

## Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de maîtriser le câblage et la mise en œuvre des installations de mesures sensibles dans la recherche et l'industrie.

## Le but de cette formation est de :

- Être capable d'identifier et de comprendre les couplages CEM
- Pouvoir identifier les sources de perturbation
- Être capable d'appliquer les méthodes de protection Basse Fréquence
- Être capable d'appliquer les méthodes de protection Haute Fréquence
- Savoir adapter les méthodes de mesure d'investigation CEM sur site

## À SAVOIR

### Public

- Ingénieurs et techniciens chargés de la mesure de signaux
- Techniciens et agents de maintenance d'installation

### Prérequis

- Connaissances de base en électricité
- Aucune connaissance préalable en CEM

### Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
  - Support de cours
  - Exercices pratiques
  - Démonstrations pratiques si possible
- 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 : 3 jours soit 21 h
- Grenoble, du 20 au 22 juin 2023
- Paris, du 12 au 14 décembre 2023

### Tarif

1 640 € HT

## PROGRAMME

### 1 – INTRODUCTION

- Rôles d'une terre
- Terre, masse et 0 V
- Classes d'environnements
- Mode commun et mode différentiel
- Ordres de grandeur des perturbations
- Rapport S/B et marge d'immunité
- Détection d'enveloppe

### 2 – LES 6 COUPLAGES

- Couplage par impédance commune
- Impédance des conducteurs
- Problème de la masse en étoile
- Chaînage des 0 V
- Couplage capacitif carte à masse
- Couplages par diaphonie
- Couplage "champ à boucle"
- Couplage "champ à fil"

### 3 – PERTURBATIONS BF

- Les 4 schémas de neutre
- Ordre de grandeur des courants dans les masses
- Le danger des terres séparées
- Sources de champ magnétique 50 Hz
- Sources de champ électrique 50 Hz

### 4 – PERTURBATIONS HF

- Rayonnement des émetteurs radio
- Conversion à découpage
- Variateurs de vitesse
- Reclaquage de contacts secs
- Pertes dans les câbles

### 5 – RÉSEAUX DE MASSE

- Définition et effets des boucles de masse
- Définition et effets des boucles entre masses
- Les boucles dans les systèmes modernes
- Impédance d'un maillage
- Maillage par îlots
- Liaison entre baies
- Exemples de maillage

### 6 – PROTECTION BF

- Protection en Mode Commun BF
- Réjection du MC par isolement
- Réduction du mode commun par appareil isolé
- Appareil « gardé » au laboratoire
- Appareil « gardé » en environnement bruité
- Réjection du MC en BF par isolement
- Réjection du MC BF par liaison symétrique
- Dissymétrie typique d'une paire
- Filtrage des capteurs / alimentations
- Amplitude et phase d'un R-C passe-bas
- Dissymétrie des filtres d'entrée
- Caractéristiques des composants d'isolation
- Effet d'un filtre passe bas sur une impulsion
- Principaux parasurtenseurs
- Protection contre les surtensions
- Montage des parafoudres énergie / télécom

### 7 – FILTRAGE DES PERTURBATIONS HF

- Les 3 méthodes de protection en MC HF
- Réjection hors-bande dès l'entrée
- Filtrage capacitif des entrées / sorties
- Filtrage des E/S : Erreurs à éviter
- Selfs de mode commun
- Impédance en fonction du nombre de spires
- Filtres secteurs recommandés
- Les 3 règles de montage des filtres secteur

### 8 – CÂBLES BLINDÉS

- Principe de l'effet réducteur
- Mesure simple d'un effet réducteur
- Effet réducteur d'un chemin de câble
- Raccordement des écrans de câbles
- Câblage des capteurs bas-niveaux
- Terminaison des blindages
- Classification des signaux
- Règles de câblage et de pose
- Écrans "électrostatiques"
- Choix de la connectique

### 9 – MESURES ÉLECTRIQUES ET CEM

- Méthodes de mesure d'une résistance
- Lignes et impédances caractéristiques
- Mesure pratique de l'impédance d'une ligne
- Mesures et câbles coaxiaux
- Correction du temps de montée
- Sonde d'oscilloscope passive
- Utilisation de sondes de tension actives
- Mesure d'un bruit de masse : précautions
- Mesure de la tension de M.C. entre masses
- Bruit tolérable entre équipements
- Mesure d'un signal sinusoïdal en présence de bruit
- TER/S : Méthode d'injection sur site

### 10 – REMÈDES CEM

- Écrans électrostatiques des câbles
- Amplifier à la source peut être néfaste !
- Densité spectrale d'une impulsion et utilisation
- Exemple de cohabitation sensible / perturbateur
- Cohabitation sensible / perturbateur : solution
- Enceinte blindée type
- Câblage d'une armoire
- Raccordements sur une TRP de baie
- Méthode de correction CEM sur site