

12 CEM des automobiles

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir et d'intégrer des modules électroniques en automobile en prenant en compte les modes de couplage et en limitant les effets des différentes sources, y compris les interférences radio.

Le but de cette formation est de :

- Savoir évaluer l'environnement CEM intra et externe au véhicule
- Être capable d'identifier les risques CEM des SEEE en fonction de la source de perturbation externe ou interne au véhicule
- Savoir choisir les solutions de blindage et filtrage CEM à mettre en œuvre
- Connaître la réglementation en vigueur pour un véhicule et un SEEE

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens en charge du développement des systèmes électroniques automobile
- Ingénieurs et techniciens en charge de la mise en œuvre de l'assemblage

Postulats

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des Postulats
- 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
- Paris, du 07 au 09 octobre 2025

Tarif

1 720 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Origine de la CEM
- Conduction et rayonnement
- Champ électromagnétique
- Les décibels
- Les 2 modes : commun / différentiel
- La CEM en automobile
- Problèmes type de CEM en automobile
- CEM interne d'un véhicule
- Spectre bande étroite / bande large
- Conversion temps – fréquence
- Rappels d'électronique

2 – RÉGLEMENTATION

- Règlement ONU R10
- R10 : applicabilité aux SEEE
- R10 : homologation d'un véhicule
- Cahiers des charges CEM constructeurs
- Normes utilisées dans les CDC constructeurs
- Arbres d'essais véhicule et SEEE
- R10 : niveaux en émission rayonnée
- R10 : essais et niveaux d'immunité
- BCI
- Immunité aux impulsions ISO 7637-2
- Essais de décharges électrostatiques
- Test véhicules électriques en mode de recharge

3 – ENVIRONNEMENT EMI

- Puissance rayonnée d'un émetteur
- Champs forts radio dans un véhicule
- Décharges électrostatiques
- Perturbations du réseau de bord

4 – SUSCEPTIBILITÉS DES CIRCUITS LOGIQUES ET ANALOGIQUES

- Perturbation d'un circuit analogique
- Détection d'enveloppe
- Réponse des circuits à un parasite HF
- Marges statiques des logiques courantes
- Fréquence équivalente des logiques courantes
- Caractérisation des entrées et sorties d'un ampli OP

5 – PARASITAGE PAR LES MASSES

- Impédance des conducteurs cylindriques
- Couplage par une impédance commune (C.I.C.)
- Impédance des plans de cuivre et d'acier
- Impédance HF des pistes de circuit imprimé
- Points critiques de mise à la masse sur véhicules
- Exercice : parasitage par impédance commune
- Arrangement des circuits analogiques / numériques / courants forts
- Mise en œuvre des faisceaux de câbles
- Distribution du OV en étoile : conséquences et solutions
- Equipotentialité
- Plan de masse des circuits imprimés
- Equipotentialité carte mère / carte fille
- Cartes mixtes analogiques / numériques

6 – PROTECTIONS EN CONDUCTION

- Immunité des liaisons numériques sur véhicules
- Conversion Mode Commun / Mode Différentiel
- Liaison symétrique différentielle
- Isolements galvaniques : rôle et limites
- Filtrage CEM en automobile
- Structure des filtres
- Mise en œuvre des condensateurs de filtrage
- Erreurs à éviter dans la mise en œuvre des filtres
- Self de mode commun
- Ferrites
- Cas particulier du filtrage d'alimentation
- Filtrage d'une liaison CAN
- Câbles blindés : principe, rôle, limites
- Mise en œuvre des blindages
- Cas du Mode Commun basse fréquence
- Connecteurs blindés : choix et mise en œuvre

7 – CONVERTISSEURS À DÉCOUPAGE

- Les 5 perturbations générées par un convertisseur à découpage
- Perturbations conduites de mode commun
- Filtrage en entrée
- Traitement de la sortie des convertisseurs
- Convertisseurs et alimentations en automobile
- Rayonnement des électroniques à découpage
- Filtrage / traitement des petits moteurs électriques et de leurs commandes
- Cas particulier des ouvertures de contacts mécaniques

8 – DIAPHONIE

- Diaphonie capacitive et magnétique : analyse
- Couplage capacitif fil à fil
- Couplage inductif fil à fil
- Réduction de la diaphonie par plan de masse

9 – COUPLAGE CAPACITIF CARTE À CHÂSSIS

- Couplage capacitif carte / environnement
- Circulation des perturbations hautes fréquence
- Effet d'écran d'un plan de masse
- Raccordement du OV au châssis

10 – COUPLAGES CHAMP À BOUCLE / CHAMP À FIL

- Propagation des champs électromagnétiques
- Couplage champ magnétique à boucle
- Tension de boucle dans un faisceau automobile
- Torsade des conducteurs
- Couplage en champ électrique
- Protection des conducteurs par plan de masse
- Règles de câblage des faisceaux automobiles

11 – RAYONNEMENT DES ÉLECTRONIQUES

- Spectre d'un signal d'horloge
- Les deux modes de rayonnement des électroniques
- Origines d'un courant de mode commun sur un câble

12 – BLINDAGE

- Comment un blindage fonctionne-t-il ?
- Champ proche / champ lointain
- Pertes par réflexion / absorption
- Choix du matériau de blindage
- Blindage des traitements conducteurs
- Atténuation d'une ouverture dans une paroi mince
- Étapes de mise au point d'un blindage