

# COMPRENDRE ET AMÉLIORER LA CEM DES CIRCUITS IMPRIMÉS

Cette formation s'adresse aux techniciens, ingénieurs, chercheurs en électronique, impliqués dans la conception de circuits imprimés et voulant mieux comprendre l'origine des problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM) au niveau d'une carte électronique et apprendre à les corriger. Aucune connaissances préalables en CEM et en électromagnétisme ne sont requises. Des connaissances sur les technologies de fabrication de cartes, de montage de composants, de flot de conception sont nécessaires, ainsi que des notions de base en électronique.

## OBJECTIFS

- Mieux comprendre les problèmes de CEM présents au niveau d'une carte électronique clarifier les concepts de base nécessaire en CEM, expliquer l'origine des problèmes de CEM, évaluer et observer leurs effets sur une carte électronique, présenter des outils de diagnostic simples)
- Présenter les principales techniques de placement et routage et de sélection de composants permettant de résoudre les problèmes de CEM au niveau carte électronique, ainsi que des méthodes pour prendre en compte la CEM efficacement lors de la conception

L'ensemble des concepts présentés sera illustré par des exercices simulables sous le logiciel gratuit IC-EMC, des démonstrations matérielles et l'analyse de cas concrets. Il est conseillé de disposer d'un ordinateur portable pour réaliser les simulations.

## CONTENU

La formation est découpée en 6 modules répartis par demi-journée. L'acquisition des concepts sera évaluée par des exercices simples en fin de chaque module.



Responsable du stage :

**Alexandre Boyer**


Maître de Conférences

**INEOS**

 **Novembre 2017**

Durée du stage :

**3 jours - 21 heures**

 **Tarif : 4 500 € (forfait max 12 personnes)**

Déjeuners et documents inclus.

Renseignements & inscription :

 **05 61 55 92 53**

 **fcq@insa-toulouse.fr**

# PROGRAMME

## Jour 1

### **Module 1 - Concepts de base pour la CEM des cartes électroniques** **Cerner les particularités du téléphone**

*Introduction (contexte de la CEM, pourquoi et comment résoudre les problèmes CEM au niveau circuit imprimé)*

*Concepts de base pour la CEM (grandeurs, conversion temps-fréquence, comportement fréquentiel des composants, lignes de transmission, rayonnement, modèles d'antennes simples pour analyse CEM, ...)*

*Identification des principales sources de bruit, chemin de couplage électromagnétique et composants victimes au niveau d'une carte électronique*

*Identification des boucles de courant et des chemins de retour de courant*

### **Module 2 - Identification / mise en évidence des principaux problèmes de CEM au niveau carte électronique**

*Mise en évidence des principaux problèmes de CEM au niveau d'une carte électronique (problème d'intégrité de signal, fluctuation d'alimentation, émission conduite, mode commun, rayonnement, champ proche/champ lointain, perturbations de composants)*

*Méthodes de diagnostic et d'analyse des problèmes de CEM au niveau d'une carte électronique*

## Jour 2

### **Module 3 - Règles de conception CEM pour les circuits imprimés - partie 1**

Règles générales - Qu'est-ce qu'un bon design PCB pour la CEM ?

Règles pour l'intégrité de signal (adaptation de ligne, terminaison, lignes différentielles, diaphonie, maîtrise des chemins de retour du courant, traversée de plans de référence)

Règles pour le routage de la masse (masse en étoile, boucle de masse, connexion au châssis)

### **Module 4 - Règles de conception CEM pour les circuits imprimés - partie 2**

Routage des alimentations et découplage (structure d'un réseau de distribution d'alimentation, paire plan d'alimentation-plan de masse, impédance cible)

Filtrage et réduction de l'émission conduite (placement des filtres, type de filtres, assignation connecteur, réduction du mode commun)

Réduction de l'émission rayonnée (réduction des boucles de courant, identification des pistes sensibles, blindage, réduction du rayonnement de bords de carte, réduction mode commun)

## Jour 3

### **Module 5 - Méthodes de conception de cartes électroniques orientées CEM**

Sélectionner un empilement pour une carte multicouche

Contraintes CEM lors de la saisie de schématique

Méthodes pour un routage efficaces et améliorations

### **Module 6 - Etudes de cas**

Etude de cas (carte alimentation à découpage, carte digitale, carte mixte) : analyse schématique et extraction de contraintes, revue de routage, comparaison de mesures d'émission avant/après corrections (mesures au labo CEM INSA)

Perspectives : outils avancés