

Tracé des cartes électroniques

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs CEM pour le routage des cartes électroniques.

Le but de cette formation est de :

- Etre capable d'éviter les erreurs récurrentes d'implantation et routage
- Pouvoir analyser les différents couplages
- Etre capable de maîtriser le routage des masses, alimentations, pistes sensibles
- Comprendre où et comment placer les composants de protections et de filtrages
- Comprendre le routage des liaisons rapides à impédance contrôlée

Durée

2 jours

Publi

Routeurs et implanteurs de circuits électroniques

Pré-requis

- > Niveau technicien en électronique
- > Niveau bac en mathématique

Méthodes pédagogiques

- > Vérification des pré-requis
- > Action de formation
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- > Evaluation 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

Contenu :

1 – Introduction

Caractérisation CEM des équipements
Méthode d'analyse de la CEM
Mode commun / Mode différentiel
Représentation d'un signal sinusoïdal
Représentation d'un signal trapézoïdal
Analogie Temps - Fréquence
Electronique : Rappels
Gestion et contraintes d'un circuit imprimé
Planning d'un circuit imprimé
La CEM est un objectif fonctionnel

2 – Masses et alimentations

Couplage par impédance commune sur une carte
Impédance d'un plan de masse
Calcul de l'impédance d'un plan de cuivre
Exemple de calcul de l'impédance d'un plan
Retour des courants HF
Courant de retour dans un plan de masse
Fente dans un plan de masse
Calcul de l'impédance d'un plan de masse fendu
Plan de masse
Cas des isollements galvaniques
Impédance d'une piste de circuit imprimé
Exemple de calcul de l'impédance d'une piste
Intensité permanente maximale
Echauffement adiabatique du cuivre
Bruit d'alimentation
Impédance des condensateurs non polarisés
Condensateurs en parallèle
Découplage par condensateurs très différents
Découplage des boîtiers
Routage des condensateurs de découplage
Pads pour condensateur 0402
Découplage en multicouches
Partage de via de masse ou d'alimentation
Alimentation en étoile
Distribution de l'alimentation analogique
Topologie analogique / numérique
Cartes mixtes analogiques / numériques
Cas des isollements galvaniques
Répartition optimale des couches de CIP
Les circuits Flex
Résumé : Alimentations et Masse

3 – Pistes sensibles

Principe du couplage capacitif carte à châssis
Raccordement du 0 V au châssis
Capacité totale entre carte et plan de masse
Capacité d'une piste interne
Surface équivalente d'une piste
Capacité d'une piste en bord de carte
Anneau de garde
Anneau de garde – Cas du 0 V isolé
Utilisation de toute la surface

Protéger les pistes sensibles
Raccourcir le côté sensible
Améliorons le tracé
Résumé des problèmes carte à châssis
Couplage piste à piste
Capacité piste à piste – Microstrip
Réduction de la diaphonie sur circuit imprimé
Capacité piste à piste - Stripline
Capacité piste à piste - Couche à couche
Piste écran
Diaphonie dans les fonds de panier
Qu'est-ce qu'un champ ?
Tension de boucle
Tension induite dans les boucles
Réduction de la surface des boucles
Pistes sensibles : résumé

4 – Rayonnements des électroniques

Rayonnement d'une boucle de circuit imprimé
Les deux modes de rayonnement des électroniques
Pourquoi se méfier des horloges ?
Tracé des horloges
Attention au retour des courants
Rayonnement d'un bord de carte
Rayonnement des bords de carte
Maîtrise des trajets verticaux
Maîtrise des trajets verticaux : composants à piquer
Couplage carte à « câbles »
Rayonnement Carte / Fond de panier
Résumé des problèmes de rayonnement

5 – Protection des entrées/sorties

Précautions de routage des filtres
Implantation et routage des filtres
Exemple de bonne implantation et bon tracé

6 – Lignes de transmission

Ligne de transmission : définitions
Ligne en impulsion : réflexion des fronts
Forme des signaux
Ouverture de l'œil : une nécessité
L'œil fermé
Topologies des lignes
Quand doit-on adapter une ligne ?
Différentes lignes de transmission pour circuit imprimé
Calculs lignes transmission et Z – RF Calculator std
Calculs lignes de transmission et Z RF Calculator
Attention aux arborescences
Rupture d'impédances par changement de direction
Ruptures de Zc par changement de configuration
Effet de stub en temporel d'un via
Rupture d'impédance des liaisons différentielles
Routage de paires différentielles
Adaptation d'impédance répartie
Problème des fonds de panier
Vitesse de propagation et retard
Ligne à retard en grecque
Lignes de transmission : résumé