLE DC-DC — 0,25 jour

Dans ce travail pratique, les participants appliqueront les concepts de l'automatique pour le contrôle de convertisseurs DC-DC. Ils mettront en œuvre des régulateurs et analyseront leurs performances.

TD/TP AUTOMATIQUE : APPLICATION AU CONTROLE DC-DC — 0,25 jour

Suite du travail pratique précédent, ce module approfondit les techniques de régulation et les ajustements nécessaires pour optimiser le contrôle des convertisseurs DC-DC.

CONTROLE DES CONVERTISSEURS STATIQUES : COMMANDE ET PROTECTION DES CONVERTISSEURS — 0,25 jour

Ce cours aborde les méthodes de commande et de protection des convertisseurs statiques, en mettant l'accent sur les stratégies pour assurer la sécurité et la fiabilité des convertisseurs dans divers environnements.

CONTROLE DES CONVERTISSEURS STATIQUES : MODELISATION DYNAMIQUE DES CONVERTISSEURS — 0,25 jour

Ce cours se concentre sur la modélisation dynamique des convertisseurs statiques, permettant aux participants de comprendre et de simuler le comportement des convertisseurs en fonction de différents paramètres de commande. Modélisation petits signaux des convertisseurs. Méthode des schémas équivalents moyens : mise en équation, modèle équivalent moyen. Exemple appliqué à l'étude de cas du convertisseur DC-DC. Méthode des générateurs équivalents moyens. Principe de modélisation. Modélisation des principales architectures : forward et flyback, hacheur série, parallèle, à stockage inductif et capacitif. Fonctions de transfert en conduction continue et discontinue.

© IFPTraining

CONTROLE DES CONVERTISSEURS STATIQUES : LE MODE COURANT — 0,25 jour

Ce cours explore le contrôle en mode courant des convertisseurs statiques, une méthode essentielle pour améliorer la stabilité et la réactivité des systèmes de puissance.

CONTROLE DES CONVERTISSEURS STATIQUES : EXEMPLE D'EXPERIMENTATION — 0,25 jour

Ce cours pratique permet aux participants de réaliser des expérimentations sur des convertisseurs statiques, pour mieux comprendre les effets des différents modes de contrôle sur la performance.

MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS : CONVERTISSEURS DC-DC — 0,25 jour

Ce cours se concentre sur la modélisation et la commande des convertisseurs DC-DC, en abordant les techniques avancées de contrôle pour optimiser la conversion d'énergie.
Stratégies de commutation pour les DC-DC non-isolés (PFC, Buck, Boost, Buck-Boost, Sepic, Cuk) : commande du courant crête ou moyen. Cas de bras entrelacés.
Contraintes d'implémentation de la commutation : contraintes d'acquisition ADC, de rapidité et de synchronisation (PLL, GTM, ...) - contraintes CEM. Choix du microcontrôleur cible - Modes dégradés pour DC-DC.

MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS : CONVERTISSEURS DC-DC0.25 JOUR

Suite du cours précédent, ce module approfondit les concepts de commande appliqués aux convertisseurs DC-DC, avec une attention particulière aux méthodes de stabilisation et de réponse dynamique.
Différents types de commandes bas niveau : avec ou sans isolation galvanique. Technologies et contraintes des circuits de commande.
Principe de la commutation des convertisseurs de puissance : La commutation par MLI (rappel). La place de la commutation dans une boucle de régulation. La notion du temps-mort
Stratégies de commutation pour les DC-DC isolés (LLC, DAB) : Commande par phase-shift. Commande par modulation (triangulaire, trapézoïdale, ...). Réversibilité.

TD/TP MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS — 0,25 jour

Dans cette session pratique, les participants appliqueront des techniques de modélisation et de commande sur des convertisseurs, en étudiant les réponses obtenues et en ajustant les paramètres de commande.

TD/TP MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS — 0,25 jour

Poursuite du travail pratique précédent, cette session approfondit les techniques de commande et d'analyse de la stabilité dans les convertisseurs.
Synthèse de la commande du convertisseur DC-DC. Simulation et modélisation numérique en travaux dirigés. Design du régulateur analogique du convertisseur DC-DC. Comparaison entre essais et simulation. Validation de la performance dynamique du régulateur.

MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS : CHARGEURS OBC — 0,25 jour

Ce module se concentre sur la modélisation et la commande des chargeurs embarqués (OBC), avec un accent sur les spécificités des convertisseurs utilisés pour la recharge des véhicules électriques.

MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS : CHARGEURS OBC — 0,25 jour

Suite de la première partie, ce cours approfondit les techniques de commande spécifiques aux chargeurs OBC, en intégrant des contraintes de sécurité et de performance.

TD/TP MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS — 0,25 jour

Dans ce travail pratique, les participants appliqueront les concepts de modélisation et de commande aux convertisseurs, en effectuant des tests et des ajustements pour répondre aux exigences de stabilité.

© IFPTraining

TD/TP MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS — 0,25 jour

Suite du cours précédent, cette session pratique permet aux participants d'approfondir leur compréhension des techniques de commande appliquées aux convertisseurs.
Synthèse de la commande du chargeur à absorption sinusoïdale conçu dans le module n°6 (ECOBC-FR). Simulation et modélisation numérique en travaux dirigés. Réglages des régulateurs analogiques et numériques des drivers du chargeur. Essais de validation de la performance de la régulation. Analyse et comparaison des essais avec la simulation. Pilotage du courant, étude de stabilité et de performance de la régulation de courant et de la tension délivrée par le chargeur. Contrôle du facteur de puissance. Mise au point du régulateur PI et régulation optimale. Calcul et dimensionnement des régulateurs PI.

MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS : ONDULEURS — 0,25 jour

Ce cours explore la modélisation et la commande des onduleurs, en abordant les défis spécifiques liés à ces convertisseurs et les techniques de contrôle pour améliorer la performance.
Stratégies de commutation MLI pour les onduleurs : Commande par MLI intersective (SPWM). MLI Discontinue (FTB). Commande vectorielle (SVM). MLI symétrique, asymétrique et synchrone. Gestion des harmoniques. Commande moyen niveau des onduleurs : 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.
Calcul et dimensionnement régulateur PI bas niveau de l'onduleur réalisé au module n°5 (ECOND-FR).
Modélisation et simulation de la régulation appliquée au contrôle du courant (et couple) d'une machine asynchrone.

MODELISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS : ONDULEURS — 0,25 jour

Suite du cours précédent, ce module approfondit les stratégies de commande des onduleurs, en étudiant l'impact de différents paramètres sur la qualité de la conversion.
Gestion des modes dégradés : détection des modes dégradés. Modes dégradés pour onduleurs (ASC/OC).
Les principes de commande des machines synchrone et asynchrone par la méthode des flux orienté associés aux modes de commande de la MLI : sinusoïdale et commande vectorielle.
Optimisation de la commande : choix des fréquences de découpage, réduction des harmoniques de courant, réduction des pertes par commutation et par conduction des transistors. Cas pratiques. Application à la commande de couple d'une machine asynchrone. Modélisation et simulation des commandes haut niveau appliquées à la régulation en couple d'une machine synchrone Essais au bancs moteur sur l'onduleur conçu au module n°5 (ECOND-FR).
Synthèse de la commande bas niveau, moyen niveau et haut niveau de l'onduleur conçu dans le module. Simulation et modélisation numérique de la commande. Réglage du régulateur analogique de la régulation de courant. Validation de la performance dynamique de la régulation.

EXAMEN & TRAVAUX DIRIGES — 0,25 jour

Cette session finale est consacrée à l'évaluation des connaissances acquises au cours de la semaine et aux travaux dirigés pour valider la compréhension des concepts de modélisation et de commande.
Une grande partie (la partie la plus significative) des cours théoriques de ce module fera l'objet d'application dans le cadre du mini-projet sous forme d'exercices de conception ou d'essais d'analyse et de validation.
À ce stade (design complet des convertisseurs en intégrant le design de la commande), pour tous les convertisseurs : déclinaison du CDC fonctionnel et dysfonctionnel sous forme de plan de validation.

- Validation fonctionnelle : respect des critères de puissance, de rendement et de température.
- Validation des critères dynamiques associés aux régulateurs et calibration si nécessaire.
- Validation du modèle thermique et de fiabilité via un cyclage.
- Validation dysfonctionnelle : validation des modes refuges en cas de défaut.
- Validation CEM : Analyse RSIL, respects des gabarits.

Sessions

© IFPTraining

Rueil-Malmaison - Du 23/11/2026 au 27/11/2026 **3040 €/HT**

IFP Training est référencé au DataDock. Rapprochez-vous de votre OPCO pour connaître les possibilités de financement de cette formation.
Pour vérifier l'accessibilité de cette formation à une personne en situation de handicap, contactez notre référent à l'adresse suivante : referent.handicap@ifptraining.com

© IFPTraining