

CEM : Conception et mise en œuvre d'un système / d'une installation

OBJECTIFS

Comprendre les perturbations CEM et les modes de couplages
Connaître sources de perturbations CEM
Connaître les effets des perturbations sur les systèmes
Connaître les notions de terre et de masse
Connaître les règles de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion
Connaître les règles de bonne conception et leurs remèdes

PUBLIC VISE

Installateurs, Intégrateurs et concepteurs de systèmes électroniques

PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique ni en mathématique n'est indispensable.

INTERVENANT

Consultant CEM, formateur, expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – mise en pratique avec une études de cas
Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

DATES

A fixer 2025

LIEU

Sur site CNRS - Toulouse

DUREE

3 jours – 21h

PRIX INTRA

Cf. tarif sur devis
12 personnes maximum

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
☎ 06 37 46 07 65

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE Le découpage de la formation est indiqué à titre indicatif et pourra être modifié

CEM : CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTEME / D'UNE INSTALLATION

JOUR 1

Tour de table

1 - Introduction

Les grandes dates de l'électronique
Compatibilité Electromagnétique
Les modes de couplage
Problématique de la CEM des installations
Equations simples en CEM
Basse fréquence / Haute fréquence
Fréquence équivalente des impulsions
Les modes de propagation en conduction
Causes et effets des champs électromagnétiques

2 - Couplages CEM / principes de protection

Couplages sur un système industriel
Couplage par impédance commune
Equipotentialité
Impédance d'un conducteur de cuivre
Impédance d'un maillage
Comparaison des impédances
Diaphonie dans les câbles
Diaphonie capacitive paire à paire
Diaphonie inductive paire à paire
Diaphonie capacitive câble à câble
Diaphonie inductive câble à câble
Couplage champ à boucle
Atténuation des câbles torsadés
Réduction du couplage champ à câble par plan de masse

3 - Risque CEM Sources de perturbations

Sensibilité des systèmes électroniques
Talkie Walkie / Emetteur radio
Contacts secs
Convertisseurs à découpage
Variateurs de vitesse
Taux de panne lié à la foudre
Le phénomène foudre
La foudre en chiffre : norme EN 62305
Effets de la foudre
Statistiques du risque foudre
Le risque ESD humain
Régimes de neutre et CEM

4 - Conception des PCB

Impédance d'un plan de cuivre
Retour des courants HF

Fente dans un plan de masse
Mise en œuvre des plans de masse
Cas des PCB simples
Problématique des connecteurs
Principe de découplage
Mise en œuvre des condensateurs de découplage
Maîtrise des courants d'alimentation
Placement et routage des cartes mixtes
Stackup des PCB
Couplage capacitif des pistes sensibles
Capacité parasite d'un PCB
Anneau de garde et remplissage de masse
Masse électrique – Masse mécanique
Diaphonie des PCB
Diaphonie des connecteurs
Spectre des clocks
Réduction du rayonnement des PCB
Couplage PCB / câbles
Réduction du rayonnement des câbles

JOUR 2

5 - Terre et masses

Le mythe de la bonne terre
Mesure de la résistance d'une terre
Protection Foudre – Structure de collecte / Descente / Terre
Principe du réseau de terre
Principe du réseau de masse
Principe de raccordement des masses d'une installation
Maillage des masses : zonage armoire
Maillage des masses : Mise à la masse des équipements
Maillage des masses : Interconnexion des armoires
Maillage des masses : Salle technique

6 - Câblage

Les 3 boucles de câblage
Masse en étoile vs Maillage des masses
Classification des câbles
Ségrégation des câbles
Règles de câblage

7 - Câbles blindés et Effets réducteurs

Impédance de transfert des câbles blindés
Atténuation de blindage / Effet réducteur ces câbles blindés

Effet du raccordement par queue de cochon
Mise en œuvre des câbles blindés
Exemple raccordement de blindage « industriels »
Mise en œuvre des connecteurs blindés
Règle pratique de raccordement des blindages
Principe de l'effet réducteur
Efficacité des effets réducteurs
Mise en œuvre des chemins de câbles

8 - Filtrage et protections

Filtre BF par montage différentiel
Déséquilibre par filtrage
Isolement galvanique
Principe de filtrage HF
Éléments parasites des filtres
Montage des filtres
Filtres de traversées
Montage des filtres sur connecteur
Montage des filtres sur PCB
Utilisation des ferrites

JOUR 3

9 - Blindages

Principe de blindage
Blindages réels
Effet d'une fente dans un blindage
Traitement des fentes
Joints conducteurs
Métallisation des plastiques
Problématique des câbles
Mise en œuvre pratique d'un blindage
Blindage local sur PCB

10 - Diagnostics et Mesures CEM sur site

Outils de mesure en conduction
Outils de mesure en rayonnement
Immunité d'un système aux transitoires rapides en salves

11 - Synthèse

Echanges avec les participants sur les sujets CEM
Visite d'un site de recherche avec analyse CEM de l'installation commentée

Tour de table