

Formation - Fondamentaux d'électronique de puissance



ETRON-FR-P



Présentiel



5 jours

Partie asynchrone à suivre avant la
partie en présentiel

Cette formation vise à initier les apprenants aux principes fondamentaux de l'électronique de puissance, en abordant les composants, les cellules de commutation et les structures de base. Il fournit les bases pour comprendre les processus de conversion d'énergie et les topologies DC-DC, essentiels pour la conception de circuits de puissance dans les applications industrielles et de transport

Niveau

Fondamentaux

Public

Ingénieurs et techniciens souhaitant acquérir ou consolider des compétences en électronique de puissance, particulièrement dans les domaines des véhicules électriques et hybrides (Ingénieurs en R&D - Techniciens de test et de validation - Ingénieurs et architectes systèmes - Ingénieurs et techniciens en reconversion vers le domaine électrique - Techniciens d'essais, de BE ou de CAO)

Objectifs

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

- Comprendre les principes de découpage dans les circuits électroniques et le rôle de la cellule de commutation.
- Appliquer les mécanismes de commutation pour les transistors et diodes et optimiser la performance des dispositifs de puissance en réduisant les pertes.
- Analyser et comparer les topologies de conversion DC-DC (Buck, Boost, Buck-Boost) et comprendre leurs avantages et inconvénients en termes de rendement et de compacité.
- Identifier et spécifier les technologies adaptées pour les inductances, transformateurs, et condensateurs, en fonction des caractéristiques de fréquence et de performance.
- Mettre en œuvre des solutions de fiabilité et de protection des systèmes électroniques, y compris les architectures de protection contre les surtensions, surintensités et courts-circuits.
- Appliquer les techniques de refroidissement adaptées aux composants de puissance pour assurer une stabilité thermique dans des environnements exigeants.

Pédagogie & ressources techniques

- Formation intégrée combinant théorie et pratique de manière continue.
- Cours théoriques complétés par des travaux pratiques et expérimentations en salle, incluant des montages de circuits et des mesures réelles.
- Utilisation de logiciels spécialisés pour la simulation et le calcul des performances thermiques et électriques des composants.
- Instruments de mesure avancés (oscilloscopes, multimètres, sondes de courant, analyseurs de spectre) pour illustrer les principes de commutation et de mesure dans les circuits de puissance.
- Analyse de pièces industrielles, de circuits imprimés et de composants électroniques à l'état de l'art technologique en électronique de puissance.

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

Aucun prérequis n'est nécessaire pour suivre cette formation

Informations complémentaires

Les cours incluent des exercices de conception de circuits de conversion DC-DC, de gestion thermique, et d'analyse par simulation pour une compréhension approfondie des sujets. Pour les participants sans connaissances en électronique du signal appliquée à l'électronique de puissance : cf. ELECTRO-FR. Pour les participants sans expérience en électricité : cf. ETECHE-FR et ELECTRO-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

PROGRAMME ASYNCHRONE À SUIVRE AVANT LE COURS EN PRÉSENTIEL

VIDÉOS

Les Condensateurs dans les filtres.

Les Inductances dans les filtres.

Les Diodes et les Transistors en commutation.

Structures fondamentales de l'électronique de puissance : hacheurs et élévateurs.

Commutation des transistors et des diodes.

PROGRAMME EN PRÉSENTIEL

PRINCIPE DU DÉCOUPAGE : CELLULE DE COMMUTATION

0,25 jour

Ce cours introduit les principes du découpage dans les circuits électroniques, en particulier la cellule de commutation. Les participants découvriront les fondements de la conversion d'énergie par découpage et les caractéristiques des cellules de commutation incluant transistor, diode et inductance, utilisées dans les convertisseurs de puissance. Principes fondamentaux de l'électronique de puissance et utilisation de l'électronique de puissance. Dispositifs semi-conducteurs de base. Mise en place de dispositifs électroniques de puissance. Les composants de l'électronique de puissance : les semi-conducteurs et les passifs (L, C). Principe du découpage. La cellule de commutation, détermination des caractéristiques statiques. Notion de commutation naturelle, influence de la tension d'alimentation et du courant de charge sur la nature des commutations.

MÉCANISMES DES COMMUTATIONS : TECHNOLOGIES ADAPTÉES

0,25 jour

Ce cours explore les mécanismes de commutation et les technologies adaptées autour de la cellule de pour optimiser ce processus : diodes, IGBT, MOSFET, technologies de semiconducteurs, drivers, filtres de sortie et filtre d'entrée. Les participants apprendront les techniques pour réduire les pertes de commutation et améliorer l'efficacité des dispositifs de puissance.

Commutation des composants : caractéristique dynamique, commutation et commande des MOSFETs, IGBTs et des diodes de puissance : comportement dynamique dans une cellule de commutation. Influence des capacités et des inductances parasites du circuit réel. Circuits d'aide à la commutation. Limitations, contraintes

et performance de la commutation : calcul des pertes par conduction et par commutation.

SCHÉMAS DE BASE POUR LA CONVERSION DC-DC

0,25 jour

Ce cours présente les schémas de base utilisés pour les convertisseurs DC-DC, y compris les topologies Buck, Boost, et Buck-Boost. Les participants examineront les principes de fonctionnement, les applications, les inconvénients et les avantages de chaque topologie.

Principes de la conversion continue-continue. Hacheur série (Buck), parallèle (Boost) à stockage inductif (Buck-Boost), à stockage capacitif (Cuk, Sepic et Zeta) : principes, fonctionnement, contraintes, dimensionnement et facteurs de dimensionnement, ondulations de tension et de courant, modes continus et discontinus.

Comparaison entre les topologies : avantages et inconvénients. Commande : choix du rapport cyclique, différents types de commandes : fréquence fixe, fréquence variable, commande en courant en fourchette et auto-oscillante.

COMPARAISON DES SCHÉMAS : MODES DE FONCTIONNEMENT

0,25 jour

Dans ce cours, les différentes topologies de conversion DC-DC sont comparées en fonction de leurs modes de fonctionnement en conduction continue et discontinue. Les participants étudieront les critères de sélection des schémas selon les contraintes de rendement, de compacité et de coût.

TECHNOLOGIE DES INDUCTANCES

0,25 jour

Ce module couvre les technologies et caractéristiques des inductances, composants essentiels dans les circuits de conversion d'énergie. Les participants découvriront les différents types d'inductances, les matériaux utilisés, les bobinages, les choix de matériaux, l'influence de la fréquence et les méthodes de dimensionnement détaillées. Caractéristiques idéales et réelles, limitation en fréquence.

Inductances : principes, fonctionnement, technologie, contraintes, performance, limites, modélisation et dimensionnement.

Compacité des composants magnétiques : augmentation de la fréquence de découpage, minimisation des pertes pour réduire la surface nécessaire de dissipation thermique, optimisation de la topologie du convertisseur. Le facteur de mérite des matériaux. Les matériaux magnétiques de l'électronique de puissance et leur gamme de fréquence optimale. Les pertes par courants de Foucault. Différentes formes de circuits magnétiques. Matériaux amorphes, matériaux nanocristallins, nature des ferrites ; intérêt des matériaux à faible perméabilité dans la réalisation d'inductances. Le fil de Litz. La technologie du PCB multicouches. Influence du choix du convertisseur sur les dimensions du transformateur.

TECHNOLOGIE DES TRANSFORMATEURS

0,25 jour

Ce cours explore les technologies de conception et de fabrication des transformateurs. Les participants apprendront les critères de sélection des matériaux et les techniques pour optimiser l'efficacité des transformateurs dans les circuits de puissance. Caractéristiques idéales et réelles, limitation en fréquence.

Transformateur : principes, fonctionnement, technologie, contraintes, performance, limites, modélisation et dimensionnement.

Compacité des composants magnétiques : augmentation de la fréquence de découpage, minimisation des pertes pour réduire la surface nécessaire de dissipation thermique, optimisation de la topologie du convertisseur. Le facteur de mérite des matériaux. Les matériaux magnétiques de l'électronique de puissance et leur gamme de fréquence optimale. Les pertes par courants de Foucault. Différentes formes de circuits magnétiques. Matériaux amorphes, matériaux nanocristallins, nature des ferrites ; intérêt des matériaux à faible perméabilité dans la réalisation d'inductances. Le fil de Litz. La technologie du PCB multicouches. Influence du choix du convertisseur sur les dimensions du transformateur.

TECHNOLOGIES DES CONDENSATEURS

0,25 jour

Ce cours présente les différents types de condensateurs, leurs caractéristiques et leurs applications en électronique de puissance. Les participants étudieront les spécifications critiques pour les applications de filtrage, découplage, et stockage d'énergie. Caractéristiques idéales et réelles, limitation en fréquence.

Capacités : principes, fonctionnement, technologie, contraintes, performance, limites, modélisation et dimensionnement.

TECHNOLOGIES DES SEMI-CONDUCTEURS ET DE LEUR PACKAGING

0,25 jour

Ce cours se concentre sur les technologies des semi-conducteurs, incluant les procédés de fabrication et les techniques de packaging. Les participants découvriront comment le packaging influence la performance thermique et électrique des composants. Caractéristiques statiques, changements d'état d'un interrupteur, classification des interrupteurs (2, 3 et 4 segments), diodes, transistors, physique de fonctionnement du composant et technologies.

TD/TP PRINCIPE DU DÉCOUPAGE : CELLULE ET MÉCANISMES DE COMMUTATION

0,25 jour

Ce cours pratique permet aux participants d'appliquer les principes du découpage et des mécanismes de commutation dans des exercices et des travaux dirigés. Ils réaliseront des montages pour observer et analyser le fonctionnement des cellules de commutation.

TD/TP TOPOLOGIES DE BASE POUR CONVERSION DC-DC : MODES DE FONCTIONNEMENT

0,25 jour

Ce cours pratique permet de tester les différentes topologies de conversion DC-DC, en observant leurs performances et modes de fonctionnement. Les participants appliqueront les concepts théoriques pour analyser les paramètres de rendement et de stabilité.

ARCHITECTURE ÉLECTRIQUE & PROTECTION (PARTIE 1)

0,25 jour

Ce cours introduit les principes d'architecture électrique et de protection dans les systèmes de puissance. Les participants découvriront les éléments de base pour concevoir une architecture fiable et les méthodes de protection des circuits électroniques. Principes, utilisation et fonctionnement du câblage et des connecteurs. Technologies et propriétés des technologies de câblage et de connectique. Contraintes technico-économiques des architectures électriques. Industrialisation et intégration.

ARCHITECTURE ÉLECTRIQUE & PROTECTION (PARTIE 2)

0,25 jour

Suite de la première partie, ce cours approfondit les concepts d'architecture et de protection, avec un focus sur les systèmes avancés de protection contre les surtensions, les surintensités et les conditions de court-circuit. Fusibles, relais, coupes circuits, éclateurs. Mesure de l'isolement, mesure des courants de fuite. Détection des courts-circuits. Réglementation. Protection des personnes et du matériel. Principes de fonctionnement. Technologies. Intégration et exemples de topologies dans les véhicules électrifiés où ces composants interviennent. Dimensionnement. Contraintes techniques et économiques. Industrialisation et intégration. Benchmark et roadmap.

FIABILITE DES SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES

0,25 jour

Ce module aborde les notions de fiabilité en électronique, incluant les méthodes pour évaluer et améliorer la durabilité des composants et des systèmes. Les participants étudieront les facteurs de dégradation et les techniques de test pour prédire la durée de vie des composants.

DEFAILLANCE DES SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES

0,25 jour

Ce cours traite des types de défaillances courantes dans les systèmes électroniques, leurs causes, et les méthodes pour prévenir ou minimiser ces défaillances. Les participants découvriront des stratégies de maintenance prédictive et de diagnostic.

ISOLATION HV ET ISOLANTS DES SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES

0,25 jour

Ce module cours les principes de l'isolation haute tension (HV) dans les systèmes électroniques, ainsi que les différents types d'isolants utilisés. Les participants apprendront les critères de sélection des isolants et leur rôle dans la sécurité des systèmes haute tension.

REFROIDISSEMENT DES SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES

0,25 jour

Ce cours se concentre sur les techniques de refroidissement pour les systèmes électroniques, notamment les

dissipateurs thermiques, les ventilateurs, et le refroidissement liquide. Les participants découvriront les défis thermiques et les solutions pour garantir une performance stable des composants. Dimensionnement du refroidissement des composants de puissance. Calcul des pertes des composants, modélisation thermique des composants et du refroidisseur. Cyclage thermique et durabilité des composants : profil des températures en fonction du profil d'utilisation du convertisseur : approche système. Détermination du cahier des charges en température. Enjeu de la miniaturisation de ces composants. Nature des pertes thermiques, zones sensibles et risques. Modes de refroidissement globaux : air, liquide (monophasique, diphasique) ; enjeux. Exemples de mises en œuvre.

PROCESS DE FABRICATION : CIRCUITS IMPRIMÉS & ASSEMBLAGE SUR PCB

0,25 jour

Ce cours couvre le processus de fabrication des circuits imprimés (PCB) et l'assemblage des composants. Les participants apprendront les étapes de conception des PCB et les technologies d'assemblage pour optimiser la qualité et la fiabilité des circuits. Technologies, contraintes et limitations. Contraintes technico-économiques. Comportement en thermique et en vibratoire. Règles de dimensionnement : distances d'isolation, épaisseur et longueur des pistes. Nombre de couches. Importance du routage des circuits imprimés vis à vis de la performance de l'électronique de puissance : impact sur la CEM et la durabilité. Propriétés des technologies. Contraintes technico-économiques. Industrialisation et intégration. Benchmark et roadmap.

PROCESS DE FABRICATION : TESTS D'ASSEMBLAGE & INTÉGRATION

0,25 jour

Ce cours explore les techniques de test d'assemblage et d'intégration des systèmes électroniques. Les participants découvriront les méthodes pour vérifier l'intégrité des connexions et des soudures, ainsi que les essais fonctionnels après assemblage.

EXAMEN & TRAVAUX DIRIGÉS

0,25 jour

Cette session finale évalue les connaissances acquises au cours de la semaine. Les participants auront l'occasion d'appliquer les concepts étudiés dans des travaux dirigés, afin de renforcer leur compréhension pratique des sujets abordés.

Tous les cours de ce module feront l'objet d'applications en travaux pratiques, de travaux dirigés ou d'études de cas.

Sessions

Rueil-Malmaison - Du 16/03/2026 au 06/05/2026

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