

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de maîtriser les points CEM critiques lors de la conception et la mise au point d'un convertisseur.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre comment les perturbations conduites et rayonnées sont émises par les convertisseurs
- Comprendre, concevoir et optimiser les différentes topologies de filtrage
- Identifier et faire les meilleurs choix de topologies et de composants
- Diagnostiquer les limites et «défauts» des composants critiques
- Appliquer des astuces de conception visant à réduire les problèmes en CEM

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens concepteurs en électronique

Prérequis

- Bac +2 en électronique ou électrotechnique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques ou retours d'expérience
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 2 jours soit 14 h
- Paris, du 5 au 6 octobre 2021

Tarif

1 110 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Caractérisation CEM des équipements
- Directive européenne CEM - Normes harmonisées
- Mode Commun / Mode Différentiel
- Pourquoi les décibels ?
- Buck
- Boost
- Flyback
- PFC
- Les 5 perturbations d'un convertisseur
- Enveloppe spectrale d'impulsions répétitives
- Densité spectrale d'une impulsion

2 – STRUCTURE

- Positionnement dans le plan U. I
- Comparaison conduction continue / discontinue
- Mode discontinu et mode critique (de transition)
- Attention à la topologie des hacheurs
- Réponse en fréquence d'un passe-bas d'ordre 2
- Impédance d'une piste
- Impédance d'un plan
- Réduction de l'inductance d'un conducteur
- Choix de la structure d'un filtre
- La meilleure structure est celle qui désadapte le plus

3 – PERTURBATIONS CONDUITES EN MODE COMMUN

- Harmonique
- Réseau de Stabilisation d'Impédance de Ligne
- Séparateur monophasé MC - MD
- Mesure des perturbations conduites
- Limites en conceptions de normes européennes
- Perturbations conduites en mode commun
- Calcul d'une perturbation en mode commun
- Réduction de capacité transistor à radiateur
- Mode commun d'une alimentation à découpage
- Mode commun d'entrée à sortie
- Les 3 cas de mode commun entrée à sortie
- Mesure du courant entrée à sortie
- Écrans internes aux transformateurs
- Écran bobiné anti - M.C. primaire à secondaire
- Faut-il faire flotter les sorties ?
- Spectre en Mode Commun avant filtrage
- Filtrage du mode commun
- Sels de mode commun
- Proposition pour mesurer un filtre en MC
- Résonance d'un filtre de M.C.
- Self minimale de mode commun
- Le champ magnétique génère l'induction
- Saturation d'un tore magnétique
- Séparateur monophasé MC - MD
- Analyse de relevé d'émission conduite en MC

4 – PERTURBATION DE MODE DIFFÉRENTIEL

- Perturbation conduite en mode différentiel
- Recouvrement des diodes
- Impédance d'un condensateur chimique
- Calcul d'une perturbation en mode différentiel
- Impédance des condensateurs non polarisés
- Spectre en Mode Différentiel avant filtrage
- Filtrage du mode différentiel
- Montage de mesure d'un filtre en MD
- Résonance de la perte d'insertion en MD
- Capacité minimale en mode différentiel
- Amortissement de la résonance d'un L - C
- Filtrage en M.D. sur le bus continu
- Différences entre RSIL 5 µH et 50 µH
- Réduction du bruit par opposition de phase
- Analyse de relevé d'émission conduite en MD
- Superposition des structures de M.C. et M.D.
- Amortissement de la résonance d'un L - C
- Comparaison du filtrage DC-DC / AC-DC

5 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Propagation des champs électromagnétiques
- Champ proche / champ lointain
- Rayonnement d'une petite boucle
- Rayonnement d'un petit fouet ou de dipôle court
- Perturbations rayonnées par un convertisseur
- Sources des problèmes en émission rayonnée
- Rôle et calcul des « snubbers »
- Mise au point pratique d'un « damper » (R - C)
- Rayonnement du câble d'alimentation
- Réalisation d'une pince courant HF sensible
- Évaluation de l'émission rayonnée en VHF
- Méthode de réduction de l'émission rayonnée

6 – IMMUNITÉ

- Surtension à la mise sous tension
- Suppression de la surtension à l'enclenchement
- Protection contre l'inversion de tension continue
- Immunité aux variations et creux de tension
- Instabilité d'un convertisseur DC - DC
- Deux normes d'immunité aux surtensions
- Limiteurs de surtensions
- Dimensionnement d'une varistance
- Protection des surtensions par varistance
- Où installer une varistance en M.D. ?
- Dimensionnement d'un Transzorb
- Immunité aux surtensions de longue durée
- Les 3 méthodes de protection en MC HF
- Câbles blindés et coaxiaux
- Terminaison des blindages
- Raccordement des connecteurs blindés

7 – CONCLUSION

- La « Bible » de la simulation pratique
- Bibliographie CEM française
- Bibliographie CEM en langue anglaise