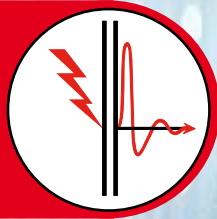


AEMC

Compatibilité Electromagnétique

www.aemc.fr



CATALOGUE FORMATIONS 2019



**FORMATION
ASSISTANCE
INGÉNIERIE
M E S U R E**

Stage	Nbre de jour(s)	Prix H.T.	Avril	Mai
GÉNÉRALITÉS				
Exposition humaine aux champs électromagnétiques	2	1 020 €		
Introduction à la CEM	4	1 830 €	Paris 02-05	
AÉRONAUTIQUE				
CEM en Aéronautique	3	1 400 €		
CONCEPTION				
Blindage des Equipements	2	1 020 €		
CEM des Automobiles	3	1 400 €		
Conception des Equipements (MODULE 1)	5	2 150 €		
Conception des Equipements (MODULE 2)	5	2 150 €		
Intégrité du signal	5	2 150 €		
Méthodes pratiques d'analyse et d'évaluation chiffrée en CEM	5	2 150 €		
Mise au point CEM des équipements	3	1 400 €		
Simulation Electromagnétique en CEM	5	2 150 €		
SPICE & CEM	5	2 150 €		Paris 20-24
Tracé des Cartes électroniques	3	1 400 €		
INSTALLATION				
CEM des Mesures Physiques	3	1 400 €		
CEM des Systèmes et Installations	4	1 830 €		Paris 14-17
Protection Foudre des Installations Industrielles et tertiaires	2	1 020 €		
Risques ESD dans l'industrie	1	565 €		
MESURES CEM				
Mesures CEM (MODULE 1)	5	2 150 €		
Mesures CEM (MODULE 2)	5	2 150 €		
RADIOCOM.				
CEM des Radiocommunications	4	1 830 €		
Intégration de solutions radiofréquences	3	1 400 €		
Radiocom Professionnelles Privées	4	1 830 €		
CONVERTISSEURS				
CEM des Convertisseurs	4	1 830 €		

CALENDRIER DES FORMATIONS 2019

Jun	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Pages
	Paris 24-25				p. 6
	Grenoble 17-20			Paris 10-13	p. 7
Paris 04-06			Toulouse 19-21		p. 8
	Paris 17-18				p. 9
			Paris 05-07		p. 10
Paris 17-21			Paris 25-29		p. 11
				Paris 02-06	p. 12
Paris 24-28				Paris 02-06	p. 13
Paris 17-21					p. 14
		Paris 08-10			p. 15
			Paris 18-22		p. 16
	Paris du 30/09 au 04/10				p. 17
				Paris 17-19	p. 18
		Paris 15-17			p. 19
		Paris 01-04		Grenoble 10-13	p. 20
	Paris 19-20				p. 21
		Paris 18			p. 22
Paris 24-28			Paris 25-29		p. 23
				Paris 09-13	p. 24
	Paris 17-20				p. 25
			Grenoble 19-21		p. 26
		Paris 08-11			p. 27
		Paris 15-18			p. 28

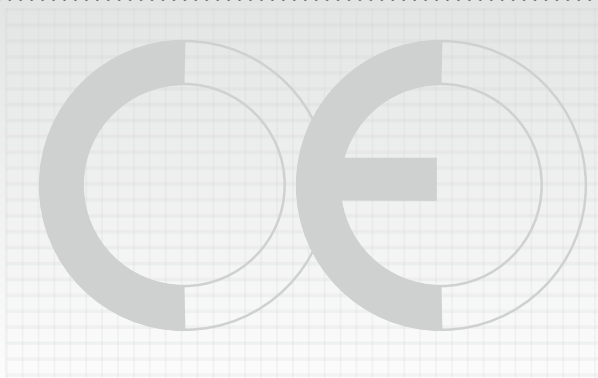
Expertise - ingénierie

Fort de plus de 30 ans d'expérience, AEMC intervient dans tous domaines d'activités pour vous accompagner en CEM.



- Audit CEM et corrections sur site
- Étude de système de protection foudre
- Accompagnement de projets
- Dossier d'études ou de justification
- Protection des personnes ou des biens
- Protection contre les décharges électrostatiques...

Mesure - Effet sanitaire - Radio -
Projet Simulation - Normes - DES -
Foudre Aéronautique - Ferroviaire -
Automobile Industrie - Militaire -
Médical - Routage - Conception



Formation

AEMC a choisi de proposer ses formations par métier, pour parler le langage de chacun et pour répondre de façon optimale aux problèmes concrets de tous les stagiaires.



- Nos formations présentent les phénomènes simplement, avec leurs causes, effets et ordres de grandeurs.
- Notre pédagogie s'appuie sur des manipulations simples qui vous permettent de « sentir » les phénomènes.



Formation Inter Entreprises :
Voir calendrier

Formation Intra Entreprises :
AEMC peut répondre à votre besoin spécifique en organisant une formation dans vos locaux :

- Adaptation du programme
- Durée de formation optimale
- Possibilités d'analyse de vos matériels



Mesure

AEMC Lab : laboratoire de Mesures et d'Essais accrédité par la section Laboratoire du COFRAC depuis 1997.

AEMC LAB :

19, rue François Blumet - 38360 Sassenage
Tél. 04 76 27 83 83 - Fax : 04 76 27 77 00
E-mail : aemc.lab@wanadoo.fr

www.aemc-lab.fr



ACCREDITATION
N°1-0805
PORTÉE DISPONIBLE
SUR WWW.COFRACT.FR



Exposition humaine aux champs électromagnétiques

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'identifier les risques des effets biologiques et sanitaires des champs électromagnétiques sur les personnes. Il pourra également mettre en œuvre les moyens de protections nécessaires au respect de la réglementation.

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser les restrictions de base (VLE) et les valeurs déclenchant l'action (VA)
- Pouvoir prendre en compte les exigences réglementaires
- Comprendre les méthodes de mesure de champ magnétique et électrique selon le protocole ANFR
- Connaître et adapter les différents moyens de protection

À savoir

Public

- Tout public
- Personnel en charge de la prévention et de la sécurité du travail
- Ingénieur et technicien en radiocommunication

Pré-requis

- Pas de connaissance nécessaire en CEM
- Pas de connaissance 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

Informations pratiques

- Durée : 2 jours soit 14 h
- Paris du 24 au 25 septembre 2019

Tarif

- 1 020 € HT

Programme

1 – Les grandeurs physiques

- Champ et déplacement électrique (E et D)
- Champ et induction magnétique (H et B)
- Impédance d'onde selon la distance (Zc)
- Perméabilité (μ) et permittivité (ϵ)
- Impédance des tissus biologiques
- Courants de contact et courant induit
- Densité surfacique de puissance
- Débit d'absorption spécifique (DAS, SAR)
- Énergie d'absorption spécifique (SA)
- Gain d'antenne et plan d'onde
- Décroissance du champ avec la distance

2 – Les effets biologiques

- Effets biologiques et sanitaires
- Actions contre un risque sanitaire
- Présentation de l'ICNIRP
- Méthode d'évaluation des risques
- Définitions légales et techniques
- Classes de protection de l'ICNIRP
- Effets biologiques avérés
- Mesures d'échauffement
- Effets du courant selon la fréquence
- Effets de E ou de H selon la fréquence
- Pénétration du champ dans les tissus
- Effet acoustique d'une impulsion
- Effets non thermiques
- Les divers types d'études
- Principaux résultats scientifiques
- Difficultés d'une étude épidémiologique
- L'hypersensibilité électromagnétique
- Champs modulés ou impulsifs
- Valeurs limites d'exposition

3 – Niveaux de référence et valeurs limites

- Réglementations européennes
- Restrictions de base (VLE)
- Distinction public / travailleurs
- VA basses et hautes pour travailleurs
- Vue d'ensemble des VA
- Variation du SAR en fréquence
- Dépassement des VLE sensorielles
- Densité du courant induit
- Fréquence équivalente à une impulsion
- Durée d'intégration de la puissance
- Courants déclenchant l'action
- Champs de référence
- Évaluation d'une exposition multiple
- Cas des implants médicaux
- Limites des valeurs de crête
- Évolution des niveaux de l'ICNIRP
- Réglementation et normalisation
- Directive européenne 1999/519/EC
- Décret français 2016/1074 du 3 Août 2016
- Directive européenne 2013/35/UE
- Principaux textes réglementaires
- Quelques normes produits
- Résumé et risques de confusion

4 – Mesures d'exposition

- Mesure des champs magnétiques
- Champmètre basse fréquence
- Antenne passive à réponse ICNIRP
- Mesure des champs électriques HF
- Précautions de mesure au champmètre
- Mesure de la densité de puissance
- Mesure de SAR par un fantôme
- Protocole de mesure de l'ANFR V3
- Evolution du protocole
- Périmètre de sécurité du public
- Mesure de champ pulsé type radar
- Incertitudes et difficultés de mesure
- Rapport de mesure type
- Le cas des lignes à haute tension
- Le cas des compteurs communicants Linky
- Pylônes radio et sites partagés
- Évaluation des risques d'une machine

5 – Travail en champ fort

- Rapport 101 870 de l'ETSI
- Classification/formation des travailleurs
- Méthode de surveillance du champ
- Méthode des distances limites
- Limitation d'accès par zonage
- « Dosimètres » individuels
- Environnements à champ élevé
- Le cas des IRM
- Évaluation de conformité EN 50499
- Vêtements de protection
- Balisage et logotype
- L'instruction DREP 302 143
- Balisage d'un site radio
- Exemples de zonages
- Exemple de plaquette informative
- Formulaire médical STANAG 2345
- Bibliographie et sites WEB

Introduction à la CEM

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire comprendra les enjeux de la CEM et aura acquis des bases certaines par un tour d'horizon des phénomènes et paramètres de cette discipline.

Le but de cette formation est de :

- Découvrir le vocabulaire en CEM
- Etre capable d'analyser le comportement des équipements : perturbateurs, victimes
- Etre capable d'analyser les couplages entre source et victime
- Appréhender les différentes normes et essais

À savoir

Public

Tout public

Pré-requis

- Pas de connaissance en électricité
- Pas de connaissance 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

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h
- Paris du 02 au 05 avril 2019
- Grenoble du 17 au 20 septembre 2019
- Paris du 10 au 13 décembre 2019

Tarif

- 1 830 € HT

Programme

1 – Introduction

- Définitions et vocabulaire de la CEM
- Perturbations conduites, perturbations rayonnées
- Les champs électromagnétiques
- Puissance rayonnée, propagation, réciprocité
- Unités relatives en dB

2 – Sources intentionnelles de parasites

- Bandes de fréquence des émetteurs radio usuels
- L'Impulsion Electromagnétique Nucléaire.
- Caractéristiques des ondes "Bell" et "CEI"
- Comparaison foudre / I.E.M.N

3 – Sources non intentionnelles de parasites

- Foudre : mécanisme physique
- Caractéristiques électriques, onde normalisée
- Niveaux kérauniques
- Elévation de potentiel du sol : dôme de potentiel
- Protection d'un bâtiment contre la foudre par paratonnerre (modèle Electrogéométrie)
- Décharges électrostatiques
- Sensibilité des composants
- Chaîne antistatique
- Surtensions à l'ouverture des contacts de relais
- Rayonnement des équipements numériques
- Alimentation à découpage
- Installation des variateurs de vitesse
- Bandes de fréquence "I.S.M."
- Limitation des perturbations à la source

4 – Victimes

- Victimes des champs EM
- Détection d'enveloppe des circuits analogiques
- Effets biologiques des ondes radioélectriques
- Brouillage d'un récepteur radio, intermodulation

5 – Couplage en conduction

- Isolement galvanique
- Couplage par impédance commune
- Diaphonies capacitive et inductive

6 – Limitation des surtensions

- Les dispositifs de protection
- Les éclateurs et varistances
- Les couplages mixtes
- Parafoudre
- Principe de la protection étagée

7 - Filtrage des perturbations et filtres

- Filtres antiparasites : rôles et spécifications
- Structure et spécificité des filtres CEM

- Connecteurs filtrants et filtres d'alimentation
- Utilisation des tores de ferrite
- Traitement du signal

8 - Câbles blindés : impédance de transfert

- Définition de l'impédance de transfert
- Impédance de transfert des câbles et des connecteurs
- Raccordement des blindages des câbles

9 – Couplage par rayonnement

- Champ proche / Champ lointain
- Champ des émetteurs - récepteurs portatifs
- Risques des champs E.M., ordres de grandeur

10 - Coffrets blindés

- Quand un écran est-il nécessaire ?
- Réflexion / Absorption
- Efficacité de blindage
- Influence des ouvertures
- Continuité électrique

11 - Installation

- Réseaux de Terre et de Masse / unicité
- Prise de Terre, principe du Tellurohmmètre
- Interconnexion des systèmes
- Définition et effets des boucles de masse et entre masses

12 – Alimentation et régimes de neutre

- Distribution du secteur en étoile
- Harmoniques secteur
- Régimes (Schémas) de neutre TT, TNC, TNS, IT

13 – Mesure

- Bande étroite, bande large
- Emission en rayonnement / conduction
- Récepteurs de mesures, analyseur de spectre
- Antennes, facteur d'antenne
- Mesure de champ magnétique / électrique
- Mesure du courant sur les câbles
- Mesure de tension par R.S.I.L

14 – Directive européenne

- Exigences essentielles de la directive CEM 2014/30/UE
- Organismes compétents et notifiés
- Normes génériques, normes familles de produits, normes produits
- Instances de normalisation en CEM

15 - Normes

- Classification des essais
- Limites et méthodes de mesure CISPR
- Normes d'émission et d'immunité
- Normes CEI / EN 61000-4-2 à 61000-4-11
- Normes militaires françaises et étrangères

CEM en Aéronautique

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'analyser les plans de qualification et les contraintes fortes - dont celles de la foudre - des équipements aéronautiques. Il saura mettre en œuvre les solutions pratiques aux problèmes de conduction ou de rayonnement électromagnétiques.

Le but de cette formation est de :

- Avoir une vue d'ensemble des exigences des normes aéronautiques
- Appréhender les caractéristiques particulières des alimentations en aéronautique
- Savoir identifier et maîtriser les couplages électromagnétiques sur les équipements et systèmes
- Concevoir et optimiser les solutions de filtrage et protection HF
- Concevoir et optimiser les parasurtenseurs

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de conception en aéronautique
- Ingénieurs et techniciens de tests et mesures électromagnétiques pour l'aéronautique
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes aéronautiques ou spatiaux

Pré-requis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur
- Niveau de base en mathématique de tout technicien supérieur
- Une connaissance - même sommaire - des cahiers des charges aéronautiques est souhaitable

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

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 04 au 06 juin 2019
- Toulouse du 19 au 21 novembre 2019

Tarif

- 1 400 € HT

Programme

1 - Introduction

- La CEM et la fonctionnalité
- L'environnement aéronautique
- Méthode d'analyse de la CEM
- Qualification et maîtrise des marges
- Les 6 couplages électromagnétiques
- Mode différentiel et mode commun
- Basses et hautes fréquences
- L'échelle des décibels
- Détection d'enveloppe
- Marge de bruit
- Immunité hors bande des circuits
- Zonage d'un aéronef
- Événements singuliers (« SEE »)

2 - Vue d'ensemble de la DO160

- Normes et cahiers des charges
- Protection électromagnétique : principes
- Section 15 : Effet magnétique
- Section 16 : Entrées de puissance
- Section 17 : Pics de tension
- Section 18 : Susceptibilité audiofréquence
- Section 19 : Induction sur les signaux
- Section 20 : Susceptibilité RF
- Limites d'immunité RF
- Les tests de BCI
- Tests d'immunité rayonnée - CRBM
- Section 21 : Émission d'énergie RF
- Mesure des perturbations conduites
- RSIL 5 et 50 µH et leurs effets
- Mesures à la pince de courant
- Limites d'émission RF en conduction
- Limites d'émission RF en rayonnement
- Ecart entre DO160 et MIL-STD
- Section 22 : Effets indirects de foudre
- Les 6 formes d'onde de foudre induite
- Formes d'ondes théoriques et réelles
- Section 23 : Effets directs de la foudre
- Charges statiques de structure et DES
- Section 25 : Décharges électrostatiques

3 - Convertisseurs de puissance

- Convertisseur aéronautique : particularités
- Mode commun d'une alimentation
- Mode commun d'entrée à sortie
- Différences entre RSIL 5 µH et 50 µH
- Filtrage du mode commun non isolé
- Filtrage du MC d'alimentation isolée
- Réduction du mode commun entrée à sortie
- Pièges des filtres d'alimentation
- Mode différentiel d'une alimentation
- Filtrage du mode différentiel
- Amortissement d'une résonance
- Bruit de recouvrement des diodes
- Harmoniques d'un pont dodécaphasé
- Différences de niveau entre lignes
- Influence de la puissance fournie

4 - Couplage par impédance commune

- Impédance commune dans un câble
- Impédance d'un plan de cuivre
- Impédance des conducteurs / pistes
- Découplage d'alimentation - principe

- Cartes mixtes analogique / numérique
- Impédances « cachées » d'un connecteur
- Impédance de transfert d'un aéronef
- « Ground Reference fluctuation » (GRF)
- Nombre de couches et de plans de 0 V
- Empilage recommandé de couches

5 - Couplage carte à châssis

- Couplage capacitif carte à châssis
- Capacité totale entre carte et masse
- Faut-il faire flotter un 0 V ?
- 0 V flottant : routage et disposition
- Raccordement du 0 V au châssis
- Réduction de « l'effet de main »

6 - Diaphonies

- Tension de boucle
- Calcul d'une tension de boucle
- Réduction du couplage champ à boucle
- Courant d'antenne
- Effet du plan de masse
- Calcul du courant de BCI
- Réduction du couplage champ à fil

7 - Couplage champs à câbles

- Tension de boucle
- Calcul d'une tension de boucle
- Réduction du couplage champ à boucle
- Courant d'antenne
- Effet du plan de masse
- Calcul du courant de BCI
- Réduction du couplage champ à fil

8 - Émission rayonnée

- Rayonnement d'une petite boucle
- Enveloppe du spectre rayonné en MD
- Réduction du rayonnement à la source
- Évolution des spectres rayonnés
- Origines des spectres de MC HF
- Spectre du rayonnement des câbles
- Réduction des perturbations HF

9 - Filtres et limiteurs de surtensions

- Les divers limiteurs de surtensions
- Nécessité d'un filtrage passif en entrée
- Tenue d'une résistance en impulsion
- Puissance de Transzorb selon son boîtier
- Tension résiduelle d'une Transzorb
- Dimensionnement d'une Transzorb
- Composants anti-mode commun BF
- Immunité d'une liaison différentielle
- Tenue diélectrique et loi de Paschen
- Filtres et tores de ferrite en aéronautique

10 - Câbles, connecteurs et coffrets blindés

- Impédance de transfert d'un câble blindé
- Calcul de la tension résiduelle induite
- Efficacité de blindage selon Zt
- Effet réducteur d'une paire blindée
- Surblindages et connecteurs blindés
- Mise en œuvre des écrans de câbles
- Connecteurs filtrants et IEM
- Fente dans un blindage
- Résonances de coffret et amortissement
- Joints conducteurs / vitres blindées
- Mise au point d'un blindage

Blindage des Equipements

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir un coffret électronique en intégrant des notions de blindage et en optimisant les méthodes de protection.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre la théorie du blindage
- Etre capable d'analyser et traiter les ouvertures
- Maîtriser le câblage et le filtrage des interfaces d'entrée/sortie
- Assimiler les techniques de métallisation des boîtiers
- Apprendre à mesurer un blindage

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude
- Concepteur de coffret

Pré-requis

- Pas de connaissance CEM
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des pré-requis
- 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 : 2 jours soit 14 h
- Paris du 17 au 18 septembre 2019

Tarif

- 1 020 € HT

Programme

1 – Introduction

- Caractérisation CEM des équipements
- Mode commun / Mode différentiel
- Origines du courant de mode commun
- Les 2 types de rayonnements électroniques
- Rayonnement carte / fond de panier
- Impédance des conducteurs cylindriques
- Rôles d'un écran
- Définition de l'efficacité de blindage
- Raccordement du 0 V au châssis
- Utilisation des décibels

2 – Blindages : théorie

- Qu'est - ce qu'un champ ?
- Propagation et couplage entre les champs E et H
- Zone de champ proche / champ lointain
- Modes de fonctionnement d'un écran
- Impédance d'un écran
- Réflexion selon l'impédance du champ
- Épaisseur de peau / absorption
- Abaques de Cowdell
- Blindage : critères de choix
- Matériaux magnétiques ou non
- Champs très basse fréquence
- Champ magnétique et induction
- Déflexions des lignes de champ
- Risque de saturation

3 – Blindages réels

- Nécessité des ouvertures
- Principe de calcul
- Atténuation de blindage d'une fente
- Atténuation d'une grille
- Cas des ouvertures multiples
- Efficacité d'une ouverture guide
- Exemple de guide / Nids d'abeilles
- Efficacité de blindage d'un coffret
- Exemple d'écran « électrostatique »
- Exemple d'écran magnétique
- Exemples de blindages sur carte
- Exemples d'écrans soudés / amovibles
- Utilisation de sondes de champ proche

4 – Traitement des câbles

- Effet d'antenne des câbles
- Effet réducteur d'un plan de masse
- Exemple de câblage interne
- Les 3 méthodes anti-mode commun H.F.
- Circulation des courants HF
- Mise en œuvre des connecteurs
- Regroupement des entrées / sorties
- Filtrés en traversée de paroi
- Montage des filtres / exemples
- Impédance de transfert de câbles blindés
- Relation entre Zt et efficacité de blindage
- Raccordement des connecteurs blindés
- Étapes de mise au point d'un blindage
- Tubes et textiles pour surblindage

5 – Amélioration d'un blindage

- Principe général
- Points « chauds »
- Criticité des fuites
- Réduction de fuite par effet de chicane
- Valeur de l'effet de chicane
- Exemple d'effet de chicane
- Capot en fer étamé
- Résonances de coffret et amortissement
- Exemple de matériau absorbant
- Les 2 topologies pour visualisation
- Traitement des organes accessibles
- Accessoires de blindage : exemples
- Efficacité d'un joint conducteur
- Effet de la pression / déformation
- Mise en œuvre d'un joint conducteur
- Attention à la colle des joints adhésifs
- Doigts conducteurs et ressorts
- Couples électrochimiques
- Utilisation des doigts-ressorts
- Qualité nécessaire selon la zone
- Couples électrochimiques
- Câblage interne
- Coordination électronique / mécanique
- Connecteurs filtrants de fortune
- Erreurs récurrentes
- Contrôle visuel
- Coffrets blindés industrialisés
- Méthode de l'ampoule électrique
- Chromage de l'aluminium

6 – Boîtiers plastiques

- Composites conducteurs
- Peintures conductrices
- Zingage par arc / à la flamme
- Métallisation sous vide / cathodique
- Dépôts chimiques / électrolytiques
- Coffrets plastiques métallisés
- Blindage simple en boîtier plastique
- Mesure simple d'un revêtement

7 – Mesures de blindage

- Mesure pratique d'atténuation
- Calibrage avant mesure
- Mesure d'un petit coffret
- Norme CEI 61587-3
- Norme IEEE 299
- Procédure de mesure recommandée

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**
- **Etre 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**
- **Connaitre 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

Pré-requis

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

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

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 05 au 07 novembre 2019

Tarif

- 1 400 € HT

Programme

1 - Introduction - Rappels

- Introduction : La CEM en automobile
- Caractérisation CEM d'un équipement auto
- CEM interne véhicule : Sources / Victimes permanentes
- CEM interne et véhicule : confrontation sources / victimes
- Les 2 modes : commun / différentiel
- Rappel : unités et terminologies CEM
- Spectre bande étroite / bande large
- Conversion temps - fréquence

2 - Environnement EMI

- Valeurs typiques de champs rayonnés par des émetteurs usuels
- Environnement radioélectrique routier (France)
- Champs forts radio générés dans un véhicule
- Signatures de perturbateurs sur véhicules
- Charges statiques en automobiles
- Perturbations du réseau de bord automobile

3 - Susceptibilités des circuits logiques et analogiques

- Réponse des circuits à un parasite HF
- Marges statiques des logiques courantes
- Fréquence équivalente des logiques courantes
- Surconsommation de transition
- Taux d'erreurs binaires avec / sans codage
- Capteurs et transducteurs en automobile
- Rapport signal / bruit
- Détection d'enveloppe
- Caractérisation des entrées et sorties d'un ampli OP

4 - Parasitage par les masses

- Couplage par une impédance commune (C.I.C.)
- Impédance d'un plan de masse
- Impédance des plans de cuivre et d'acier
- Impédance HF des pistes de circuit imprimé
- Impédance des conducteurs circulaires
- Points critiques de mise à la masse sur véhicules
- Exercice : parasitage par impédance commune
- Comparaison analogique / numérique
- Calcul du bruit d'alimentation
- Réduction de l'impédance d'alimentation
- Réseaux d'alimentation maillés
- Mélanges AN./NUM/Courants forts dans les masses

5 - Boucle de masse : Solutions

- Conversion MC - MD
- Couplage capacitif carte à châssis
- Capacité totale entre carte et plan de masse
- Masse mécanique / masse électrique
- Effets de bord

6 - Diaphonie

- Diaphonie capacitive et magnétique : analyse
- Capacité linéique piste à piste
- Couplage capacitif fil à fil
- Couplage inductif fil à fil

- Réduction de la diaphonie par plan de masse
- Règles de câblage pour faisceaux véhicule

7 - Couplage champ à boucle / champ à fil

- Propagation des champs
- Tension de boucle
- Approximation de tension induite champ - boucle
- Torsade des conducteurs
- Antennes fouet et dipôle
- Couplage « champ électrique à câbles »
- Réduction du champ par plan de masse

8 - Rayonnement des électroniques

- Les deux types de rayonnement des électroniques
- Spectre d'un train trapézoïdal
- Rayonnement d'une petite boucle
- Spectre rayonné en mode différentiel
- Pourquoi se méfier des horloges ?
- Rayonnement d'un petit fouet
- Origines du courant de mode commun
- Spectre rayonné en mode commun
- Perturbations d'un système d'injection

9 - 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

10 - Protection en conduction

- Les 3 méthodes de protection en MC BF
- Les 3 méthodes anti-mode commun H.F.
- Immunité des liaisons numériques véhicule
- Immunité du bus CAN
- Détection d'enveloppe des optocoupleurs
- Filtres CEM en électronique automobile
- Circuits de filtres et impédances
- Condensateurs et filtres pour circuit imprimé
- Atténuation due à l'impédance d'une batterie
- Problème du filtrage 12 V
- Filtrage et protection des entrées / sorties
- Performances de différents ferrites CEM
- Principaux parasurtensions
- Antiparasitage des bobines
- Câbles blindés et coaxiaux
- Raccordement des écrans de câbles blindés
- Importance de la mise à la masse des em-bases
- Autoradio : Parasitage par le coaxial d'antenne

11 - Normalisation

- Directive Automobile : Références et application
- Réglementation R10 03
- Cahiers des charges constructeurs
- Norme ISO 7637-X
- Norme ISO 11452-X

Conception des Equipements

Module 1

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs CEM lors de la conception d'un équipement.

Le but de cette formation est de :

- Apprendre à identifier et solutionner les problèmes potentiels en analogique, numérique et circuits de commutation
- Être capable d'analyser et de maîtriser les mécanismes de couplages
- Pouvoir concevoir et mettre en œuvre les remèdes en conduction et rayonnement
- Savoir analyser et mettre en œuvre les lignes de transmission pour les liaisons rapides
- Pouvoir appréhender les besoins et mettre en œuvre les solutions de blindage

À savoir

Public

- Techniciens et ingénieurs en électronique
- Techniciens d'essais CEM

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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 17 au 21 juin 2019
- Paris du 25 au 29 novembre 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Programme

1 - Introduction

- Méthode d'analyse de la CEM
- Mode commun et mode différentiel
- Utilisation des décibels
- Conversion temps - fréquence

2 - Circuits analogiques

- Rapport signal / bruit
- Bande passante et vitesse de balayage
- Impédance et courant de sortie
- Détection d'enveloppe

3 - Circuits numériques

- Marge de bruit des logiques courantes
- Forme d'onde et fréquence équivalente
- Surconsommation de transition

4 - Circuits de commutation

- MD et MC d'une alimentation à découpage
- Calcul et filtrage du mode commun
- Calcul et filtrage du mode différentiel
- Condensateurs chimiques

5 - Couplage par impédance commune

- Principe du couplage par impédance commune
- Impédance d'un plan de cuivre
- Impédance des pistes et des fils
- Alimentation en étoile
- Comparaison analogique / numérique
- Plans de masse et d'alimentation
- Solution optimale des couches de CIP

6 - Couplage carte à châssis

- Couplage capacitif carte à châssis
- Capacité entre carte et masse
- Capacité d'une piste
- Ecran électrostatique et anneau de garde
- Exemple de tracé
- Masse mécanique / masse électrique

7 - Couplage par diaphonie

- Capacité linéique piste à piste et fil à fil
- Couplage inductif fil à fil
- Exemple de diaphonie piste à piste
- Diaphonie des câbles plats
- Réduction de la diaphonie par plan de masse

8 - Couplage champ à boucle

- Calcul de la tension de boucle
- Exemple de susceptibilité
- Cas du champ magnétique
- Torsade des conducteurs

9 - Couplage champ à fil

- Antennes fouet et dipôle
- Calcul du courant induit
- Réduction du champ par plan de masse

10 - Rayonnement de mode différentiel

- Spectre d'un train trapézoïdal
- Rayonnement d'une petite boucle

- Exemple de rayonnement d'une horloge
- Réduction des surfaces de boucles
- Réduction du rayonnement de M.D.

11 - Rayonnement de mode commun

- Rayonnement d'un petit fouet
- Origines du courant de mode commun
- Spectre rayonné en mode commun
- Alerte avant la mesure du rayonnement
- Réduction du rayonnement de M.C.

12 - Câbles blindés

- Câbles blindés et coaxiaux
- Impédance de transfert
- Effet réducteur d'une paire blindée
- Terminaison des blindages

13 - Protections en conduction

- Eclateurs, varistances, transzorob
- Filtres secteur commerciaux
- Les 3 règles de montage des filtres secteur
- Transformateurs à écrans
- Filtrage des entrées à bas-niveaux
- Les tores de ferrite, choix du nombre de spires
- Composants anti-mode commun BF
- Émetteurs / récepteurs de ligne
- Lignes symétriques
- Intérêts des fibres optiques

14 - Lignes en impulsions

- Qu'est-ce qu'une ligne de transmission ?
- Impédance et vitesse de propagation
- Déformation des fronts
- Quand doit-on adapter une ligne ?
- Techniques d'adaptation
- Circuits microstrip et stripline

15 - Théorie du blindage

- Champ proche / champ lointain
- Pertes par réflexion et par absorption
- Efficacité de blindage
- Choix du matériau de blindage
- Efficacité de blindage : Application

16 - Coffrets réels

- Nécessité des ouvertures
- Ouverture dans un blindage
- Couples électrochimiques
- Joints conducteurs et doigts ressorts
- Métallisation des plastiques

17 - Revue de conception

- Accompagnement CEM d'un projet
- Maîtrise des choix initiaux
- Les revues CEM

Conception des Equipements

Module 2

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs de la conception d'un équipement utilisant des transitions inférieures à la nanoseconde. Il saura traiter les liaisons différentielles numériques rapides, analogiques à large bande passante ou à faible bruit et traiter conjointement les notions de CEM et de fonctionnalité.

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser les choix initiaux de conception
- Maîtriser la CEM des composants
- Être capable de comprendre et maîtriser la diaphonie et le routage des circuits imprimés
- Appréhender les effets de ligne de transmission et maîtriser leur mise en œuvre
- Comprendre et adapter les solutions de protection BF et HF

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de conception en électronique

Pré-requis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur
- Expérience préalable en conception électronique ou avoir suivi le module 1

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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 02 au 06 décembre 2019

Tarif

• 2 150 € HT

Programme

1 Introduction : rappels

- Maîtrise de la CEM et des choix initiaux
- Mode Commun et Mode Différentiel
- Environnement isolant / conducteur
- Symboles terre / masse / 0 V
- Impédance d'un conducteur
- Densité spectrale d'une impulsion
- Rappel : formulaire général de CEM

2 - Caractéristiques des composants passifs

- Immunité des résistances
- Caractéristiques des condensateurs
- Caractéristiques des inductances
- Caractéristiques des ferrites
- Mesures ou modélisation en CEM ?
- Schémas équivalents des composants passifs
- Modélisation d'un filtre en mode commun

3 - Caractéristiques des composants actifs

- Bruit d'une chaîne linéaire
- Bruit thermique et en 1 / F
- Détection d'enveloppe des amplificateurs
- Repères chiffrés en analogique
- Marge statique / dynamique des logiques
- Oscillation d'une porte MOS
- Métastabilité et double synchronisation
- CEM des échantillonneurs - bloqueurs
- Jitter et son effet en conversion A/N
- Le phénomène de latch-up

4 - Oscillateurs

- Principe et difficulté des oscillateurs
- Réseau de réaction, modes de résonance
- Oscillateur à Quartz, schéma équivalent
- Points de fonctionnement
- Risque du non démarrage et de casse
- PLL

5 - ASICs

- « Road Map » des circuits VLSI
- La question du courant dans les puces
- Bruits et couplages dans les puces
- Le bonding et le « ground bounce »
- Origines, effets et maîtrise des dl/dt
- Calcul du nombre de VDD / VSS
- Dimensionnement des drivers de sortie
- CEM à la conception des puces

6 - Circuits imprimés

- Budget théorique de bruit
- Nombre et choix des couches en numérique
- Implantation et routage des circuits rapides
- Impédance d'un plan de masse fini/infini
- Effets des trous dans un plan de 0 V
- Effets des vias et des fentes dans un plan
- Les 3 types de pistes ou anneaux de garde

7 - Lignes

- Équation de propagation
- Ligne sans perte en régime sinusoïdal
- Impédance caractéristique d'une ligne
- Paramètres linéiques d'une ligne

- Vitesse de propagation et retards
- Mesures pratiques de Zc
- Circuits d'adaptation série / parallèle
- Adaptation d'un fond de panier
- Pertes par effet de peau

8 - Diaphonies

- Diaphonies capacitive et inductive sur CIP
- Mesure d'une faible diaphonie capacitive
- Diaphonies dans un connecteur / Mesures
- Diaphonie progressive et régressive

9 - Filtres

- Fonction de transfert et Perte d'insertion
- Réponses impulsives de passe-bas
- Filtrage des entrées / sorties
- Filtrage d'un signal numérique
- Filtrage : erreurs à éviter
- Filtrage d'une sortie d'amplificateur
- Conversion par déphasage du MC en MD
- Tension aux bornes d'un Transzorb

10 - Câbles et connecteurs

- Réjection du MC en BF par isolement
- Réjection du MC par liaison symétrique
- UTP / STP : Conversion du MC en MD
- Mesure de la dissymétrie d'une paire
- Dissymétrie de transfos Ethernet 100 Mbps
- Mesure de l'effet réducteur d'un câble
- Relation entre Zt et efficacité de blindage
- Mise à la masse d'un connecteur
- Impédance de transfert d'un connecteur
- Réjection totale du mode commun

11 - Émission rayonnée

- Les 2 types de rayonnements d'un système
- Rayonnement du câble d'alimentation
- Émission de 2 signaux superposés
- Harmoniques pairs et impairs de l'horloge
- Cas des horloges multiples
- Analyse de courant de MC de 30 à 80 MHz

12 - Blindage

- Etape de mise au point d'un blindage
- Attention aux « zones chaudes »
- Effet de chicane
- Résonances géométriques de coffret

Intégrité du signal

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte les difficultés de conception liées à la montée du débit des transmissions (pertes, diaphonie, conversion de mode, non linéarité, etc.). Il pourra appréhender les limites en dynamique et en fréquence des signaux et leur propagation et ainsi utiliser des outils d'aide à la conception pour l'implantation et le routage des cartes comme pour les transmissions filaires.

Le but de cette formation est de :

- Identifier les causes et les effets des bruits superposés aux signaux
- Maîtriser les bruits d'alimentation et leur découplage (Ground bounce et power integrity)
- Pouvoir simuler les effets de ligne et modéliser l'intégrité des signaux (SI)
- Identifier les principaux pièges à la conception d'une carte électronique, dont le choix des composants et leur mise en œuvre
- Pouvoir analyser les effets des filtres - linéaires ou non - et pouvoir calculer un circuit de protection contre les surtensions

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude de conception
- Ingénieur et techniciens de mise au point de circuits rapides ou à grande dynamique
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes électroniques performants

Pré-requis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur
- Niveau de base en mathématique de tout technicien supérieur
- Une expérience préalable en conception électronique est souhaitable

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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 24 au 28 juin 2019
- Paris du 02 au 06 décembre 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Programme

1 – Rapport signal à bruit

- Rappels et définitions
- FFT et FFT inverse
- Bruits thermique et de quantification
- Valeurs crête, moyenne et médiane
- Densité de probabilité en amplitude (APD)
- Bruit en excès et 1/F – Choix de la techno
- Dynamique sans parasite (SFDR)
- SINAD et nombre de bits effectifs (ENOB)
- Relations entre THD, SNR et SINAD
- Non linéarité intégrale et différentielle (INL, DNL)
- Taux d'erreurs binaires (BER, BEP)

2 – Marge de bruit

- Confusions des notions de terre, masse et 0 V
- Marges statique et dynamique de bruit
- « Ground bounce » : cause, mesure et effets
- Pente des fronts, commutations simultanées
- Jitter, inductance de boîtier, débit maximal
- Choix des couches et « stacking »
- Détection d'enveloppe : Exemple

3 – Bruit d'alimentation (PI)

- Bruit des convertisseurs d'alimentation
- Impédance d'un bus d'alimentation
- Retour du courant Changement de couche
- Modélisation d'une alimentation par plans
- Spectre du courant consommé
- Effet de cavité entre plans, distance entre vias
- Bruit d'alimentation et « Jitter » induit
- Impédance d'alimentation et effets de via
- Problèmes des fentes / résonances de structures
- « Power integrity », PSRR et découplage

4 – Effets de ligne

- Electromagnétisme, perméabilité et permittivité
- Propagation conduite et rayonnée
- Circulation des courants, vitesse de propagation
- Impédance caractéristique / paramètres de ligne
- Champs proches et lointains propagation
- Mesures des temps de transition et de retard
- Simulation de l'effet de peau Rugosité
- Inductance de plans finis et imparfaits
- Les deux types de résonance Mesures 50 Ω
- Effets des pertes d'une ligne Simulation
- Pertes diélectriques et choix du diélectrique
- « HDI », intégration haute densité et microvias
- Préaccentuation, peaking, égalisation active
- « TDR » Réflectométrie : Mesures et simulation
- « Overshoot », « Ringing », formes d'ondes
- Effets et risques des serpentins
- Pad de condensateurs, via et effet de stub
- Risque de double basculement Adaptation
- Paramètres S : mesures et simulation
- Incrustation Désincrustation
- Calibrage OSM / OSTM Abaque de Smith
- Connecteurs pour signaux HF Simulation
- Routage des horloges rapides
- Simulation d'impédance répartie

5 – Composants actifs

- Doubles sources / fiches techniques
- Distorsion de croisement et effets
- Références et régulateurs de tension
- Filtrage en sortie d'amplificateur
- Analyse et validation de schéma
- Bus parallèles ou liaisons série
- « SerDes » (Sérialiseur/désérialiseur)
- QFP, BGA, « wire bond », « flip chip »
- RLC et SIP Drivers LVDS
- Interconnexions à haute densité (HDI)
- Métastabilité Double synchronisation
- Diagramme de l'œil et histogramme
- Notion de masque – Taux d'erreur
- Modulations amplitude et phase
- Modulation OFDM Constellation
- Mesures de la gigue (« Jitter ») – Effets
- Bruit de phase – Effet sur ADC / DAC
- Horloges à étalement de spectre (SSC)

6 – Diaphonies et champs proches

- Diaphonies capacitive et inductive
- Paradiaphonie / télédiaphonie modélisation
- « Glitch » par diaphonie : Pull-in et Push-out
- Diaphonie entre lignes – effets de la charge
- « NEXT », « FEXT » et « Alien »
- Rapport diaphonie / atténuation (ACR)
- Connecteurs et sonde de champ proche

7 – Liaisons différentielles

- Composants magnétiques et symétrisation
- Perte de conversion longitudinale (LCL, TCL)
- BER et réjection du mode commun (CMRR)
- Dissymétries de liaison : implantation routage
- Effet du biais (Skew) et autres dissymétries
- Z pair, Z impair (Zodd et Zeven)
- Microstrip ou stripline Émission rayonnée

8 – Composants de protection

- Phénomène de « latch-up »
- Valeurs maxi absolues et risques
- Protections en entrée d'alimentation
- Diodes d'écrêtage (« clamping »)
- Tenue des résisteurs aux surcharges
- Simulation en F et t de filtres passebas
- Problèmes et choix d'un condensateur
- Limiteurs de surtension Choix de Transzorb
- Filtrage linéaires ou non linéaires – Exemples
- Zt de câble blindé et effet réducteur
- Choix de câble et de connecteur blindé

9 – Modélisation en IS

- Pourquoi simuler l'IS ? Modèle de composant
- Solveurs PEEC ou SPICE Paramètres S
- Modèle IBIS (norme 620141)
- Modèle ICEMC (série 62433x) / LECCS-I/O
- Modélisation en immunité : ICIM (62132x)
- Solveurs de champs et validation du résultat

Méthodes pratiques d'analyse et d'évaluation chiffrée en CEM

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'appliquer une méthode pour analyser et chiffrer des situations CEM complexes en émission et en immunité.

Le but de cette formation est de :

- Apprendre à adopter une méthode organisée et progressive
- Être capable d'analyser et de maîtriser les mécanismes de couplages
- Pouvoir calculer des perturbations intra et inter - systèmes
- Savoir déterminer avec méthode les différentes solutions
- Être capable d'appréhender les marges obtenues

À savoir

Public

- Techniciens et ingénieurs en électronique
- Techniciens d'essais CEM

Pré-requis

- Formation de base en CEM ou expérience de 2 ans
- 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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 17 au 21 juin 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Programme

1 - Définitions

- Routines de prédictions
- Exemple de profil d'essai
- Approche de durcissement
- Occurrence des D.E.S. selon le courant
- Principales menaces EMI ambiantes
- Interprétation des spécifications CEM
- CEM inter et intra-système
- Matrices de couplages
- Table de conversion en décibels
- Spectre Bande Etroite / Bande Large
- Conversion temps – fréquence
- Rapport signal / bruit
- Détection d'enveloppe des amplificateurs
- Marge de bruit des familles logiques
- Forme d'onde et fréquence équivalente
- Courant de transition et découplage
- Comportement hors-bande des logiques
- Structure des tests type MIL – 461
- Limites en conduction et en rayonnement
- Normes CEI / EN 61000-4-2, 4-3 et 4-4

2 - Prédiction couplage par impédance commune

- Couplage par impédance commune
- Impédance des conducteurs et des pistes
- Impédance d'un plan et d'un plan perforé
- Calcul du bruit d'alimentation

3 - Couplage par champ reçu

- Distinction Champ-Boucle / Champ-Fil
- Coefficient de couplage champ – boucle
- Exercice : couplage champ-boucle MD
- Torsade des conducteurs
- Coefficient champ à fil
- Réduction du champ par plan de masse
- Câbles blindés et coaxiaux
- Impédance de transfert
- Calcul de la tension induite
- Relation entre Zt et efficacité d'écran
- Impédance de transfert des connecteurs
- Conversion MC - MD en coax et paire blindée
- Capacité parasite carte à masse
- Exercice récapitulatif
- Tableau de prédiction

4 - Diaphonie

- Diaphonie capacitive fil à fil
- Modèle de couplage inductif fil à fil
- Diaphonie entre câbles : routine de calcul
- Diaphonie en fonction de la hauteur
- Exercice de diaphonie capacitive et magnétique
- Diaphonie des câbles plats
- Capacité linéique piste à piste
- Exercice : Diaphonie sur circuit imprimé
- Diaphonie dans les connecteurs "Sub-D"
- Exercice de bilan système

5 - Blindages

- Champ proche / champ lointain
- Impédance intrinsèque
- Effet de peau
- Choix du matériau de blindage
- Pertes par réflexion et par absorption
- Efficacité de blindage de plastiques chargés
- Atténuation d'une ouverture
- Efficacité de blindage d'un treillis
- Efficacité d'une ouverture guide
- Efficacité de blindage des joints EMI
- Exercice blindage : Etude coffret
- Bilan blindage

6 - Couplage par le secteur

- Vue générale parasitage – secteur
- Impédance d'alimentation
- Transfert secteur vers équipement

7 - Emissions conduites

- Calcul du mode commun d'une alimentation
- Exercice : parasitage MC, alim. à découpage
- Calcul du mode différentiel d'une alimentation
- Réseau de stabilisation d'impédance de ligne
- Impédance des condensateurs
- Parasitage secteur par circuits numériques

8 - Emissions rayonnées

- Méthode simplifiée des asymptotes
- Champ rayonné par une boucle
- Rayonnement M.D. d'une boucle
- Exercice : rayonnement d'une horloge
- Exercice : construction d'un spectre
- Effet d'un plan de masse
- Réduction des surfaces de boucles
- Réduction du rayonnement M.D
- Rayonnement d'un petit fouet
- Origines du courant de mode commun
- Utilisation des manchons de ferrite
- Rayonnement des câbles ; exemple
- Alerte avant la mesure de rayonnement
- Formulaire conduction et rayonnement.
- Table de conversion

Mise au point CEM des équipements

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire aura acquis les méthodes d'investigation associées à des essais spécifiques afin d'identifier les problèmes et de pouvoir dimensionner et mettre en œuvre les moyens de protection adéquats.

Le but de cette formation est de :

- **Savoir définir les objectifs à atteindre pour être conforme aux essais CEM**
- **Etre capable d'analyser et d'identifier les non conformités aux essais CEM**
- **Pouvoir adapter les moyens d'investigations selon les problématiques rencontrées**
- **Maîtriser les solutions CEM et leurs mises en œuvre**

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de conception
- Ingénieurs et techniciens en charge de la qualification CE

Pré-requis

- Connaissances de base des lois physiques

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

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 08 au 10 octobre 2019

Tarif

- 1 400 € HT

Programme

1 - Introduction

- Méthode d'analyse de la CEM
- Marge de compatibilité
- Directive CEM 2014/30/UE
- Les normes en CEM
- Organisation des essais

2 - Rappels - Couplage

- Conversion temps - fréquence
- Détection d'enveloppe des circuits analogiques
- Mode commun et mode différentiel
- Les 6 modes de couplages

3 - Solutions

- Les différents éléments de filtrage BF et HF
- Les principaux limiteurs de surtension
- Effet réducteur d'un câble blindé
- Blindage d'un équipement
- Influence des ouvertures dans un blindage

4 - Emission conduite

- Configuration d'essai : normes civiles et militaires
- Réseau de stabilisation d'impédance de ligne RSIL ou LISN
- Normes EN 55011, EN 55014, EN 55022 : limites
- Détecteurs crête, quasi-crête et valeur moyenne
- Origine du mode différentiel et du mode commun
- Filtrage en mode différentiel et en mode commun
- Utilisation du RSIL et du séparateur MC / MD
- Travaux pratiques avec l'analyseur de spectre
- Guide de mise au point en émission conduite

5 - Emission rayonnée

- Spectre d'un train trapézoïdal
- Origines du courant de mode commun et des rayonnements : câbles et cartes
- Réduction des rayonnements
- Représentation du spectre radioélectrique
- Norme CISPR EN 55 022, 55011 etc...
- Evaluation des émissions rayonnées
- Réalisation d'une pince de courant HF
- Réalisation d'une sonde de Moebius.
- Travaux pratiques avec l'analyseur de spectre
- Guide de mise au point en émission rayonnée

6 - Immunité conduite

- Norme CEI / EN 61000-4-4
- Application du test de transitoires rapides
- Mise au point à l'aide du test 61000-4-4
- Méthode additive et méthode soustractive
- Outillage pour immunité aux Transitoires Rapides en Salves TER/S
- Travaux pratiques
- Norme CEI / EN 61000-4-6
- 61000-4-6 : configuration d'essai
- 61000-4-6 : réseaux de couplage
- Travaux pratiques
- Guide de mise au point en immunité conduite

7 - Immunité rayonnée

- Norme CEI / EN 61000-4-3
- Configuration d'essai
- Immunité aux Talkies Walkies
- Travaux pratiques
- Guide de mise au point en immunité rayonnée

8 - Décharges électrostatiques

- Norme CEI / EN 61000-4-2
- Application du test de Décharges Electrostatiques (DES)
- Essais DES sur cartes prototypes
- Travaux pratiques

9 - Conclusion

- Un bon spécialiste CEM suffit-il ?
- Suivi CEM de projet
- Outils de préqualification : synthèse
- Formulaire

Simulation électromagnétique en CEM

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de réaliser des simulations efficaces et dignes de confiance dans le domaine de la CEM et des radio-fréquences.

Le but de cette formation est de :

- **Acquérir la méthode : Prédiction analytique simple, modélisation et simulation, confrontation avec l'expérimentation et prédictions analytiques**
- **Etre capable de prédire par des calculs analytiques simples les résultats attendus de la simulation**
- **Maîtriser les principes et limites des modélisations et des codes de calcul pour faire le bon choix**
- **Pouvoir trouver l'équilibre entre complexité du modèle, temps de calcul et précision**
- **Savoir détecter les causes d'erreur, optimiser les temps de calcul**

À savoir

Public

- Concepteurs et intégrateurs de systèmes impliqués dans la CEM et les radio-fréquences
- Bureaux d'études impliqués dans l'exposition humaine aux champs électromagnétiques
- Bureaux d'études impliqués dans l'optimisation de la CEM

Pré-requis

- Connaissances de base en électromagnétisme
- Expérience dans les logiciels de CAO électronique et mécanique souhaitable

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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 18 au 22 novembre 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Programme

1 - Introduction

- Notice importante
- Intérêts des logiciels libres
- Les approches pour résoudre un problème
- Rappel des couplages en CEM
- Analyse temporelle ou fréquentielle
- CEM en conduction
- CEM en rayonnement
- Fondements théoriques des circuits
- Fondements théoriques des champs EM
- Rappels des ordres de grandeur
- Discrétisation et maillages
- Choix du code approprié
- Principales sources d'erreurs et d'inefficacité
- Limites de validité des logiciels
- Résolution, précision, incertitudes
- Accélération du calcul
- Méthodes de Monte Carlo
- Sensibilité à un paramètre
- Visualisation des grandeurs de sortie
- Post traitement ; Documentation
- Hybridation de méthodes
- Méthodes de Validation d'un logiciel
- Méthodes de Validation d'un résultat

2 - Applications en Radio fréquences

- Logiciel Smith (Abaque)
- Application au calcul d'impédances de lignes
- Application aux adaptations d'impédances

3 - Simulation en conduction

- Phénomènes conduits et couplages en champs proches
- Logiciels PEEC
- Présentation du noyau de calcul SPICE
- Présentation des différentes versions de Spice
- Présentation de LTSpice
- Présentation de Simetrix et de Simplis
- Présentation de QUCS

4 - Simulation des rayonnements

- Champs proches et lointains
- Équations et algorithmes de base
- Méthodes et limites de calcul des champs
- Guide de choix de la méthode
- Méthode des éléments finis MEF
- Méthode des moments MoM
- Méthodes temporelles FDTD et TLM
- Construction d'un modèle (pre-process)
- Grandeurs de sortie (post-process)
- Séquencement des opérations
- Choix du mode 2D, 2,5D ou 3D
- Choix du repère
- Maillage et Discrétisation
- Optimisation du maillage
- Exemples de Maillage
- Notions de conditions aux limites
- Cas des phénomènes de résonances
- Analyses spécialisées : signatures radar ; SAR
- Durée des simulations
- Principaux logiciels MEF
- Principaux logiciels MoM

- Principaux logiciels FDTD et TLM
- Configurations de test

5 - Simulation de Champs quasi-statiques

- Logiciels gratuits type FEM
- Séquencement d'une simulation
- Présentation de Maxwell 2D
- Limitations de Maxwell 2D
- Paramètres de lignes de transmission
- Présentation de FEMM
- Limites de FEMM

6 - Méthode des Moments

- Présentation de 4NEC2X
- Création de modèles géométriques
- Exemples : Doublets, effet du plan de masse
- Champ proche ou champ lointain
- Limites de la méthode des moments

7 - Méthode TLM

- Présentation de Mefisto 3D
- Mefisto excitation signaux temporel
- Exemples de propagation
- Limites de la méthode TLM

8 - Autres simulateurs EM

- Présentation de HFSS
- Présentation de FEKO
- Guide de choix du solveur dans Feko
- Présentation de la suite CST
- Guide de choix du solveur dans CST
- Décryptage des spécifications d'un logiciel

9 - Logiciels spécialisés

- Traitement du signal : Spectrumlab
- Calculs de lignes de transmission (JAVA)
- Suite Falstad (JAVA)
- Radio mobile
- Sites Web intéressants

Spice & CEM

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'adapter l'outil de simulation SPICE à la CEM et d'étendre l'utilisation de cet outil au delà de la simulation fonctionnelle.

À savoir

Public

- Concepteur et développeur en électronique
- Techniciens d'investigation en CEM
- Techniciens ou ingénieurs en simulation

Pré-requis

- Connaître l'utilisation élémentaire de Spice
- Niveau technicien en électronique

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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 20 au 24 mai 2019
- Paris du 30 septembre au 04 octobre 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser l'approche analytique élémentaire pour maîtriser les ordres de grandeur
- Connaître et maîtriser les bons réglages de l'outil pour la CEM
- Comprendre les bibliothèques des composants actifs et passifs
- Être capable de comprendre et modéliser les couplages CEM et les effets non-linéaires
- Appréhender la technique de modélisation de capteurs, coupleurs, générateurs CEM, câbles blindés, filtres, varistances, TVS, ...

Programme

1 - CEM : rappels

- Caractérisation CEM des équipements
- Méthode d'analyse de la CEM
- Mode commun / Mode différentiel
- Utilisation des décibels
- Relation temporel / fréquentiel
- Densité spectrale d'une impulsion
- Enveloppe spectrale d'impulsions répétitives
- Principe du couplage par impédance commune
- Réciprocité des couplages en conduction
- GIGO

2 - LT Spice : Principes

- Historique de Spice – LT Spice
- L'interface et fonctions de LT Spice
- Barres d'outils, schéma, bibliothèques, post-traitement
- Pas de calculs
- Ajout d'un composant dans une bibliothèque
- Modélisation par directive
- Simulations temporelles et AC sweep
- Principes temporels et fréquentsiels d'une FFT
- Fuite spectrale minimale et maximale
- Ondulation (« Ripple ») d'une FFT
- Effet de la compression sur un spectre calculé
- Spectre FFT d'une impulsion centrée et décentrée
- Fenêtrage de Hann, Nutall, Blackmann – Harris, Tukey
- Filtres flat top avec largeurs de bande normalisées
- Génération de salves centrées dans la fenêtre
- Simulation d'un générateur à bande large
- Correction de bande étroite à bande large
- Simulation d'un générateur d'impulsions asymétriques
- Impulsions en fenêtre temporelle de 111 µs
- Spectres d'impulsions bande large dans 9 kHz
- Effet de la compression sur un spectre calculé
- Calcul automatique de la THD
- Simulation de distorsion par intermodulation
- Création des gabarits normalisés

3 - Modélisation des composants passifs

- Modélisation d'une résistance, condensateur, inductance
- Réseau en échelle
- Modélisation d'un condensateur électrochimique
- Modélisation d'une inductance variable en fréquence
- Comparaison mesure / simulation d'inductance de MC
- Modélisation d'un transformateur d'impulsions
- Composants magnétiques et ferrites absorbants
- Modélisation des Varistance/Transzorb/Transil/Eclateur
- Modèle de quartz (Cristal)

4 - Modélisation des composants actifs

- Modélisation d'un ampli OP
- Slew Rate suivant modèle
- Modélisation PSRR, CMRR
- Simulation de la détection d'enveloppe
- Détection d'un étage d'entrée JFET
- Effet de l'impédance de sortie
- Simulation et effet de la distorsion de croisement
- Attention à la structure des filtres actifs

- Stabilité sur charge capacitive
- Simulation des tensions de déchet
- Simulation de densité spectrale de bruit incohérent
- Modèle IBIS
- Modélisation et recouvrement des diodes
- Simulation paramétrique d'ampli à trans-conductance

5 - Intégrité du signal

- Paramètres linéiques
- Utilisation de QUCS pour calcul de lignes
- Effet de stub d'un via en fréquence et fréquentiel
- Diagramme de l'œil
- Modélisation des pertes d'une ligne

6 - Diaphonie

- Diaphonie capacitive et inductive sur CIP
- Définition des impédances caractéristiques
- Extraction capacité/mutuelle des broches de connecteur
- Réduction de l'effet de bord d'un connecteur
- Effets d'une bonne répartition des broches
- Simulation de ligne pour modéliser la diaphonie
- Diaphonie entre lignes naturelles et microstrips adaptées
- Effets de l'augmentation des temps de transition
- Diaphonie fonction de Zc
- Diaphonie résonnante, cumulative

7 - Emission conduite

- Principe et modélisation des perturbations en MD
- Schéma et modélisation d'un RSIL
- Simulation du Mode Différentiel en FFT et AC
- Simulation SPICE d'un convertisseur en MD
- Principe des perturbations en MC
- Modélisation en MC primaire à châssis
- Limitation des modèles de Mode Commun
- Principe de filtrage théorique en MD et MC
- Modélisation et perte d'insertion d'un filtre en MD et MC
- Simulation de couplage par rayonnement d'un filtre
- Etalement de spectre (SCC) : modulation triangulaire
- Synthèse d'un générateur de fonction cuspidé

8 - Modélisation des Couplages

- Problèmes de l'émission rayonnée
- Evaluation des courants de MC sur les câbles
- Conversion de mode (dissymétrie)
- Modèle simple d'un câble coaxial en MC + MD
- Effet réducteur d'un câble coaxial en F et en T
- Effet d'une queue de cochon en F et en T
- Impédance d'un grillage (Fers à béton)
- Calcul et simulation d'une surtension foudre

9 - Immunité conduite

- Difficulté de modélisation des tests en mode commun
- Générateur WF4 + WF5 selon MIL-STD 461G/DO-160
- Simulation d'injection de WF4/WF5 sur un faisceau
- Générateur d'onde de choc 61000-4-5 en MD et MC
- Modélisation de pince d'injection BCI
- Atténuateur en PI
- Synthèse d'un filtre par QUCS
- Définition des paramètres S d'un filtre
- Mise au point d'un filtre avec les paramètres S

Tracé des Cartes Electroniques

Objectifs :

À 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 :

- Être capable d'éviter les erreurs récurrentes d'implantation et de routage
- Pouvoir analyser les différents couplages
- Être 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

À savoir

Public

- Routeurs et implanteurs de circuits électroniques
- Ingénieurs et techniciens de conception

Pré-requis

- Connaissances de base en électricité

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

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 17 au 19 décembre 2019

Tarif

- 1 400 € HT

Programme

1 - Introduction

- Caractérisation CEM des équipements
- Mode commun/mode différentiel
- Représentation d'un signal sinusoïdal/trapézoïdal
- Analogie Temps - Fréquence
- Evolution des circuits imprimés
- Gestion et planning d'un circuit imprimé

2 - Masses et alimentations

- Couplage par impédance commune
- Impédance d'un plan de masse
- Retour des courants HF
- Fente dans un plan de masse
- Impédance d'une piste de C.I.
- Alimentation en étoile
- Distribution de l'alimentation analogique
- Découplage en multicouches
- Maillage de l'alimentation
- Intensité maximale d'une piste
- Bruit d'alimentation
- Impédance des condensateurs
- Découplage en multicouche
- Plan de masse/plan d'alimentation
- Flex
- Cartes mixtes analogiques / numériques
- Cas des isollements galvaniques
- Raccordement du 0V au châssis

3 - Pistes sensibles

- Principe du couplage capacitif carte à châssis
- Capacité totale entre carte et plan de masse
- Capacité parasite des pistes
- Anneau de garde
- Effet mécanique et thermique sur référence de tension
- Répartition optimale des couches de CIP
- Tracé des pistes sensibles
- Raccourcir le côté sensible
- Implantation des composants
- Exemple de tracé
- Couplage piste à piste
- Piste écran
- Diaphonie dans les fonds de panier
- Qu'est ce qu'un champ ?
- Tension induite dans les boucles
- Réduction de la surface de boucles

4 - Rayonnements des électroniques

- Rayonnement d'une petite boucle
- Les 2 types de rayonnement des électroniques
- Tracé des horloges
- La maîtrise des trajets verticaux
- Rayonnement des bords de carte / Fond de panier
- Implantation et tracé des pistes
- Origine du courant de mode commun

5 - Protection des entrées / sorties

- Filtrage capacitif des entrées / sorties
- Erreur à éviter
- Implantation et routage de filtres
- Diaphonie entrée - sortie de filtres
- Routage des liaisons différentielles

6 - Lignes de transmission

- Définitions
- Ligne en impulsion réflexion des fronts
- Forme des signaux
- Le diagramme de l'œil
- Œil ouvert et fermé
- Topologies des lignes
- Quant doit-on adapter une ligne ?
- Liaisons différentielles
- Vitesse de propagation et retard
- Retard en grecque
- Calcul de l'impédance caractéristique
- RF Calc
- Effet de stub
- Adaptation d'impédance répartie
- Problème des fonds de panier

7 - Influence de la fabrication

- Tolérance de fabrication
- Augmentation des pertes cuivres par rugosité
- Tropicalisation et protection des circuits

CEM des Mesures Physiques

Objectifs :

À 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

Pré-requis

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

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

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 15 au 17 octobre 2019

Tarif

- 1 400 € 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
- Chainage 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
- Filtrage 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

CEM des Systèmes et Installations

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clés CEM lors du câblage et de la mise en œuvre d'un système industriel.

Le but de cette formation est de :

- Apprendre à identifier les risques CEM pour un système ou une installation
- Pouvoir identifier les principales sources de perturbation
- Savoir reconnaître et comprendre les mécanismes de couplage mis en jeu
- Maîtriser les méthodes de protection adaptées et leurs mises en œuvre industrielles
- Savoir adopter une démarche pour la résolution de problèmes CEM

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude d'ingénierie et d'installation électrique
- Techniciens et agents de maintenance d'installation
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes

Pré-requis

- Connaissance de base en électricité
- Pas de connaissance 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

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h
- Paris du 14 au 17 mai 2019
- Paris du 01 au 04 octobre 2019
- Grenoble du 10 au 13 décembre 2019

Tarif

- 1 830 € HT

Programme

1 - Introduction

- CEM d'un système industriel
- Définitions / unités
- Evolutions des électroniques
- Détection d'enveloppe
- Réciprocité émission / susceptibilité
- Réciprocité temps / fréquence

2 - Perturbations conduites

- Perturbations de mode différentiel
- Perturbations de mode commun
- Impédance commune
- Equipotentialité des masses
- Impédance d'un maillage
- Couplage carte à châssis
- Diaphonies

3 - Perturbations rayonnées

- Qu'est-ce qu'un champ EM ?
- Champ électrique / magnétique
- Propagation et réflexion des champs
- Effet des champs EM sur les conducteurs électriques
- Fréquences critiques, ordres de grandeur
- Exposition humaine aux champs EM

4 - Sources de perturbations

- Champ rayonné par un émetteur radio
- Appareils industriels haute fréquence
- Décharges électrostatiques
- Caractéristiques de l'agression foudre
- Causes et effets de la foudre
- Surtensions à l'ouverture des bobines
- Sources de champ magnétique à 50 Hz
- Ponts redresseurs
- Alimentations à découpage
- Variateurs de vitesse

5 - Alimentation électrique

- Qualité du réseau d'alimentation
- Impact des régimes de neutre sur la CEM
- Schéma TT
- Schémas TN-C et TN-S
- Schéma IT

6 - Terres

- Rôles de la terre, du neutre, du PE
- Faut-il plusieurs terres ?
- Mesures de la résistance de terre
- Constitution d'un réseau de terre
- Protection d'un bâtiment contre la foudre
- Connexion d'un paratonnerre à la terre

7 - Réseaux de masse

- Réglementations et mises à la masse
- Masses en étoile et boucles de masse
- Effet des boucles de masse
- Réseau de masse maillé
- Liaison à la masse des équipements
- Câblage en îlots : armoires, salles techniques
- Connexions des masses à la terre

8 - Câbles d'interconnexion

- Principe de l'effet réducteur
- Blindage d'un câble
- Où raccorder les écrans ?
- Nouvelles règles de l'art
- Mise en œuvre de la connectique
- Liaisons bas niveau
- Liaisons numériques
- Isolements galvaniques
- Transformateurs d'isolement
- Chemins de câbles et structures conductrices
- Mise en œuvre des chemins de câbles
- Classification des câbles, règles de câblage
- Cas spécifiques

9 - Protections et filtrage

- Limiteurs de surtensions
- Eclateurs / parafoudres / limiteurs
- Montage des parafoudres
- Choix et montage d'un filtre secteur
- Rôle des ferrites
- Choix et mise en œuvre des ferrites

10 - Ecrans et blindages

- Rôle et fonctionnement d'un blindage
- Fuites de blindage
- Traitement des ouvertures
- Joints conducteurs, contacts, continuité
- Exemples d'écrans magnétiques
- Solutions pratiques

11 - Installation

- Choix des solutions CEM
- Maillage des structures
- Pénétrations des conducteurs
- Coordination des protections
- Liaisons cuivre ou fibre optique ?

12 - Validation

- Comment évaluer l'immunité d'un système ?
- Contrôle des connexions de masse
- Tests d'immunité sur site
- Choix du générateur de test
- Immunité aux transitoires rapides en salves
- Immunité aux Talkies-Walkies

13 - Remèdes

- Pannes CEM : quels réflexes ?
- Diagnostics et analyse sur site
- Méthode de correction
- Instrumentation spécifique
- Utilisation de la pince Ampèremétrique HF
- Utilisation de la sonde de Mœbius
- Ordres de grandeurs, exemples de remèdes
- Cas pratique

Protection foudre des installations industrielles et tertiaires

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'analyser les effets de la foudre sur des installations industrielles et tertiaires et de mettre en œuvre les protections adaptées.

Le but de cette formation est de :

- Être capable d'appréhender la CEM et ses impacts
- Savoir analyser le phénomène foudre et ses effets
- Maîtriser les principes de protection contre les chocs directs et indirects
- Savoir mettre en œuvre les moyens de protection
- Savoir choisir et mettre en œuvre les différents parafoudres et les méthodes de coordination

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude chargés de la protection foudre
- Ingénieurs et Techniciens d'installation
- Techniciens et agents de maintenance d'installation

Pré-requis

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

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

Informations pratiques

- Durée : 2 jours soit 14 h
- Paris du 19 au 20 septembre 2019

Tarif

- 1 020 € HT

Programme

1 – Généralités

- La foudre en chiffres
- Foudre et mythologie
- La foudre et les premières recherches
- Mécanisme de foudroiement direct sur l'homme
- Protection foudre : Normalisation et réglementation
- Caractérisation CEM des équipements
- Mode commun / Mode différentiel
- Conversion temps-fréquence

2 – Phénomène foudre

- Système orageux
- Mécanisme de séparation des charges
- Le nuage de la foudre
- Phénomènes précurseurs
- La décharge atmosphérique
- Valeurs typiques d'un choc de foudre
- EN 62 305 : Forme d'onde
- Niveaux de protection selon EN 62 305
- Energie et puissance moyenne de la foudre
- Densité de foudroiement
- Evaluation des risques
- Analyse simplifiée du risque foudre
- Risque direct / Risque indirect
- La foudre en boule

3 – Les effets de la foudre

- Effets sur une structure isolante
- Effets sur les conducteurs
- Elévation de potentiel au sol
- Effet d'un coup direct sur les lignes aériennes
- Induction foudre : effet électrostatique
- Effet d'un coup direct sur la distribution BT
- Rayonnement d'un choc de foudre indirect

4 – Protection foudre : structure externe

- Principe général
- Modèle électrogéométrique
- Méthode de la sphère fictive
- Dispositifs de capture
- Structure de descente
- Terre
- Maillage

5 – Protection des liaisons internes

- Boucles de masse / boucles entre masses
- Maillage des conducteurs de masse
- Effets réducteurs
- Mise en œuvre des câbles blindés
- Mise en œuvre des chemins de câbles

6 – Protection des liaisons externes

- Transmission inter-bâtiment
- Liaisons cuivre ou fibres optiques ?
- Pénétration dans un bâtiment
- Protection d'un câble antenne
- Eclateurs
- Varistance
- Transil / Trisil
- Stub quart d'onde
- Dimensionnement d'une varistance
- Dimensionnement d'un transzorb
- Nécessité de la coordination des protections
- Mise en œuvre des parafoudres
- Classification des parafoudres BT
- Paramètres des parafoudres BT
- Choix des tensions Uc et Ut pour parafoudres
- Mise en œuvre des protections secteur
- Protection des liaisons de données
- Montage des parafoudres énergie / télécom
- Parafoudres combinés Secteur + Téléphone
- Protection foudre d'une descente d'antenne

Risques ESD dans l'industrie

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire pourra mettre en œuvre une protection ESD efficace et adaptée sur des postes de travail électroniques.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender le phénomène ESD
- Connaître les risques liés aux ESD
- Connaître la normalisation
- Pouvoir définir les méthodes de protection adaptées à son environnement

À savoir

Public

- Bureau d'étude – Méthodes pour centre de production électronique
- Techniciens et opérateurs de production électronique

Pré-requis

- Connaissances de base en électricité

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

Informations pratiques

- Durée : 1 jour soit 7 h
- Paris le 18 octobre 2019

Tarif

- 565 € HT

Programme

1 – Le phénomène des décharges électrostatiques

- De l'antiquité à nos jours
- Charges par frottement
- Exemples de charges par frottement
- Autres phénomènes de charge
- Matériaux triboélectriques
- Exemples de potentiels de charges
- Influence des revêtements des sols
- Perception des niveaux de tension des ESD
- Décharge directe
- Décharge indirecte
- Classification des matériaux
- Utilisation de matériaux (selon AEMC)

2 – Risques ESD sur les matériels

- Décharges électrostatiques : éléments concernés
- Sensibilité des semi-conducteurs aux ESD
- Destruction des composants par claquage
- Exemples de destructions par claquage
- Fragilisation des composants
- Effet rayonné d'une décharge

3 – Protection ESD

- Norme NF EN 61340-X-X
- Normes internationales
- Reconnaître et repérer les zones protégées
- Principe de la stratégie antistatique
- Stratégie antistatique : mise en œuvre
- Poste de travail protégé
- Installation typique d'une ZPCDE
- Principe du « Soft Grounding »
- Bracelets antistatiques
- Talonnettes ou chaussures antistatiques
- Blouses antistatiques
- Plans de travail et tapis de sol - Exemples
- Mobilier antistatique
- Outillage antistatique
- Poste de travail : Autre exemple
- Principe du stockage et emballage antistatique
- Conditionnement, stockage, transport
- Bacs de stockage, de transport et emballages
- Sacs antistatiques : exemples
- Les « staticides »
- Protections antistatiques : exemples d'ioniseurs
- La signalétique ESD
- Manipulation des composants sensibles

4 – Contrôles et Mesures ESD

- Testeurs ESD
- Contrôles périodiques
- Procédure quotidienne d'auto-contrôle
- Exercice pratique

Mesures CEM

Module 1

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de mettre en œuvre des mesures normalisées en comprenant les méthodes et les difficultés liées aux appareils de mesure, à l'installation et à la reproductibilité.

Le but de cette formation est de :

- Connaître la réglementation en vigueur pour un système ou une installation
- Connaître les principales caractéristiques des équipements et dispositifs de mesure
- Être capable d'analyser et de mettre en œuvre les méthodes d'essais normalisés
- Se familiariser avec des méthodes d'essais normalisés en CEM au travers de travaux pratiques encadrés

À savoir

Public

- Responsables et techniciens en charge de la qualification CEM
- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude de conception électronique

Pré-requis

- Connaissances de base des lois physiques

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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 24 au 28 juin 2019
- Paris du 25 au 29 novembre 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Programme

1 - Introduction - rappels

- Rappels des réglementations
- Grandeurs et unités
- Puissance et tension
- Décibels
- Perturbation bande étroite / bande large
- Réciprocité des couplages
- Plan de contrôle CEM
- Organisation d'un laboratoire CEM

2 - Principes des analyseurs et récepteurs

- Représentation d'un signal
- Analyseur FFT
- Analyseur de spectre
- Récepteur de mesure
- Mesureurs C.I.S.P.R.
- Erreur de mesure liée au ROS de la chaîne de mesure

3 - Emission conduite

- Classification des matériels selon CISPR
- RSIL
- Mesures au RSIL
- Main artificielle
- Sonde de tension
- Pincettes de courant et pince absorbante
- Claquements CISPR
- Erreurs en émission conduite
- Courants harmoniques : CEI 61000-3-2
- Exemple des limites en émission conduite selon les différents domaines d'activité

4 - Emission rayonnée

- Définition des champs EM
- Emission en rayonnement
- Spectre radioélectrique
- Site CISPR
- Antennes utilisées en CEM
- Facteur d'antenne et gain d'antenne
- Cages de Faraday et matériaux absorbants
- Site en champ libre, calibration d'un site
- Erreurs en émission rayonnée
- Exemple des limites en émission rayonnée selon les différents domaines d'activité

5 - Mesures d'immunité

- Norme CEI 61000-4-X
- Organisation des essais d'immunité
- Evaluation des résultats d'essais
- Formes des impulsions

6 - Immunité conduite

- Norme CEI 61000-4-2
- Exemple d'installation d'essai
- Essai 61000-4-4
- Application du test de transitoires rapides
- Essai CEI 6100-4-5
- 61000-4-5 : Réseaux de couplage
- Essai 61000-4-6
- CEI 61000-4-6 : Mise en œuvre
- Creux de tension et variations de tension
- Onde oscillatoire amortie
- BCI : Comparaison des méthodes (civile, aéronautique, militaire et automobile)
- Norme CEI 61000-4-13
- Synoptique de l'essai
- Norme CEI 61000-4-16
- EN 61000-4-16 : Mise en œuvre
- Erreurs fréquentes en immunité conduite

7 - Immunité en rayonnement

- Immunité en rayonnement
- Classes CEI 61000-4-3
- Amplificateurs de puissance
- Exposition humaine aux champs EM
- Immunités aux champs forts
- Erreurs en immunité rayonnée

8 - Conclusion

- Résumé des différents essais
- Résumé des mesures CEM
- Causes de destruction de matériels
- Abréviations en CEM
- Bibliographie

Mesures de CEM

Module 2

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de résoudre les difficultés de mesures en CEM de proposer et de réaliser des montages d'aide aux différentes mesures.

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser les caractéristiques des antennes utilisées en CEM
- Connaître les mesures temporelles et analyses spectrales FFT
- Savoir identifier et résoudre les difficultés en fréquentiel, effets du bruit, des non-linéarités
- Appréhender les principes des incertitudes de mesures
- Pouvoir concevoir et mettre en œuvre des montages d'aide pour les mesures en CEM

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de laboratoire impliqués dans les mesures de CEM
- Ingénieurs et techniciens de laboratoire impliqués dans la mise au point CEM
- Concepteurs et intégrateurs de systèmes

Pré-requis

- Avoir déjà pratiqué des mesures de CEM ou avoir suivi le module 1 de Mesures CEM
- Pas de connaissance 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

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 09 au 13 décembre 2019

Tarif

- 2 150 € HT

Programme

1 - Introduction - Rappels

- Unités et acronymes
- L'échelle des décibels
- Les 3 modes en conduction
- Bande étroite / bande large
- Spectre et densité spectrale
- RBW (IF BW) normalisées
- Cohérence d'un bruit
- Réponses des détecteurs CISPR

2 - Antennes

- Champ couplé / Plan de phase
- Gain, directivité et aire équivalente
- Paramètres des antennes
- Facteur d'antenne
- Étalonage des antennes
- Antennes cadre ou de Van Veen
- Champmètre électrique
- Capteur E ou H / préampli associé
- Facteur de sonde de Möbius
- Sondes de champ proche
- Problèmes de mesure du champ E

3 - Mesures temporelles

- Bande passante et forme d'onde
- Mesure d'un temps de transition
- Bande passante d'échantillonnage
- Mesure d'impulsion très courte
- Erreurs des sondes de tension
- Chaîne de mesure à fibre optique
- Rapport signal sur bruit après échantillonnage
- Taux de distorsion : La THD et le FD
- Récepteurs CEM avec analyse par FFT
- Valeur redressée moyenne / efficace vraie
- Problèmes des mesures électriques
- Erreurs fréquentes d'analyse temporelle

4 - Difficultés en fréquentiel

- Synoptique d'un analyseur de spectre
- Principe des analyseurs de spectre FFT
- Fenêtrage temporel (« time windowing »)
- Récepteur CEM avec analyse par FFT
- Analyseur de spectre vectoriel
- Analyseur de spectre : temps réel
- Analyse de spectre par balayage et par FFT
- Choix des fenêtrages pour les analyses FFT
- Analyse d'un signal sinusoïdal (1 MHz)
- Analyse spectrale de signaux impulsifs
- Ajustage d'un générateur de poursuite
- Bruit gaussien
- Température et facteur de bruit
- Mesure de bruit bande large selon le détecteur
- Facteur de bruit des analyseurs de spectre
- Bruit de deux étages en cascade
- Bruit selon le mode de détection
- Points d'interception du 2^{ème} ordre et 3^{ème} ordre
- Amplitudes des produits de distorsion
- Produits d'intermodulation du 3^{ème} ordre
- Mesure pratique des PI2 et PI3
- Calcul des produits d'intermodulation d'ordre 3
- Bruit de phase

- Passage d'une perturbation BE en LB
- Impulsions rectangulaires répétitives
- Impulsions RF répétitives
- Filtrage par VBW d'impulsions (smoothing)
- Filtrage post-détection de signaux impulsifs
- Durée d'un balayage selon le « dwell »
- Signal résultant de la somme de 2 signaux
- Erreur de niveau par un signal faible (bruit)
- Erreurs fréquentes au récepteur de mesures
- Erreurs fréquentes à l'analyseur de spectre
- Erreurs fréquentes d'analyse fréquentielle

5 - Incertitudes de mesures

- Erreur maximale de mesure
- Incertitudes liées au ROS
- ROS et facteur de réflexion (RL)
- Réduction du ROS par atténuateur
- Perte de puissance par ROS / RL
- Incertitudes d'un étalonage
- Loi de propagation de l'incertitude
- Analyse des sources d'incertitude
- Incertitude type/composée/élargie
- Critères de jugement : les 4 cas

6 - Montages d'aide

- Les divers réseaux fictifs CISPR
- Autres réseaux de couplage CEI
- RSIL 5µH aéronautique
- Problèmes de mesure au RSIL
- Calcul d'un capteur de courant
- Vérification de pince courant HF
- Problèmes de mesure à la pince
- Séparateur monophasé MC / MD
- Mesure d'un bruit de masse
- Coupleurs directs
- Connecteurs coaxiaux
- Impédance de transfert / mesure
- Mesure de dissymétrie de paire
- Coupleur directif / Vérification
- Analyseur vectoriel (de réseau)
- Perte d'insertion / Paramètres S
- Boîte de mesure d'impédance
- Mesure d'atténuation de blindage

7 - Tests d'immunité

- Impulsion sinus / cosinus amortie
- Tests aéronautique courant foudre
- Composantes foudre A, B et C
- DO160 - 6 Formes d'ondes foudre
- Multiple burst / multiple strokes
- Transitoires induits selon D0160
- Immunité « BF » de l'alimentation
- Susceptibilité aux signaux induits
- Détecteur à diode : effet de la MA
- Problèmes des amplis large bande
- Immunité à la pince (BCI)
- Chambre réverbérante / brasseur
- Cellule TEM (de Crawford)
- Immunité aux RCD
- Problèmes des tests d'immunité

CEM des radiocommunications

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'appliquer les principes d'une transmission radioélectrique et de comprendre les diverses causes de brouillage ou de désensibilisation. Il saura protéger ainsi un système radio (multiplexage, filtrage, isolation, protection foudre).

Le but de cette formation est de :

- D'appréhender les principes de base d'une transmission radioélectrique
- Comprendre les principaux modèles de propagation, du fading et des niveaux de bruit radioélectrique en pied d'antenne
- Savoir effectuer des mesures radiofréquences (harmoniques, produits d'intermodulation active ou passive...)
- Savoir appliquer la méthode d'analyse et d'évaluation chiffrée d'un brouillage radio
- Être capable de trouver des solutions pratiques à différents problèmes : blocage, RNE, intermodulations, protection contre la foudre ...

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de conception ou de maintenance en radiocommunication
- Ingénieurs et techniciens d'installation de systèmes et de mesures radio sur site
- Personnel de planification ou de maintenance de sites radioélectriques

Pré-requis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur
- Niveau de base en mathématique de tout technicien supérieur
- Une connaissance du vocabulaire radioélectrique est souhaitable

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

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h
- Paris du 17 au 20 septembre 2019

Tarif

- 1 830 € HT

Programme

1 - Introduction

- Aspects de CEM impliquant la radio
- Spectre et liaisons radioélectriques
- Modulations AM, FM, QAM ou OFDM
- Principales modulations numériques
- FDMA, TDMA, CDMA
- Rappels sur les décibels et conversions
- Perturbations bande étroite/bande large

2 - Bases de l'électromagnétisme

- Qu'est-ce qu'un champ et une onde ?
- Impédance des champs selon la distance
- Réciprocité des liaisons
- Zones de Fresnel et de Fraunhofer
- Antenne isotrope de référence
- Antennes : directivité, gain, impédance
- Impédance et facteur de réflexion
- Formation du plan d'onde
- Facteur d'antenne / aire de réception
- Équations et formules de conversion

3 - Notion de propagation

- Propagation théorique en espace libre
- Modèles de propagation
- Modèle de Okumura Hata
- Effets de l'atmosphère / ionosphère
- Réception radio en déplacement
- Réflexions locales et fading
- Distribution de Nakagami et Rice
- Radio Mobile - Planification de réseau
- Niveau reçu par les mobiles

4 - Bruits

- Facteur de bruit en réception
- Principales sources de parasites
- Capacité du canal selon le SNR radio
- Fréquences ISM / Bandes de plein droit
- Distribution de probabilité d'amplitude
- Taux d'erreurs binaires (BER / BEP)
- Valeur moyenne de bruit reçu
- Puissance d'émission nécessaire
- Calcul du champ minimal protégeable

5 - Outils et difficultés de mesures

- Représentation d'un signal
- Principe d'un analyseur de spectre
- Filtre FI (RBW) et facteur de forme
- Confusion entre les RBW
- Lissage (« smoothing »)
- Détecteurs CISPR
- Choix du mode de détection pour analyse
- Choix des RBW et VBW en radio
- Valeur crête et valeur moyenne
- Analyse spectrale temps réel par FFT
- Points d'interception PI2 et PI3
- Mesure pratique d'IP2 et IP3
- Bruit d'étages en cascade
- Bruit de phase
- Pertes des câbles coaxiaux
- Impédance de transfert des câbles
- Choix d'un connecteur coaxial
- Erreur due au ROS / « Return Loss »

- Incertitudes des mesures en radio
- Exemples d'analyses spectrales
- Démodulation en « Span Zero »

6 - Émetteurs - Récepteurs

- Principe d'un émetteur et modulateur
- Boucle à verrouillage de phase (PLL)
- Rayonnements non essentiels (RNE)
- Spectre d'un émetteur radio
- Facteur de conversion d'une sortie
- Principe d'un récepteur radio
- Sélectivité / rapports de protection
- SINAD et BER avec codage
- Mesure du blocage (« blocking »)
- Principaux services radio
- Rapports de protection
- Ordres de grandeur en radio

7 - Analyse des brouillages

- Les 5 types de brouillages
- Paramètres de partage entre services
- Brouillage co-canal ou canal adjacent
- Blocage du récepteur
- Intermodulation en réception
- Intermodulation à l'émission
- Intermodulation par structures / aériens
- Intermodulation passive (PIM)
- Calcul des produits d'intermodulation
- Calcul de compatibilité entre services

8 - Maîtrise des sites

- Optimisation du système d'émission
- Techniques de multiplexage
- Coupleurs directifs et hybrides
- Duplexeurs, cavités
- Couplage à point commun
- Circulateur, isolateur et réglages
- Couplage entre antennes
- Maîtrise pratique des sites

9 - Protection foudre

- Élévation de potentiel du sol
- Rayonnement d'un choc de foudre
- Pénétration et protection des feeders
- Dispositifs de protection VHF / UHF
- Montage des parafoudres télécom

10 - Normalisation et réglementation

- Normes et documents de l'ETSI
- Directive RED 2014/53/UE
- Exigences essentielles et marquage
- Évaluation / déclaration de conformité
- Hiérarchie des normes européennes
- Mesures normalisées en radio
- Acronymes et bibliographie en radio

Intégration de solutions radiofréquences

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire connaîtra l'ensemble des éléments à prendre en compte lors de l'ajout d'une transmission sans fil radio à un équipement électronique.

Le but de cette formation est de :

- Être capable de comprendre les particularités de la propagation radio
- Connaître les technologies et solutions actuelles du marché
- Maîtriser l'environnement et les contraintes réglementaires propres aux solutions wireless
- Analyser les précautions d'intégration en conception schématique et développement CAO
- Comprendre et maîtriser les problématiques et solutions de conception et d'intégration d'une antenne

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude en électronique
- Concepteurs et intégrateurs de système

Pré-requis

- Connaissances en électronique
- Pas de connaissance en électronique haute fréquence
- Pas de connaissance en mathématiques

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

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Grenoble du 19 au 21 novembre 2019

Tarif

- 1 400 € HT

Programme

1 - Bases et définitions

- Transmission radio
- Propagation radio & décibel
- Propagation radio & bilan
- Propagation radio
- Propagation radio : pertes d'environnement
- Propagation radio : trajets multiples
- Polarisation d'une onde

2 - Analyseur de spectre RF + Demo

- L'analyseur de spectre : les pièges
- RBW Automatique
- Bandes de fréquences ISM : Sub-Giga (HF)
- Bandes de fréquences ISM : Up-Giga (VHF-UHF)
- Bandes de fréquences ISM : Up-Giga (SHF-EHF)
- Bandes de fréquences ISM : Intérêt de telle ou telle bandes interdites
- Solutions techniques : Emetteur : Pilote & PLL
- Solutions techniques : Emetteur : Ennemi du VCO
- Solutions techniques : Emetteur : Modulation I/Q - 1
- Solutions techniques : Emetteur : Modulation I/Q - 2
- Solutions techniques : Récepteur : Démodulateur I/Q
- Solutions techniques : Récepteur : Synoptique homodyne
- Solutions techniques : Récepteur : Mélangeur
- Solutions techniques : Récepteur : Synoptique hétérodyne
- Adaptation d'impédance - 1
- Adaptation d'impédance - 2
- Adaptation d'impédance et Abaque de Smith
- Lignes de transmission & impédance caractéristique

3 - Lignes de transmission

- Lignes de transmission & impédance caractéristique
- Lignes de transmission & Structure Microstrip
- Lignes de transmission & matching
- Paramètres S
- L'analyseur de réseau vectoriel

4 - Modulations, Protocoles & Standards

- Modulations numériques simples
- Filtrage numérique
- Modulations numériques composées
- Protocoles : Pile logicielle
- La trame radio type
- Détection et gestion des erreurs
- Accès au canal et Collisions
- 5 - Modulations, encombrement spectral
- NFC / RFID (nfc-forum) @ 13,56 MHz
- Bluetooth 2.1 (bluetooth.com & org)
- Bluetooth Low Energy
- Bluetooth 4.2, 5
- 802.15.4 / Zigbee
- 802.11x : WIFI
- LPD / ISM - Le standard WMBus
- Standards en vigueur & subtilités...

6 - Normes, Conformité & Application

- Hiérarchie réglementaire
- Textes directeurs : les grandes lignes de la REC 70.03
- Radio : EN 300-220
- Radio : EN 300-328
- Nocivité & Directive santé
- Equipements sous « Autorisation d'émettre »
- EN 300-113 (v2.1.0) & divers
- CEM dédiée Radio : EN 301-489-x (V3.1.0)
- Les Amériques : FCC & dérivés
- Le puzzle asiatique

7 - Solutions techniques - Conception

- Chips ou Modules
- Intégration schématique d'un émetteur
- Inductances, Quartz, Filtrage de bande RX SAW
- Filtrage RF des signaux et des alimentations
- CAO PCB
- Validation - Fonctionnel
- Etalement de spectre - Principe fondateur
- Etalement de spectre - FHSS, DSSS, OFDM
- Amélioration du bilan de liaison - Diversité d'espace
- Amélioration du bilan de liaison - Diversité de polarisation
- Amélioration du bilan de liaison - Diversité de fréquence

8 - Solutions du marché, Low power & LPWAN

- Solutions intégrées - Panorama du marché
- Solutions intégrées - Les limites des composants
- Solutions intégrées - La référence de fréquence RF
- Solutions intégrées - Les éléments clés de spécification
- Application Low Power
- LPWAN / ISM @ 868 MHz

9 - Antennes

- Antennes intégrées quart d'onde
- Antennes intégrées
- Antennes imprimées
- Antennes céramiques
- Conception et simulation
- Conception : antennes discrètes

Radiocom Professionnelles privées

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire aura acquis le savoir-faire technique et pratique dans le domaine des réseaux de radiocommunications professionnelles privées.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender les notions d'électromagnétisme des antennes et de la propagation électromagnétique
- Connaître tous les éléments de la chaîne physique de transmission des signaux et les sources
- Pouvoir appréhender les modulations analogiques et numériques
- Comprendre les méthodes de dimensionnement des réseaux
- Être capable d'utiliser les techniques d'audit et de correction utilisables sur site

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude d'ingénierie en radiocommunications professionnelles privées
- Techniciens et agents de maintenance d'installation de réseaux de radiocommunication

Pré-requis

- Connaissance de base en électromagnétisme : champs, décibels
- Pratique des appareils de mesure

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

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h
- Paris du 08 au 11 octobre 2019

Tarif

- 1 830 € HT

Programme

1 - Introduction

- Introduction aux réseaux de radiocommunications
- Réseaux publics et réseaux PMR
- Couches physiques

2 - Rappels d'électromagnétisme et antennes

- Les champs électromagnétiques
- Voir les champs avec les applets JAVA Falstad
- Les relations de Hertz
- Impédance d'onde, source électrique, source magnétique
- Les champs proches et les champs lointains
- Différents types d'antennes
- Hauteur efficace ; facteur d'antenne, directivité, gain
- Impédance d'une antenne, bande passante
- ROS, VSWR, diagramme de Smith.
- Les diagrammes de rayonnement en 1D, 2D, 3D
- Les groupements d'antennes
- La fabrication d'un diagramme de rayonnement avec FALSTAD et 4NEC2X
- Antennes pour milieux fermés : câbles rayonnants
- Découplage d'antennes par polarisation, éloignement
- Formulaire d'antennes

3 - Propagation, les modèles

- La propagation en espace libre
- Champs, puissance, gain, distance : relation de Friis
- Les zones de Fresnel
- Effet des obstacles ; Effet de la hauteur d'antenne
- Les 3 sources de fading pour un mobile
- Diversité de fréquence, de polarisation et d'espace
- Propagation en tunnel
- Simulation de couverture : modèle de OKUMURA HATA
- Simulation de couverture : importation de données SIG
- Comparaison entre calcul et mesures (Modèle de Longley Rice)
- Logiciel de simulation de couverture radio : Radiomobile

4 - Principe des coupleurs d'antennes

- Câbles coaxiaux : atténuation, impédance de transfert
- Connecteurs d'antenne, Intermodulation
- Systèmes de couplage d'antennes
- Coupleur / diviseur de Wilkinson
- Le coupleur hybride 90°, 3dB
- Diplexeurs en pont à cavités
- Multiplexeur à point commun
- Association multiplexeur – diplexeur
- Circulateurs ; Isolateurs
- Maîtrise des sites ; Multiplexage des services
- Non-linéarités et leurs sources, IP3
- Bruits des récepteurs et émetteurs, en phase, en amplitude
- Démonstrations du simulateur RF QUCS Studio

5 - Les modulations et les démodulations analogiques et numériques

- Analyse de Fourier ; spectres en raies et

spectres continus

- Modulation et Démodulation analogique
- Occupation spectrale : formule de Carson
- Comparaison numérique / analogique
- Synoptique d'une transmission numérique
- Représentation de modulations numériques, constellations
- Les modulations NRZ, FSK, MSK, GMSK, CDMA, OFDM
- Efficacité spectrale des modulations numériques
- Bruits en radio et environnements
- Influence du bruit et des fadings sur les modulations numériques
- La qualité des liaisons en numérique (TEB ou BER)
- Démonstration du simulateur de signaux numériques WinIQSim2

6 - Dimensionnement des réseaux radio

- Principes de conception des réseaux radioélectriques
- Estimation des besoins de trafic d'un réseau radioélectrique
- Probabilité d'échec
- Dimensionnement en situation normale et situation de crise
- Exemple d'un réseau de bus
- Qualité subjective et rapport S/B en analogique
- Effet du taux de disponibilité requis sur la couverture radio
- TEB / BER pour une liaison numérique
- Schéma d'une liaison radio standard
- Schéma d'une liaison avec obstacle
- Relais et répéteurs
- Les répéteurs passifs et les répéteurs actifs
- Zones de recouvrement
- Les réseaux quasi-synchrones
- Démonstrations du logiciel libre RadioMobile

7 - Maîtrise des rayonnements et protection des biens et des personnes

- Effets spécifiques ou non-thermiques
- Les limites d'exposition pour les personnes
- Les limites recommandées sur les pylônes et leur environnement
- Exemples de relevés sur sites ; CartoRadio
- Les intempéries ; Vents et effets climatiques
- La foudre ; Effets directs et indirects
- Pièges $\lambda / 4$, CoaxStop

8 - Audit et contrôle des sites en radiocommunications

- Gestion des cohabitations
- Liste des essais sur site
- Exemple de moyens d'essais et d'outillage
- Mesures à l'analyseur de spectre
- Le wattmètre directif
- Les analyseurs de réseaux scalaires et vectoriels
- Abaque de Smith ; Mesures et simulations de ROS d'antennes
- Les sources de perturbations
- Relevés de brouilleurs : émissions FM ; inversion DUPLEX
- Mesures de produits d'intermodulation
- L'oxydation dans les contacts

9 - Règlementation

- Les acteurs ART ; ANFR
- Exemples de textes de référence

CEM des convertisseurs à découpage

Objectifs :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de mettre en œuvre les points CEM critiques dans la conception et la mise au point d'un convertisseur.

Le but de cette formation est de :

- Être capable de comprendre comment les perturbations conduites et rayonnées sont émises par les convertisseurs
- Savoir concevoir et maîtriser les différentes topologies de filtrage
- Savoir identifier et faire les bons choix de topologies
- Diagnostiquer les « défauts » des composants pour bien les choisir
- Appliquer des astuces de conception visant à réduire les problèmes en CEM

À savoir

Public

- Ingénieurs et techniciens concepteurs de convertisseurs

Pré-requis

- Bac +2 en électronique ou électrotechnique
- Avoir déjà conçu un convertisseur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des pré-requis
- 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 : 4 jours soit 28 h
- Paris 15 au 18 octobre 2019

Tarif

- 1 830 € HT

Programme

1 – Introduction

- L'échelle des décibels
- Modes commun et différentiel
- Spectre fréquentiel bande étroite
- Densité spectrale d'une impulsion
- Modes de détection et CISPR
- Réseaux fictifs (RSIL)
- Limites civiles, militaires et DO160
- Spécificités en aéronautique
- Les 5 types de perturbations
- Charte de réactance BF
- Le plan U.I.

2 – Immunité des convertisseurs

- Surtension à l'enclenchement
- Le risque de latch-up
- Normes d'immunité aux surtensions
- Varistances et leurs mises en œuvre
- Protection d'un PFC ou d'un boost
- CTP et fusibles réarmables
- Risque des optocoupleurs linéaires
- Routage d'un circuit de commande
- Conduction continue / discontinue

3 – Convertisseurs de puissance

- MC et MD d'un pont de Graetz
- Distorsion de l'onde d'alimentation
- Facteurs de puissance et de forme
- Distorsiomètre et mesure de THD
- Effets d'un PFC sur la CEM
- Pont dodécaphasé à autotransfo
- Recouvrement des diodes
- Rôles et calcul d'un snubber
- Mise au point pratique d'un damper
- Convertisseurs multi-niveaux

4 – Perturbations de mode commun

- Calcul d'une perturbation en MC
- Réduction des capacités chaudes
- Courants de MC sur câble interne
- Mode commun entrée à sortie
- Faut-il faire flotter les sorties ?
- Les 3 cas de MC entrée à sortie
- Transformateurs à écran interne
- Choix d'un écran de MC bobiné
- Alimentation sans self de MC
- Séparateur monophasé MC / MD
- Spectre émis avant filtrage
- Perte d'insertion en MC
- Choix de simple / double cellule
- Mode commun d'un pont en H
- Saturation d'une self de MC
- Méthodes de mesure et d'analyse
- Mode commun induit par champ H
- Pièges des filtres d'alim en MC
- Méthode d'optimisation en MC

5 – Perturbations de mode différentiel

- Impédance d'un condensateur
- Calcul d'une perturbation en MD
- Maîtrise du câblage
- Critiques d'un filtre de CEM
- Spectre en MD avant filtrage
- Perte d'insertion en MD
- Choix de simple / double cellule
- Amortissement d'un L-C en MD
- Filtrage sur un bus continu
- MD induit par champ magnétique
- Effets des RSIL 5 μ H / 50 μ H
- Pièges des filtres d'alim en MD
- Réduction de bruit par multiphases
- Filtre définitif MC + MD
- Influence de la puissance fournie
- Filtrage optimal d'une petite alim

6 – Rayonnement des convertisseurs

- Rayonnement en champ E et H
- Petite boucle / petit fouet
- Rayonnement du câble d'alimentation
- Pot magnétique et rayonnement BF
- Risque d'oscillation d'un pont en H
- Sources de rayonnement HF
- Réduction de l'émission à la source
- Revue du tracé d'un convertisseur
- Pièges en émission rayonnée
- Réalisation d'une pince sensible
- Évaluation de l'émission rayonnée
- Méthode de réduction de l'émission

7 – Composants et structures

- Effet de peau d'un fil en alternatif
- Champ et induction magnétiques
- Diagramme de Fresnel
- Perméabilités magnétiques μ' et μ''
- Épaisseur de peau dans le ferrite
- Mesure de la perméabilité initiale
- Saturation d'un tore magnétique
- Capacité : Méthode de bobinage
- Inductance à flux compensé (PFC)
- Bobinage haute tension / Paschen
- Rôles d'un entrefer et μ apparent
- Mesure de self BF selon le courant
- Matériaux à entrefers répartis
- Matériau amorphe / « mag amp »
- Mesures scalaires d'un transfo
- Champ magnétique dans un transfo
- Self de fuite / bobinages entrelacés
- Pertes cuivre supplémentaires
- Circuits magnétiques planar
- Couplages entre secondaires
- Mise de condensateurs en parallèle
- Circuits sur SMI
- Réduction des pertes / abaisseur
- Alimentations capacitatives
- Choix d'une sonde différentielle
- Résonance série / parallèle
- Simulation SPICE en MD et en MC

1/2 Bulletin d'inscription au stage **AEMC**

Toutes les demandes d'inscriptions doivent être adressées à notre agence de Seyssins :
AEMC - Immeuble "Le Saint Georges" - 86, rue de la liberté - 38180 Seyssins - Tél. **04 76 49 76 76** - e-mail : mail@aemc.fr

Pensez à bien nous faire parvenir les 2 feuilles remplies :

1 - Renseignements concernant l'entreprise

2 - Renseignements concernant Le ou Les stagiaires

TITRE DU STAGE :

Date :

RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'ENTREPRISE

NOM DE L'ENTREPRISE :

Adresse :

Code Postal : Ville :

Téléphone : Email :

CONTACT SERVICE FORMATION :

M. Mme Mlle

Nom : Prénom :

Téléphone : Email :

Adresse :

Code Postal : Ville :

CONTACT SERVICE COMPTABILITÉ :

M. Mme Mlle

Nom : Prénom :

Téléphone : Email :

Adresse :

Code Postal : Ville :

Les frais d'inscription comprennent l'accès d'une personne au stage, la fourniture de la documentation, les pauses café et les déjeuners.

*Toute annulation d'inscription non parvenue à **AEMC** par écrit au plus tard quinze jours avant le début de la session entraîne le paiement d'un dédommagement de 30% du montant du stage (TVA au taux en vigueur en sus). En cas de non présentation sans annulation écrite ou en cas d'annulation tardive le stage sera dû et facturé au coût catalogue.*

PRISE EN CHARGE PAR UN ORGANISME DE FORMATION :

OUI NON

Nom de l'organisme :

Adresse :

Code Postal : Ville :

.../...

2/2 Bulletin d'inscription au stage **AEMC**

Toutes les demandes d'inscriptions doivent être adressées à notre agence de SEYSSINS

AEMC - Immeuble "Le Saint Georges" - 86, rue de la liberté - 38180 Seyssins - Tél. 04 76 49 76 76 - e-mail : mail@aemc.fr

TITRE DU STAGE :

Date :

RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE OU LES STAGIAIRES

NOM : **Prénom :**

Adresse :

Code Postal : Ville :

Téléphone : Email :

Stagiaire 2

NOM : **Prénom :**

Adresse :

Code Postal : Ville :

Téléphone : Email :

Stagiaire 3

NOM : **Prénom :**

Adresse :

Code Postal : Ville :

Téléphone : Email :

Stagiaire 4

NOM : **Prénom :**

Adresse :

Code Postal : Ville :

Téléphone : Email :

Stagiaire 5

NOM : **Prénom :**

Adresse :

Code Postal : Ville :

Téléphone : Email :

Pensez à bien nous faire parvenir les 2 feuilles remplies :

1 - Renseignements concernant l'entreprise

2 - Renseignements concernant Le ou Les stagiaires

Conditions Générales Ventes

AEMC

Forme Juridique : SARL

Code APE : 8559A

N° SIRET : 331 790 501 000 26

N° de déclaration d'existence : à nous demander (attribué par la cellule de contrôle de la région Rhône Alpes).

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

MODALITÉS D'INSCRIPTION

Les options de réservation et les demandes de renseignements peuvent être effectuées directement :

- Par téléphone, ou e-mail auprès d'Isabelle KNERA, Claudine FRIER ou Christine BLANC-TRANCHANT.

Tél. : 04 76 49 76 76 ou e-mail : i.knera@aemc.fr

LES INSCRIPTIONS FERMES

Seule la réception d'une confirmation écrite (courrier ou email) par une personne habilitée rend l'inscription définitive qui sera confirmée par l'envoi d'un accusé de réception.

Le nombre de places étant limité, les inscriptions seront enregistrées suivant l'ordre d'arrivée.

Un dossier de convocation est adressé aux inscrits au plus tard trois semaines avant le début de la session ; celui-ci comprend entre autre, une liste d'hôtels proches du lieu du stage et un plan d'accès.

AEMC se réserve le droit d'annuler toute session n'ayant pas réuni un nombre suffisant de participants.

Les stages de formation dispensés par AEMC, établissement conventionné par l'Etat, donnent lieu à une convention de formation (N° de déclaration d'existence à demander auprès de nos services).

Les frais d'inscription comprennent l'accès d'une personne au stage, la fourniture de la documentation, les pauses café et les déjeuners.

Toute annulation d'inscription non parvenue à AEMC par écrit au plus tard quinze jours avant le début de la session entraîne le paiement d'un dédommagement de 30% du montant du stage (TVA au taux en vigueur en sus). En cas de non présentation sans annulation écrite ou en cas d'annulation tardive le stage sera dû et facturé au coût catalogue.

Un participant peut se faire remplacer sur la même session par une autre personne du même établissement à tout moment et sans frais additionnels. Nous prévenir de ce remplacement avant le début du stage.

Dans le cas d'une prise en charge du stage par un organisme gestionnaire des fonds de formation de l'entreprise, l'inscription ne devient effective qu'à réception de l'accord de prise en charge.

Si vous souhaitez que votre OPCA prenne en charge le paiement de la formation, il vous appartient :

- d'effectuer la DPC (Demande préalable d'accord de Prise en Charge) vers l'OPCA au plus tard en même temps que votre demande vers AEMC.

- de nous indiquer l'OPCA concerné et ses coordonnées.

Dans le cas contraire (DPC faite trop près de la formation ou après la formation), l'éventuelle acceptation de prise en charge ne sera pas connue d'AEMC, et votre Entreprise sera facturée directement.

(*) OPCA : Organisme Paritaire Collecteur Agréé.

CONDITIONS DE PAIEMENT

Par chèque du montant total TTC de la facture à l'ordre d'AEMC.

Par virement bancaire.

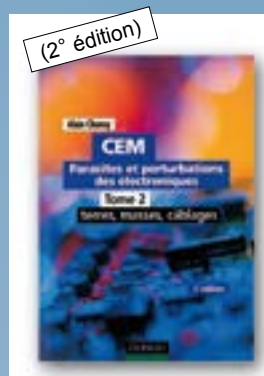
A l'issue de la formation, une facture, une attestation de stage ainsi qu'une copie de la feuille d'émargement sont adressées à l'entreprise, ainsi qu'au stagiaire.

Tout pour comprendre et combattre ces parasites qui perturbent trop souvent les électroniques. Les sources, les masses, les filtres etc., sont exposés et détaillés simplement et de façon efficace.



(2^e édition)

CEM
Parasites et perturbations
des électroniques
Tome 1 :
Sources, couplages,
effets
Introduction pragmatique à la
compatibilité électromagnétique.
Expose les origines, chiffre les
6 modes de couplages, et décrit
les effets des parasites sur les
électroniques.



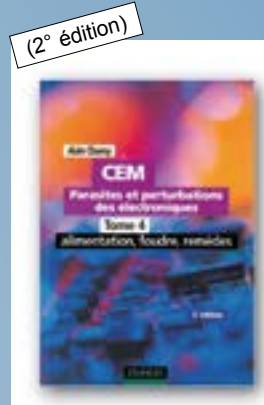
(2^e édition)

CEM
Parasites et perturbations
des électroniques
Tome 2 :
Terres, masses,
câblages
Explique les rôles des terres,
la nécessité de l'équipotentialité
des masses et les façons
d'installer les câbles pour
réduire les parasites.



(2^e édition)

CEM
Parasites et perturbations
des électroniques
Tome 3 :
Blindages, filtres,
câbles blindés
Présente la façon de blinder
un appareil, de le filtrer et de le
protéger contre les surtensions.
Explique le fonctionnement des
câbles blindés et définit leur
raccordement à la masse.



(2^e édition)

CEM
Parasites et perturbations
des électroniques
Tome 4 :
Alimentation, foudre,
remèdes
Explique les problèmes
d'alimentation d'un système,
décrit les méthodes de protection
contre la foudre et donne de
bons réflexes pour résoudre un
problème pratique.



Compatibilité électromagnétique

Nature et caractéristique
des perturbations.
Techniques de protection
en conduction et rayonnement.
Solutions industrielles,
optimisation et remèdes.
Méthodes de mise au point
CEM.
Procédures, suivi de projet
et conseils.



AEMC
Immeuble "Le Saint Georges"
86, rue de la Liberté - 38180 Seyssins
Tél. 04 76 49 76 76
www.aemc.fr - mail@aemc.fr

Antenne **AEMC-Paris**
10, rue de Vouillé - 75015 PARIS
Tél. 01 48 56 62 57



LABORATOIRE DE MESURES ET D'ESSAIS
en Compatibilité Electromagnétique Radio
et Sécurité Electrique

19, rue François Blumet
ZI de l'Argentière - 38360 Sassenage
www.aemc-lab.fr - aemc.lab@wanadoo.fr
Tél. 04 76 27 83 83 - Fax 04 76 27 77 00