

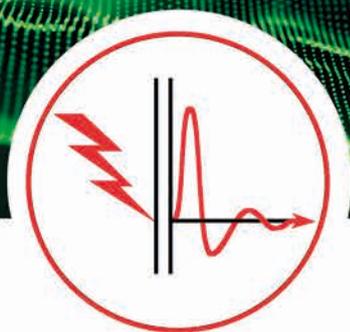
NOUVELLE OFFRE
DE FORMATIONS

Aemc

Sopemea
apave

CATALOGUE FORMATION 2020

- COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE
- MÉCANIQUE - CLIMATIQUE
- SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE
- SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT



Sopemea
apave



Depuis bientôt 35 ans, **AEMC** forme et conseille les entreprises dans tous les métiers de l'industrie électrique et électronique. Référent dans le domaine de la Compatibilité Electromagnétique (CEM), AEMC a choisi de rejoindre le **groupe SOPEMEA**, filiale spécialisée du groupe APAVE en accompagnement à la qualification et dans les essais en environnement. Les formations de **SOPEMEA** sont aujourd'hui intégrées à ce nouveau catalogue.

Vous êtes chefs de projets, responsables produits, responsables d'essais, ingénieurs de bureau d'étude, techniciens et souhaitez :

- Appréhender les difficultés des différents environnements (CEM, Climatique, Vibration, Sécurité électrique, ...),
- Identifier les risques liés à ces environnements,
- Connaître les règles de conception et de mise en œuvre des équipements et systèmes,
- Connaître les référentiels,
- Gérer et conduire un essai, de sa préparation à l'analyse des résultats,
- Anticiper l'ensemble des essais d'environnement que doit subir l'équipement afin d'en tenir compte dans la conception du produit,
- Savoir dialoguer et échanger avec les laboratoires d'essais pour gagner du temps et optimiser les campagnes d'essais.

AEMC et SOPEMEA vous proposent :

- Des formations par métier pour parler le langage de chacun et répondre de façon optimale aux problèmes concrets de tous les stagiaires,
- Des formations dispensées par des intervenants professionnels expérimentés qui sauront répondre à vos problématiques,
- Un ensemble de modules de formation basés sur une approche pratique qui utilise des démonstrations ou les moyens d'essais de nos laboratoires.

Inscriptions en page **42**

Formation Inter Entreprises :

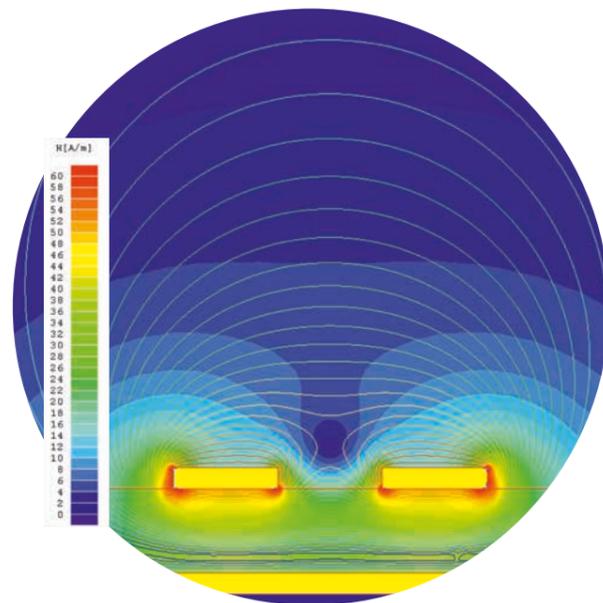
Voir nos calendriers pages 4 à 7.

Formation Intra Entreprises :

SOPEMEA et AEMC peuvent répondre à votre besoin spécifique en organisant des formations dans vos locaux :

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

« Nos formations présentent les phénomènes simplement, avec leurs causes, effets et ordres de grandeurs. »



SOPEMEA, filiale du Groupe **APAVE**, est un ensemble de 5 entités et 1 organisme de formation spécialisés dans la qualification d'équipements.

Depuis plus de 70 ans, **SOPEMEA** propose à ses clients une gamme complète de services d'accompagnement et d'essais pour tester tout type de matériels et d'équipements dans les domaines mécaniques, climatiques, électriques, hydrauliques et de la compatibilité électromagnétique, marquage CE et mesures sur site.

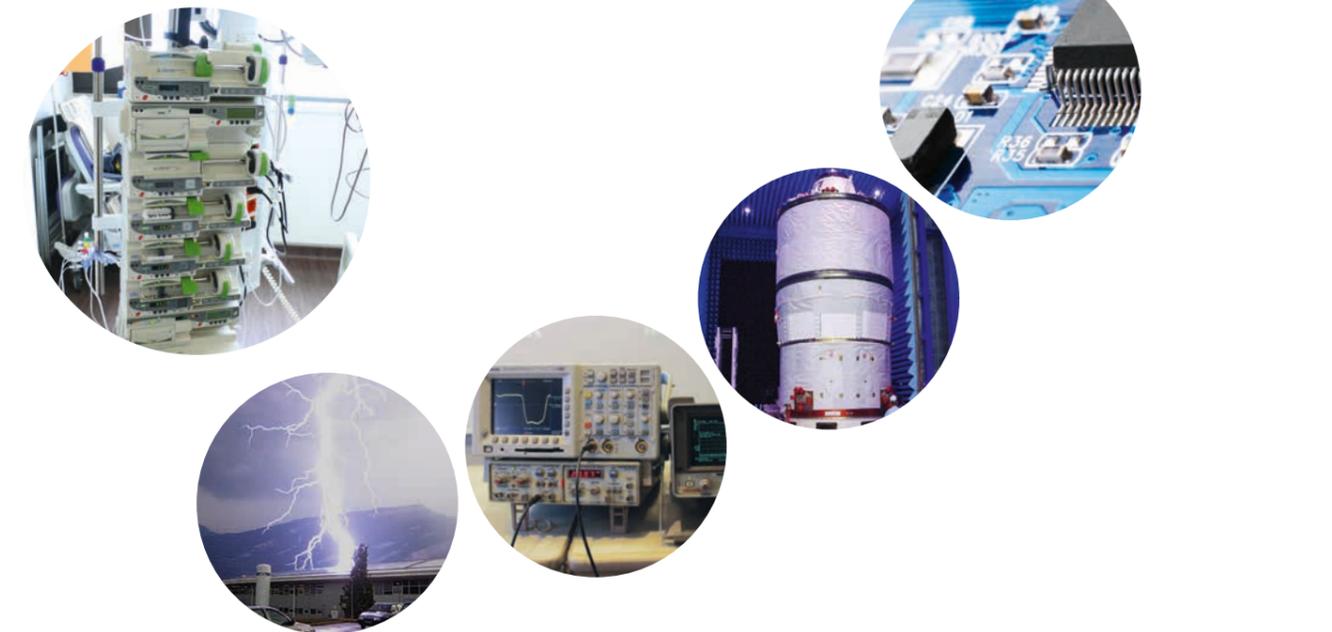
SOPEMEA couvre les marchés de l'Aéronautique, du Spatial, de la Défense, du Ferroviaire, de l'Énergie et du Nucléaire, de l'Automobile, du Médical et des équipements industriels grand public. Les laboratoires français de SOPEMEA sont agréés **CIR, CII** et accrédités **COFRAC** en France et **UKAS** au Royaume-Uni.

Une gamme de prestations adaptée pour vous accompagner :

Essais climatiques Mesures & calculs Essais CEM & électriques Essais mécaniques Maintenance



Avec **AEMC**, les clients bénéficient d'une expertise unique en matière de compatibilité électromagnétique qui compte notamment l'accompagnement au développement de projets, dossiers d'études ou de justification, l'analyse de vulnérabilité, la protection des personnes et des biens, l'étude de système de protection foudre, la protection contre les décharges électrostatiques, la validation de systèmes, l'audit en ingénierie et la formation des personnels.



TITRE DES STAGES	Nbre de jours	Prix HT	Mars	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	PAGE
GÉNÉRALITÉS										
Introduction à la CEM	4	1 920 €	24-27 Paris			22-25 Grenoble		24-27 Paris		8
Exposition humaine aux champs électromagnétiques	2	1 070 €				22-23 Paris				9
AÉRONAUTIQUE										
CEM en Aéronautique	3	1 450 €						17-19 Paris		10
CONCEPTION										
Blindage des équipements	2	1 070 €				15-16 Paris				11
CEM des automobiles	3	1 450 €					20-22 Paris			12
Conception des équipements - Module 1	5	2 250 €			8-12 Paris			du 30/11 au 4/12 Paris		13
Conception des équipements - Module 2	5	2 250 €							7-11 Paris	14
Intégrité du signal	5	2 250 €			15-19 Paris			du 30/11 au 4/12 Paris		15
Méthodes pratiques d'analyse et d'évaluation chiffrée en CEM	5	2 250 €				21-25 Paris				16
Mise au point CEM des équipements	3	1 450 €					6-8 Paris			17
Simulation électromagnétique en CEM	5	2 250 €						23-27 Paris		18
SPIICE & CEM	5	2 250 €			22-26 Paris			16-20 Paris		19
Tracé des cartes électroniques	3	1 450 €							15-17 Paris	20
INSTALLATION										
CEM des mesures physiques	3	1 450 €					13-15 Paris			21
CEM des systèmes et installations	4	1 920 €		12-15 Paris		du 29/09 au 2/10 Paris		24-27 Grenoble		22
Protection foudre des installations industrielles et tertiaires	2	1 070 €				17-18 Paris				23
MESURES CEM										
Mesures CEM - Module 1	5	2 250 €			15-19 Paris			16-20 Paris		24
Mesures CEM - Module 2	5	2 250 €							7-11 Paris	25
RADIOCOM										
CEM des radiocommunications	4	1 920 €				du 29/09 au 2/10 Paris				26
Intégration de solutions radiofréquences	3	1 450 €						17-19 Grenoble		27
Radiocom professionnelles privées	4	1 920 €					13-16 Paris			28
CONVERTISSEURS										
CEM des convertisseurs	4	1 920 €					6-9 Paris			29

TITRE DES STAGES	Nbre de jours	Prix HT	Mars	Mai	Juin	Sept.	Oct.	Nov.	Déc	PAGE
GÉNÉRALITÉS : ESSAIS D'ENVIRONNEMENT										
SOP0501 - Encadrez vos essais mécaniques, climatiques et CEM	2	1 500 €			23-24 Vélizy				1-2 Vélizy	30
ESSAIS MÉCANIQUES										
SOP0502 - Les fondamentaux en calcul dynamique de structure	2	1 350 €	24-25 Vélizy			29-30 Vélizy				31
SOP0503 - Les fondamentaux des essais de vibration	3	1 900 €	24-26 Vélizy				13-15 Vélizy			32
SOP0504 - Les fondamentaux des essais climatiques	2	1 350 €		12-13 Vélizy					8-9 Vélizy	33
SOP0801 - Les fondamentaux en séisme	2	1 700 €			2-3 Vélizy			17-18 Vélizy		34
SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE										
SOP1903 - Conception d'appareils électriques - Exigences de sécurité selon normes harmonisées	2	1 350 €				22-23 Vélizy				35
ASTE - ESSAIS MÉCANIQUES										
ASTE0501 - Analyse modale expérimentale et corrélation calculs/essais	3	2 000 €					6-8 Vélizy			36
ASTE0502 - Pilotage des générateurs de vibration	4	2 400 €						24-27 Vélizy		37
NUCLÉAIRE : CODE RCC-E										
ELN001 - Usage du RCC-E 2012	4	2 200 €			15-19 Vélizy					38
ELN010 - Connaissance du RCC-E 2016, focus matériel	2	1 350 €	17-18 Lyon			22-23 Lyon			8-9 Vélizy	39
SÉCURITÉ FONCTIONNELLE										
SOP1901 - Principes fondamentaux de la norme IEC 61508	1	950 €					8 Vélizy			40
SOP1902 - Mise en application de la norme IEC 61508	3	1 900 €						3-5 Vélizy		41

Remarques concernant les conditions d'accès à nos locaux

Compte tenu de certaines de ses activités réalisées dans le domaine de la défense, la société SOPEMEA est un établissement à accès réglementé.

De ce fait, afin de pénétrer dans ses locaux, toute personne ne faisant pas partie de la société doit impérativement être en possession d'une pièce justifiant de son identité en cours de validité si elle est ressortissante d'un pays de la Communauté européenne.

Pour les visiteurs non ressortissants de la communauté européenne, une autorisation préalable doit être demandée à nos autorités de tutelles. Cette demande, accompagnée d'une copie de passeport en cours de validité doit être formulée un mois minimum avant la date de la formation par l'intéressé auprès de SOPEMEA. (Nota : une demande d'accès n'implique pas systématiquement que l'autorisation soit délivrée par nos autorités de tutelle).

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
- Être capable d'analyser le comportement des équipements : perturbateurs, victimes
- Être capable d'analyser les couplages entre source et victime
- Appréhender les différentes normes et essais

À SAVOIR

Public

- Tout public

Prérequis

- Pas de connaissance nécessaire en électricité
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
• Support de cours
• Exercices pratiques
• Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
• QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

• Durée : 4 jours soit 28 h

- Paris du 24 au 27 mars 2020
- Grenoble du 22 au 25 septembre 2020
- Paris du 24 au 27 novembre 2020

Tarif

1 920 € 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 Électromagnétique 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 céramiques
- Élévation de potentiel du sol : dôme de potentiel
- Protection d'un bâtiment contre la foudre par paratonnerre (modèle Électrogéométrie)
- 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 Tellurohmètre
- 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
- Émission 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

Objectifs :

A 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 protection 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

Prérequis

- Pas de connaissance nécessaire en CEM
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
• Support de cours
• Exercices pratiques
• Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
• QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

• Durée : 2 jours soit 14 h

• Paris du 22 au 23 septembre 2020

Tarif

1 070 € 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 de 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 des 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'ETS
- Classification/formation de 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

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 électromagnétique.

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

Prérequis

- 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 prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 17 au 19 novembre 2020

Tarif

1 450 € 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
- Écarts 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 courants 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

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
- Être 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

Prérequis

- Pas de connaissance nécessaire en CEM
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 2 jours soit 14 h
- Paris du 15 au 16 septembre 2020

Tarif

1 070 € 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
- Filtres 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

Objectifs :

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

Le but de cette formation est de :

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

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 20 au 22 octobre 2020

Tarif

1 450 € 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 embases
- 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

Objectifs :

A 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

Prérequis

- Niveau technicien en électronique
- Niveau bac en mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 8 au 12 juin 2020
- Paris du 30 novembre au 4 décembre 2020

Tarif

2 250 € 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 équilibrées
- 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, transzorb
- 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

Objectifs :

A 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

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
• Support de cours
• Exercices pratiques
• Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
• QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 7 au 11 décembre 2020

Tarif

2 250 € 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 résisteurs
- 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 di/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

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

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.

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

Prérequis

- 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 prérequis
- Action de formation :
• Support de cours
• Exercices pratiques
• Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
• QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 15 au 19 juin 2020
- Paris du 30 novembre au 4 décembre 2020

Tarif

2 250 € HT

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 (power integrity, ground bounce)
- Pouvoir simuler les effets de ligne et modéliser l'intégrité des signaux (SI)
- Identifier les principaux pièges de 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

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
- SINAD et nombre de bits effectifs (ENOB)
- Dynamique sans parasite (SFDR)
- 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 »
- Dérive et non-linéarité thermique
- 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 et simulation
- Effet de cavité entre plans, distance entre vias
- Bruit d'alimentation et « Jitter » induit
- Erreurs de routage – Effets des fentes
- Résonances de structures – Effet de bord
- « Power integrity », PSRR et découplage

4 – EFFETS DE LIGNE

- Électromagnétisme, 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 et rugosité
- Inductance de plans finis et imparfaits
- Les 2 types de résonance - Mesures dans 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 du retard par serpent
- Pad de condensateurs, via et effet de stub
- Risque de double basculement - Adaptation
- Paramètres S : définition et simulation
- Incrustation et désincrustation
- Calibrage OSM / OSTM - Abaque de Smith
- Connecteurs pour signaux HF - Simulation
- Routage des horloges rapides
- Simulation d'adaptation 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
- « 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 / analyse
- 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), routage
- Microstrip ou stripline / Émission rayonnée

8 – COMPOSANTS DE PROTECTION

- Phénomène de « latch-up »
- Valeurs maxi absolues / risques
- Protections en entrée d'alimentation
- Diodes d'écrêtage (« clamping »)
- Tenue des résisteurs aux surcharges
- Simulation en F et t de filtres passe-bas
- Problèmes et choix d'un condensateur
- Limites de surtension - Choix de Transzorb
- Filtres 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

Objectifs :

A 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, évitant ainsi les approches empiriques à base de recettes.

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 et leur optimisation économique
- Être capable d'appréhender les marges obtenues

À SAVOIR

Public

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

Prérequis

- Formation de base en CEM ou expérience de 2 ans
- Niveau Bac en mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h
- Paris du 21 au 25 septembre 2020

Tarif

2 250 € 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 Étroite / 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 – ÉMISSIONS 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 – ÉMISSIONS 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

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
- Être 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 CEM

Prérequis

- Connaissances de base des lois physiques

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Paris du 6 au 8 octobre 2020

Tarif

1 450 € 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 – ÉMISSION 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 – ÉMISSION 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 Möebius.
- 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

18 Simulation électromagnétique en CEM

Objectifs :

A 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
- Être 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

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h

- Paris du 23 au 27 novembre 2020

Tarif

2 250 € 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

Objectifs :

A 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.

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 et leurs limitations
- 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 ou non, filtres, varistances, TVS, ...

À SAVOIR

Public

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

Prérequis

- Connaître l'utilisation élémentaire de Spice
- Niveau technicien en électronique
- Aucun ordinateur n'est requis, le formateur réalise et présente les simulations

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Démonstrations informatiques
- 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 : 5 jours soit 35 h

- Paris du 22 au 26 juin 2020
- Paris du 16 au 20 novembre 2020

Tarif

2 250 € HT

PROGRAMME

1 – CEM : RAPPELS

- Caractérisation CEM des équipements
- Analyse CEM & Spice
- Le paradigme GIGO

2 – LT SPICE : PRINCIPES

- Création de composant
- Paramétrage : pas de calculs, convergence
- Problèmes en temporelles et AC Sweep
- LTSpice : fichier Netlist et Error Log

3 – MODÉLISATION DES COMPOSANTS PASSIFS

- Résistance, condensateur, self...
- Filtre à structure en échelle
- Extraction des valeurs des modèles
- Inductance de MC, Quartz, Tore de Rogowski
- Inducteur : Modèle CHAN
- Modélisation d'un transfo secteur monophasé
- Varistance, Transzorb, éclateur à gaz
- Puissance instantanée et énergie déposée
- Simulation d'une ligne avec ou sans perte
- ZC de ligne de transmission SPICE en MC

4 – FFT

- Principes d'une FFT
- Ondulation (« ripple ») d'une FFT
- Spectre FFT d'une impulsion
- Fuite spectrale et au repliement de spectre
- Fenêtrage Flat Top, de Hann (« Hanning »)
- Effet de clôture à piquets (« Picket fence effect »)
- Bandes passantes des filtres FFT
- Recouvrement des fenêtres temporelles
- Correction de bande étroite à bande large
- Impulsions asymétriques
- Calcul automatique de THD
- Paramètres S et abaque de Smith
- Création de gabarits normalisés
- Détecteur quasi-crête, rms ou val. moyenne

5 – MODÉLISATION DES COMPOSANTS ACTIFS

- Recouvrement des diodes, QRR
- Ampli OP : Slew Rate, PSRR, CMRR...
- Détection d'enveloppe
- Structure des filtres actifs
- Tensions de déchet
- Simulation d'ampli à transconductance
- Sortie HCMOS sur ligne
- Modèle IBIS et LTSpice

6 – INTÉGRITÉ DU SIGNAL

- Liaison triaxiale avec écran piloté
- Valeurs pour simuler un fil en HF dans l'air
- Définition des impédances caractéristiques
- Effet de stub d'un via
- Diagramme de l'œil et peaking

7 – DIAPHONIE

- Diaphonie capacitive et inductive sur CIP
- Extraction d'un modèle de connecteur
- Simulation de ligne pour la diaphonie
- Diaphonie entre lignes naturelles, microstrip
- Désadaptations et temps de transition

8 – LIGNES SPICE

- Inductance et capacitance linéiques
- Particularités des lignes de transmission
- Impédance d'un fil à haute fréquence
- FEM et courant d'une antenne fouet

9 – SIMULATION DE LIGNE COAXIALE

- Zt d'écran simple et double tresse
- Effet réducteur d'un câble coaxial MC + MD
- Effet d'une queue-de-cochon
- Réjection du MC par un double tresse

10 – ÉMISSION CONDUITE

- Conseils pour simulation en émission conduite
- Schéma et modélisation RSIL
- Impédance de filtrage en MC et MD
- Perte d'insertion de filtre en MD et MC
- Méthode des asymptotes en conversion d'énergie
- Couplage par rayonnement d'un filtre
- Ondulation MD en sortie de convertisseur
- Modèles de simulation de M. Christophe Basso
- Etalement de spectre (triangulaire, cuspidé)

11 – BALUN ET DISSYMMÉTRIE

- Modélisation d'un balun 50 Ω vers 100 Ω
- Dissymétrie d'un câble STP / UTP
- Dissymétrie d'impédance / différence de longueur
- Réjection de MC d'une paire

12 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Courant de MC sur coaxial induit par signal de MD
- Efficacité d'un tore de ferrite sur câble coaxial
- Réduction de l'émission par embrouilleur
- Simulation MC & MD de paire différentielle
- Paire dissymétrique = émission rayonnée

13 – IMMUNITÉ CONDUITE

- Immunité BF d'alim CS101 / NCS01
- Générateur WF4 + WF5, MIL-STD 461G / DO-160
- Générateur 61000-4-5 en MD
- Pincés d'injection BCI
- Définition des paramètres S par QUCS
- Redresseur hexaphasé, dodécaphasé à transfo
- Modèle d'un câble triphasé et de son PE

14 – IMMUNITÉ RAYONNÉE

- U et I courants induits par couplage champ à boucle
- Couplage champ à câble
- Réjection par paire
- Effet d'une IEMN HA sur un fil
- I induit maximal par une IEMN HA

20 Tracé des cartes électroniques

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clés 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

Prérequis

- Connaissances de base en électricité

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h

- Paris du 15 au 17 décembre 2020

Tarif

1 450 € 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 isolements galvaniques
- Raccordement du OV 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

Objectifs :

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

Le but de cette formation est de :

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

À SAVOIR

Public

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

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h

- Paris du 13 au 15 octobre 2020

Tarif

1 450 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

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

2 – LES 6 COUPLAGES

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

3 – PERTURBATIONS BF

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

4 – PERTURBATIONS HF

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

5 – RÉSEAUX DE MASSE

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

6 – PROTECTION BF

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

7 – FILTRAGE DES PERTURBATIONS HF

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

8 – CÂBLES BLINDÉS

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

9 – MESURES ÉLECTRIQUES ET CEM

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

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs 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 intérateurs de systèmes

Prérequis

- Connaissance de base en électricité
- Pas de connaissance mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h

- Paris du 12 au 15 mai 2020
- Paris du 29 septembre au 2 octobre 2020
- Grenoble du 24 au 27 novembre 2020

Tarif

1 920 € 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 – ÉCRANS 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 Moebius
- Ordres de grandeurs, exemples de remèdes
- Cas pratique

Objectifs :

A 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

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 2 jours soit 14 h
- Paris du 17 au 18 septembre 2020

Tarif

1 070 € 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
- Énergie et puissance moyenne de la foudre
- Densité de foudroiement
- Évaluation 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
- Élévation 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 électro géométrique
- 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 / téléphone
- Parafoudres combinés Secteur + Téléphone
- Protection foudre d'une descente d'antenne

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

Prérequis

- Connaissances de base des lois physiques

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h

- Paris du 15 au 19 juin 2020
- Paris du 16 au 20 novembre 2020

Tarif

2 250 € 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 – ÉMISSION 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 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Définition des champs EM
- Émission 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
- Évaluation 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 oeuvre
- 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 oeuvre
- 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

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

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 5 jours soit 35 h

- Paris du 7 au 11 décembre 2020

Tarif

2 250 € 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
- Étalonnage des antennes
- Antennes cadre ou de Van Veen
- Champmètre électrique
- Capteur E ou H / préampli associé
- Facteur de sonde de Moëbius
- 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 2ème ordre et 3ème ordre
- Amplitudes des produits de distorsion
- Produits d'intermodulation du 3ème ordre
- Mesure pratique des P12 et P13
- 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 étalonnage
- 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 5uH 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
- D0160 – 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

Objectifs :

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

Le but de cette formation est de :

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

À SAVOIR

Public

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

Prérequis

- 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 prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h
- Paris du 29 septembre au 2 octobre 2020

Tarif

1 920 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Aspects de CEM impliquant la radio
- Spectre et liaisons radioélectriques
- Modulations AM, FM, M ou OFDM
- Principales modulations numériques
- Codage et multiplex 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 d'une liaison radioélectrique
- Antenne isotrope de référence
- Directivité, gain, facteur d'antenne
- Aire équivalente / plan d'onde
- Diagramme de rayonnement
- Zones de Fresnel et de Fraunhofer
- Impédance et facteur de réflexion
- Équations et formules de conversion

3 – NOTION DE PROPAGATION

- Propagation théorique en espace libre
- Modèles de propagation / Okumura Hata
- Effets de l'atmosphère / ionosphère
- Onde de sol / effets des précipitations
- 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 ») sur site
- Détecteurs CISPR
- Choix du mode de détection pour analyse
- Choix des RBW et VBW en radio
- Valeurs crête et moyenne
- Analyse spectrale temps réel par FFT
- Points d'interception PI2 et PI3
- Mesure pratique d'IP2 et IP3
- Bruit d'une chaîne de réception
- 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 de spectres
- 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'un émetteur
- Principe d'un récepteur radio
- Sélectivité / rapports de protection
- SINAD et BER avec codage
- Mesure du blocage (« blocking »)
- Principaux services radio
- Rapport de protection / blindage
- Ordres de grandeur d'atténuations

7 - ANALYSE DES BROUILLAGES

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

8 - MAÎTRISE DES SITES

- Optimisation du système d'émission
- Techniques de multiplexage
- Coupleurs directs et hybrides
- Duplexeurs, filtres à cavités
- Multiplexeur à point commun
- Circulateur, isolateur et réglages
- Découplage 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 radio
- 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

Objectifs :

A 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 systèmes

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Grenoble du 17 au 19 novembre 2020

Tarif

1 450 € 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 : Émetteur : Pilote & PLL
- Solutions techniques : Émetteur : Ennemi du VCO
- Solutions techniques : Émetteur : Modulation I/Q – 1
- Solutions techniques : Émetteur : 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 Aabaque 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, Filtres 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

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.

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 radiocommunications

Prérequis

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

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h

- Paris du 13 au 16 octobre 2020

Tarif

1 920 € HT

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

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
- Haute efficacité ; 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 analogique / 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 fading sur les modulations numériques
- La qualité des liaisons en numérique (TEB ou BER)
- Démonstration du simulateur de signaux numériques WinQSim2

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
- Aabaque 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

4 – RÉGLEMENTATION

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

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de maîtriser les points CEM critiques lors de la conception et la mise au point d'un convertisseur.

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens concepteurs de convertisseurs d'énergie

Prérequis

- Bac +2 en électronique ou électrotechnique
- Avoir déjà été impliqué dans la conception d'un convertisseur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques si possible
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 4 jours soit 28 h

- Paris 6 au 9 octobre 2020

Tarif

1 920 € HT

Le but de cette formation est de :

- Comprendre comment les perturbations conduites et rayonnées sont émises par les convertisseurs
- Comprendre, concevoir et optimiser les différentes topologies de filtrage
- Identifier et faire les meilleurs choix de topologies et de composants
- Diagnostiquer les limites et "défauts" des composants critiques
- Appliquer des astuces de conception visant à réduire les problèmes en CEM

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), pince de courant
- 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
- Protection en entrée
- Normes d'immunité aux surtensions
- Varistances et leur mise en œuvre
- Protection d'un PFC ou d'un boost
- Modélisation d'une onde de choc
- Risques liés aux optocoupleurs
- 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 de snubber / damper
- Pertes de commutation et SOA
- 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
- Conception d'un écran bobiné
- Alimentation sans inductance de MC
- Séparateur monophasé MC / MD
- Spectre émis avant filtrage
- Perte d'insertion en MC
- Choix de filtre simple / double cellule
- MC d'un pont en H / conversion de mode
- Saturation d'une inductance de MC
- Méthodes de mesure et d'analyse
- Clés de la CEM d'un gros convertisseur
- Pièges des filtres d'alim en MC
- Câblage et optimisation en MC

5 – PERTURBATIONS DE MODE DIFFÉRENTIEL

- Impédance d'un condensateur
- Calcul d'une perturbation en MD
- Impédance d'inductance / condensateur
- Câblage et erreurs d'un filtre de CEM
- Spectre en MD avant filtrage
- Réseaux fictifs (RSIL), pince de courant
- Choix de simple / double cellule
- Amortissement d'un L-C en MD
- Filtrage d'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
- Analyse d'un spectre mesuré
- 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 du bruit à la source
- Drivers d'IGBT ou super-jonctions
- Pièges en émission rayonnée
- Réalisation d'une pince sensible
- Évaluation de l'émission rayonnée
- Analyse et réduction de l'émission

7 – COMPOSANTS ET STRUCTURES

- Effet de peau d'un fil en alternatif
- Champ et induction magnétiques
- Perméabilités magnétiques μ' et μ''
- Épaisseur de peau dans le ferrite
- Mesure des perméabilités μ' et μ''
- Ferrites à fort μ r et nanocristallin
- Saturation d'un tore magnétique
- Capacité selon méthode de bobinage
- Inductance à flux compensé (PFC)
- Haute tension / Courbe de Paschen
- Rôles d'un entrefer et μ apparent
- Mesure d'inductance selon le courant
- Matériaux à entrefers répartis
- Matériau amorphe / « mag amp »
- Mesures scalaires d'un transfo
- Champ magnétique dans un transfo
- Inductance de fuite / entrelacement
- 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

SOP0501 - Encadrez vos essais mécaniques, climatiques et CEM

Objectifs :

Encadrer et suivre un programme d'essai en environnement en intégrant les fondamentaux d'essais - Apporter une vision globale et réaliste des contraintes et des exigences à prendre en compte dans le cahier des charges d'un essai - Optimiser la coordination technique avec les laboratoires d'essais.

Le but de cette formation est de :

- Savoir reconnaître les grandeurs physiques des essais mécaniques, climatiques et CEM
- Identifier les domaines d'application des normes d'essai
- Analyser un cahier des charges produit
- Identifier les étapes clés d'un programme d'essai
- Construire un cahier des charges type et les indicateurs de suivi
- Programmer les actions à mener pour tenir sa mission de chef de projet.

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet
- Responsables produits

Prérequis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur utilisera les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour vous permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer. SOPEMEA, proposera des exemples pédagogiques mais vous pourrez aussi apporter un cas spécifique
- 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
- Maxi : 10 personnes

- Vélizy du 23 au 24 juin 2020
- Vélizy du 1 au 2 décembre 2020

Tarif

1 500 € HT

PROGRAMME

1 – MIEUX CONNAÎTRE LES DIFFÉRENTS TYPES D'ESSAIS

- Comprendre les objectifs de tous les types d'essai et les grandeurs physiques associées
- Se rendre compte de la réalité de chaque grandeur physique par une simulation d'essai sur les moyens du laboratoire

2 – INTÉGRER LES CONTRAINTES DES NORMES ET DES LABORATOIRES D'ESSAIS

- Savoir extraire les niveaux d'essais à partir des normes, en fonction du domaine d'application (automobile, aéronautique, civil et militaire,...)
- Intégrer dans une démarche projet et dans sa demande au laboratoire, la méthodologie de réalisation d'un essai et les contraintes associées

3 – RÉDIGER UN CAHIER DES CHARGES ESSAIS À PARTIR DES SPÉCIFICATIONS PRODUIT

- Analyser de façon critique un cahier des charges produit, Intégrer les étapes importantes dans le programme d'essai
- Réaliser une étude de cas

4 – PILOTER LE DÉROULEMENT DE L'ESSAI

- Structurer la planification de l'essai et la coordination des différents acteurs
- Mettre en place des indicateurs de suivi adaptés aux différents types d'essais

SOP0502 - Les fondamentaux en calcul dynamique de structure

Objectifs :

Simuler un essai en intégrant les fondamentaux du calcul dynamique - Savoir modifier et recalculer le modèle à partir des résultats d'essais - Prendre en compte dans une simulation numérique, les contraintes et les exigences d'un programme d'essai.

Le but de cette formation est de savoir utiliser :

- Les notions de mécanique vibratoire d'un système à 1 DDL ou n DDL ainsi que les modes propres
- La méthode de calculs pour éléments finis
- Le recalage modal
- Le principe de la simulation d'un choc
- Le principe de la simulation d'une excitation aléatoire

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet calcul
- Responsables ou ingénieurs bureaux d'études

Prérequis

- Avoir déjà réalisé des calculs en mécanique
- Niveau Ingénieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur proposera aux participants des exemples pratiques et illustrera la problématique du recalage. Il fera faire aux participants des exercices pratiques et les corrigera en salle
- 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
- Maxi : 8 personnes

- Vélizy du 24 au 25 mars 2020
- Vélizy du 29 au 30 septembre 2020

Tarif

1 350 € HT

PROGRAMME

1 – DÉFINIR LA STRUCTURE D'UN SYSTÈME À 1 OU N DDL

- Caractériser un système, identifier les types d'excitation
- Définir les fonctions de transfert
- Déterminer les modes propres d'un système à n DDL
- Étude de cas sur les effets de la masse, de la raideur de l'amortissement, et du couplage des modes

2 – RECALER LE MODÈLE À PARTIR D'UN ESSAI

- Objectifs du recalage modal
- Descriptif de la technique du recalage modal
- Exercice pratique de recalage modal sur un modèle non recalé

3 – DÉTERMINER LA RÉPONSE DYNAMIQUE D'UNE STRUCTURE SOUMISE A DES CONTRAINTES DYNAMIQUES

- Définir les données pour mener un calcul numérique
- Prendre en compte l'excitation dynamique,
- Analyser la réponse

4 – METTRE EN OEUVRE LA SIMULATION D'UN CHOC ET D'UNE EXCITATION ALÉATOIRE

- Comprendre la technique les spectres de réponses aux chocs et l'excitation aléatoire
- Appliquer cette technique sur un modèle pratique et analyser la réponse de la structure

SOP0503 - Les fondamentaux des essais de vibration

Objectifs :

Sensibiliser les participants à la perception réaliste et pertinente des différents ordres de grandeur physiques. - Conduire et analyser une campagne d'essais - Optimiser la définition de l'essai et son déroulement.

Le but de cette formation est de :

- Savoir utiliser les grandeurs physiques de l'environnement mécanique d'une structure
- Déterminer le moyen de mesure et d'essai en fonction du programme
- Comprendre les exigences des normes d'essais
- Participer à la réalisation d'essais mécaniques
- Analyser les résultats d'essais

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet, ingénieurs ou techniciens ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produit

Prérequis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur proposera aux participants des applications pratiques réelles sur les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour leur permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer en apportant son expérience quotidienne des essais. Les participants pourront, s'ils le désirent, apporter des cas spécifiques
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Maxi : 8 personnes

- Vélizy du 24 au 26 mars 2020
- Vélizy du 13 au 15 octobre 2020

Tarif

1 900 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Revisiter les grandeurs physiques et leur réalité
- Rappeler les objectifs et les paramètres utilisés pour les différents types de vibrations : sinus, aléatoire, chocs, combiné, SRC

2 – IDENTIFIER LES BONS MOYENS D'ESSAIS

- Interpréter les capacités et performances des différents moyens électrodynamiques, électro-hydrauliques, machines à choc et systèmes de pilotage
- Choisir les capteurs de mesure et leurs implantations
- Utiliser le traitement du signal adapté

3 – SUIVRE ET ANALYSER UNE CAMPAGNE D'ESSAIS

- Définir un besoin en montage d'essais
- Choisir la stratégie pilotage : les principes de base, la stratégie multipoint et le notching
- Analyser les résultats des mesures, à partir de cas pratiques

4 – RÉDIGER UNE PROCÉDURE D'ESSAI

- Comprendre la justification des points clés du contenu
- Intégrer les contraintes et libertés concernant l'ordre de réalisation des essais
- Réaliser une application concrète et évaluer vos points de vigilance

SOP0504 - Les fondamentaux des essais climatiques

Objectifs :

Sensibiliser les participants à la perception réaliste et pertinente des différents ordres de grandeur physiques - Conduire et analyser une campagne d'essais - Optimiser la définition de l'essai et son déroulement.

Le but de cette formation est de :

- Utiliser les grandeurs physiques de l'environnement climatique d'une structure
- Déterminer le moyen de mesure et d'essai en fonction du programme
- Comprendre les exigences des normes d'essais
- Participer à la réalisation d'essais climatiques
- Analyser les résultats d'essais

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet, ingénieurs ou techniciens ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produit

Prérequis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur proposera aux participants des applications pratiques réelles sur les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour leur permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer en apportant son expérience quotidienne des essais. Les participants pourront, s'ils le désirent, apporter des cas spécifiques
- 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
- Maxi : 8 personnes

- Vélizy du 12 au 13 mai 2020
- Vélizy du 8 au 9 décembre 2020

Tarif

1 350 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX

- Revisiter les grandeurs physiques et leur réalité
- Illustrer les notions de couplage de température, pression, humidité

2 – IDENTIFIER LES MOYENS D'ESSAIS

- Interpréter les capacités et performances des différentes enceintes
- Choisir les capteurs de mesure en fonction de contraintes climatiques de l'essai

3 – COMPRENDRE LES EXIGENCES DES NORMES

- Présenter les différents types d'essais (chaleur sèche et humide, brouillard salin, dépressions, chocs thermiques ...) et leurs objectifs

4 – SUIVRE ET ANALYSER UNE CAMPAGNE D'ESSAIS

- Connaître les paramètres nécessaires à la mise en œuvre des essais : matériels et installations
- Comprendre la stratégie de pilotage : les limites, les contraintes
- Analyser les résultats des mesures et les anomalies sur le matériel, à partir de cas concrets

SOP0801 - Les fondamentaux en séisme

Objectifs :

Sensibiliser les participants à la perception réaliste et pertinente des différents ordres de grandeur physique - Conduire et analyser une campagne d'essais - Optimiser la définition de l'essai et son déroulement.

Le but de cette formation est de :

- Identifier les grandeurs physiques du comportement d'une structure au séisme
- Identifier les différents types de séisme, ainsi que leurs objectifs
- Déterminer le moyen d'essai et l'instrumentation associée en fonction du programme et du matériel à tester
- Appréhender le niveau de sévérité de séisme par calcul
- Interpréter les résultats obtenus

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet,
- Ingénieurs ou techniciens non spécialistes ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produits
- Concepteurs d'équipement pour centrale nucléaire

Prérequis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés et exercices pratiques sur moyens d'essais
- 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
- Maxi : 8 personnes

- Vélizy du 2 au 3 juin 2020
- Vélizy du 17 au 18 novembre 2020

Tarif

1 700 € HT

PROGRAMME

1 – CLARIFIER LES FONDAMENTAUX DU SÉISME

- Revisiter les grandeurs physiques et leur réalité
- Illustrer les notions de résonance, d'amplification et d'amortissement
- Rappeler les objectifs et les paramètres utilisés pour les essais de séisme : SRC, ZPA, accélérogramme
- Revisiter les normes IEEE de séisme

2 – IDENTIFIER LES MOYENS D'ESSAIS

- Interpréter les capacités et performances des différents moyens d'essais électrohydrauliques, machines à chocs et systèmes de pilotage
- Choisir les capteurs de mesure et leur implantation
- Utiliser le traitement du signal adapté

3 – SUIVRE ET ANALYSER UNE CAMPAGNE D'ESSAIS

- Définir un besoin en montage d'essais
- Choisir la stratégie pilotage
- Analyser les résultats des mesures
- Suivre un essai de séisme sur notre moyen d'essai

4 – COMPRENDRE LE CALCUL AU SÉISME

- Comprendre les hypothèses à prendre en compte.
- Comprendre la méthodologie du calcul
- Analyser les résultats et les effets d'un séisme sur l'équipement

SOP1903 - Conception d'appareils électriques Exigences de sécurité selon normes harmonisées

Objectifs :

Avoir une connaissance des principes généraux de sécurité de la norme demandée, des exigences techniques et des essais appelés par la norme.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender les aspects normatifs, les exigences principales
- Comprendre les principales définitions données dans la norme
- Comprendre le risque électrique, les notions d'isolation
- Comprendre comment analyser la construction du produit
- Appréhender les risques autres qu'électriques

À SAVOIR

Public

- Concepteurs d'appareils électriques
- Techniciens/ingénieurs certification de produits

Prérequis

- Connaissances électriques de base (tension, courant, puissance, composants, notions d'isolation), habilitation électrique type BE
- Expérience de la conception de produits électriques

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Le formateur utilisera les moyens d'essais du laboratoire SOPEMEA pour vous permettre d'appréhender sur le terrain, la réalité des différentes grandeurs physiques à intégrer. SOPEMEA, proposera des exemples pédagogiques mais vous pourrez aussi apporter un cas spécifique
- 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
- Maxi : 10 personnes

- Vélizy : du 22 au 23 septembre 2020

Tarif

1 350 € HT

PROGRAMME

- La norme, son domaine d'application
- Les principales définitions; notions d'isolation, de puissance de court-circuit, de séparation
- Les exigences essentielles
- La protection contre les risques liés à l'électricité
- Autres risques
- Les essais appelés par la norme, et moyens à mettre en œuvre
- Questions/réponses

36 ASTE0501 - Analyse modale expérimentale et corrélation calculs / essais

37 ASTE0502 - Pilotage des générateurs de vibration

Objectifs :

Comprendre les bases théoriques de l'analyse modale expérimentale - Savoir réaliser une analyse modale de structure - Pouvoir échanger les résultats expérimentaux avec le calcul - Comprendre le recalage d'un modèle à partir des résultats de l'analyse modale.

Le but de cette formation est de :

- Connaître les différentes méthodes théoriques de l'analyse modale
- Savoir choisir l'instrumentation adaptée - Comprendre les différents types d'excitations
- Extraire les modes expérimentaux à partir des fonctions de lissage
- Valider les résultats d'essai
- Comprendre le recalage modal et l'appliquer sur une maquette

À SAVOIR

Public

- Techniciens et ingénieurs d'essais
- Responsables ou ingénieurs de Bureaux d'Etudes

Prérequis

- Avoir des connaissances de base sur la mécanique vibratoire

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - De nombreux travaux pratiques illustreront la partie théorique
 - Le recalage sera réalisé à partir d'une maquette d'avion
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Vélizy du 6 au 8 octobre 2020

Tarif

2 000 € HT

PROGRAMME

1 – CONNAÎTRE LES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ANALYSE MODALE

- Comprendre les objectifs, les différentes méthodes de l'analyse modale et leurs limites
- Connaître les types d'excitations (marteau de choc, sinus, aléatoires) et les traitements de base associés
- Revisiter l'ensemble des algorithmes d'extraction des modes

2 – UTILISER L'ANALYSE MODALE EXPÉRIMENTALE

- Comprendre l'instrumentation de la structure
- Savoir réaliser les traitements spectres de puissance et fonction de réponse en fréquence
- Réaliser l'analyse modale expérimentale : repérage visuel d'un mode, lissage, contrôles et interprétation des résultats, Comparer sur une structure les différents types d'excitation

3 – CORRÉLER LE MODÈLE EXPÉRIMENTAL ET THÉORIQUE

- Comparer l'analyse modale expérimentale et le calcul
- Connaître les principes de recalage des modes
- Appliquer le recalage à une maquette d'avion

Objectifs :

Améliorer les connaissances des systèmes numériques de pilotage - Maîtriser l'ensemble des paramètres de pilotage pour réaliser un essai de vibration.

Le but de cette formation est de :

- Connaître les éléments d'un système de pilotage
- Comprendre les principes des modes de pilotage sinus, aléatoire, choc, SRC.
- Utiliser les différentes stratégies de pilotage
- Comprendre l'influence des différents paramètres
- Faire un essai de vibration répondant à un programme d'essai en toute sécurité

À SAVOIR

Public

- Techniciens de laboratoire d'essais
- Ingénieurs et techniciens demandeurs d'essais de vibration

Prérequis

- Avoir des connaissances de base sur la mécanique vibratoire

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - De nombreux travaux pratiques sur un système de pilotage de notre laboratoire illustreront la partie théorique
- 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
- Vélizy du 24 au 27 novembre 2020

Tarif

2 400 € HT

PROGRAMME

1 – COMPRENDRE LES SYSTÈMES DE PILOTAGE

- Connaître les éléments constitutifs des systèmes numériques
- Intégrer les différents modes de pilotage : sinus, aléatoire, choc, SRC, combiné
- Comprendre les nouveaux besoins

2 – PRENDRE EN COMPTE LES PARAMÈTRES DE PILOTAGE

- Connaître les techniques de pilotage du mode sinus : vitesse de pilotage, stratégie de mesure, pré-test, sécurité
- Connaître les techniques de pilotage du mode aléatoire : génération du signal, écrêtage, stratégie de pilotage et de mesure, pré-test, sécurité
- Connaître les techniques de pilotage du mode transitoire : Pré et post-lobes, pré-test, sécurité, spectres de réponse au choc
- Connaître les techniques de pilotage du mode vibration combinée : sinus sur bruit, bruit sur bruit

3 – APPLIQUER LES DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE PILOTAGE

- Appréhender l'influence des paramètres sur le pilotage d'un moyen d'essai

Objectifs :

Comprendre l'architecture du code RCC-E 2012 - Rechercher et trouver un article du code RCC-E 2012 - L'interpréter dans son contexte.

Le but de cette formation est de :

- Situer le RCC-E dans son contexte réglementaire et faire le lien entre le code et le cahier de donnée de projet
- Identifier les parties du code et ses exigences clés
- S'approprier des liens entre les différentes parties
- Fournir une lecture des chapitres du code RCC-E et des exigences
- Apporter des clés de lecture pour une juste utilisation du code selon les spécialités d'ingénierie

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet, responsables chargés d'affaires
- Responsables produits, concepteurs d'équipements ou de matériels pour centrale nucléaire

Prérequis

- Connaissance des qualifications dans le domaine nucléaire
- Connaissance de base en électricité
- Niveau baccalauréat en mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Méthode interactive alternant présentation et exercice en individuel ou en groupes. Permettre aux stagiaires de pratiquer et lire le contenu du RCC-E et favoriser les recherches et les échanges entre stagiaires
- 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
- Maxi : 12 personnes
- Vélizy du 15 au 19 juin 2020

Tarif

2 200 € HT

PROGRAMME

1 - LE CONTEXTE ET L'OBJET DU CODE RCC-E 2012

- Revisiter les notions de risques, de sûreté, de parades
- Positionner l'AIEA, l'AFCEM et le contexte réglementaire
- Connaître l'objet et l'organisation du code RCC-E 2012

2 - L'INGÉNIEURIE DES SYSTÈMES

- Appréhender la notion de classes de sûreté
- Connaître les exigences concernant les systèmes d'alimentation et la coordination des systèmes électriques
- Comprendre les exigences liées à l'architecture des systèmes de contrôle-commande

3 - L'INGÉNIEURIE DES MATÉRIELS

- Comprendre et trouver les conditions de services et d'environnement à prendre en compte
- Comprendre le but et les procédures de la qualification et identifier des points clés pour une qualification
- Appréhender la notion de surveillance
- Comprendre la notion d'élément constitutif et les exigences qui en découlent
- Connaître les points clés pour la conception des systèmes programmés

4 - L'INSTALLATION

- Comprendre les règles de séparation
- Identifier les exigences concernant la mise à la terre et la prévention des agressions foudre et CEM

4 - SYNTHÈSE

- Identifier et comprendre les exigences liées à la documentation
- Connaître les principales évolutions du code

Objectifs :

Connaître le contexte et les lignes directrices du code RCC-E - Acquérir des compétences pour une juste application du RCC-E en situation de travail appliquées à l'ingénierie des matériels.

Le but de cette formation est de :

- Situer le RCC-E dans son contexte réglementaire et faire le lien entre le code et le cahier de données de projet
- Identifier les parties du code et s'approprier des liens entre les différentes parties
- Apporter des clés de lecture pour l'utilisation du code, appliqué à l'ingénierie des matériels

À SAVOIR

Public

- Chefs de projet
- Ingénieurs ayant la responsabilité du suivi des essais
- Responsables produits, concepteurs d'équipements ou de matériels pour centrale nucléaire

Prérequis

- Connaissance des qualifications dans le domaine nucléaire
- Connaissance de base en électricité
- Niveau baccalauréat en mathématique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés et exercices individuels ou en groupes pour permettre aux stagiaires de pratiquer et lire le code, Favoriser les recherches et les échanges entre stagiaires
- 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
- Maxi : 12 personnes
- Lyon du 17 au 18 mars 2020
- Lyon du 22 au 23 septembre 2020
- Vélizy du 8 au 9 décembre 2020

Tarif

1 350 € HT

PROGRAMME

1 - COMPRENDRE LE CONTEXTE ET L'OBJET DU CODE RCC-E 2016

- Revisiter les notions de risques, de sûreté, de parades
- Positionner l'AIEA, l'AFCEM et le contexte réglementaire
- Connaître l'objet et l'organisation du code RCC-E 2016

2 - IDENTIFIER LES SPÉCIFICATIONS DU BESOIN

- Connaître la structure de la partie II
- Identifier les données d'entrées nécessaires et les exigences associées,
- Trouver les conditions de services et d'environnement à prendre en compte

3 - SENSIBILISER AUX PARTIES III ET IV RELATIVES A L'INGÉNIEURIE DES SYSTÈMES

- Connaître la structure des parties relatives à la conception des systèmes électriques et de contrôle-commande
- Comprendre les points clés de ces parties

4 - CONNAÎTRE LES EXIGENCES LIÉES A L'INGÉNIEURIE DES MATÉRIELS

- Comprendre le but et les processus de la qualification
- Connaître les méthodes, les catégories et les procédures de qualification qui en découlent,
- Trouver les exigences pour les matériels,
- Comprendre la pérennité de la qualification en fabrication.

5 - COMPRENDRE LES EXIGENCES LIÉES À LA DOCUMENTATION

SOP1901 - Principes fondamentaux de la norme IEC 61508

Objectifs :

Disposer des prérequis nécessaires à la mise en application de la norme IEC 61 508 dans la conception et la réalisation des systèmes instrumentés de sécurité.

Le but de cette formation est de :

- Énoncer les principes fondamentaux de la norme IEC 61 508 pour la partie matérielle
- Énoncer les paramètres caractérisant le niveau d'intégrité de sécurité SIL matériel d'une fonction instrumentée de sécurité
- Énoncer les principes fondamentaux de la norme IEC 61 508 pour la partie logicielle
- Appréhender les grandes phases du cycle de vie d'un logiciel

À SAVOIR

Public

- Bureau d'étude, ingénierie

Prérequis

- Connaissance des systèmes instrumentés (systèmes de contrôle / commande industriels)

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés
 - Discussions
 - Présentation d'exemples
- 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 : 1 jour soit 7 h
- Maxi : 10 personnes
- Vélizy : le 8 octobre 2020

Tarif

950 € HT

PROGRAMME

Chapitre 1

LES BASES DE LA SÉCURITÉ FONCTIONNELLE NORME IEC/EN 61508 – PARTIE MATÉRIELLE

- Principes fondamentaux de la norme IEC/EN 61508 (Partie 1)
 - » Concepts de base
 - » Notion de cycle de vie de sûreté
 - » Notion de gestion de la sécurité fonctionnelle
 - » Stratégie de réduction des risques
 - » Notion de niveau d'intégrité de sécurité SIL (Safety Integrity Level)
- Prescriptions de la norme IEC/EN 61508 limitées à la partie matérielle des systèmes (Partie 2)
 - Prescriptions relatives au cycle de vie et à sa gestion
 - Niveau d'intégrité de sécurité matériel
 - » Notion de probabilité de défaillance dangereuse PFD AVG ou PFH
 - » Notion de proportion des défaillances en sécurité SFF
 - » Notion de mode commun de défaillance : CCF
 - Niveau d'intégrité de sécurité résultant d'une combinaison de systèmes
- Méthodes et outils d'évaluation du niveau SIL d'une fonction instrumentée de sécurité (IEC 61508 Partie 6 limitée à la partie matérielle)
 - L'A.M.D.E.C. adaptée au calcul de la proportion des défaillances en sécurité SFF
 - Le calcul de la probabilité de défaillance dangereuse d'architectures types
- Exemples d'application

Chapitre 2

LES BASES DE LA SÉCURITÉ FONCTIONNELLE NORME IEC/EN 61508 – PARTIE LOGICIELLE

- Notions fondamentales relatives au logiciel
 - Les défaillances du logiciel
 - Le rôle des spécifications
- Stratégie de sûreté logicielle
 - L'obtention de la sûreté
 - » La prévention des fautes
 - » La tolérance aux fautes
 - La validation de la sûreté
 - » La prévision des fautes
 - » L'élimination des fautes
- La notion de criticité du logiciel
- Le cycle de vie du logiciel et ses exigences selon l'IEC 61511

SOP1902 - Mise en application de la norme IEC 61508

Objectifs :

Mettre en œuvre la norme IEC 61 508 dans la conception et la réalisation des systèmes instrumentés de sécurité.

Le but de cette formation est de :

- Donner la définition des paramètres caractérisant le niveau d'intégrité de sécurité SIL matériel d'une fonction instrumentée de sécurité au sens de la norme IEC 61 508
- Calculer le niveau d'intégrité de sécurité SIL matériel d'une fonction instrumentée de sécurité simple
- Donner la définition des grandes phases de développement d'un logiciel au sens de la norme IEC 61508 (construction, vérification, validation, évaluation)
- Citer les différentes étapes du cycle de vie d'un logiciel développé sur le modèle du cycle en V
- Énoncer les exigences relatives aux différentes phases du cycle de vie du logiciel

À SAVOIR

Public

- Concepteur de système instrumenté et des systèmes de contrôle commande

Prérequis

- Une expérience confirmée des matériels et logiciels des systèmes instrumentés et des systèmes de contrôle commande

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exposés
 - Discussions
 - Présentation d'exemples
- Évaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

- Formation d'adaptation et de développement des compétences dispensée en présentiel
- Programme adaptable en durée et contenu en intra entreprise
- Attestation de fin de formation

Intervenant

- Formateur et consultant terrain de plus de 10 ans d'expérience

Informations pratiques

- Durée : 3 jours soit 21 h
- Maxi : 10 personnes
- Vélizy : 03 au 05 novembre 2020

Tarif

1 900 € HT

PROGRAMME

1 – LES BASES DE LA SÉCURITÉ FONCTIONNELLE NORME IEC/EN 61508 – PARTIE MATÉRIELLE

- Principes fondamentaux de la norme IEC/EN 61508 (Partie 1)
 - » Concepts de base
 - » Notion de cycle de vie de sûreté
 - » Notion de gestion de la sécurité fonctionnelle
 - » Stratégie de réduction des risques
 - » Notion de niveau d'intégrité de sécurité SIL (Safety Integrity Level)
- Prescriptions de la norme IEC/EN 61508 limitées à la partie matérielle des systèmes (Partie 2)
 - Prescriptions relatives au cycle de vie et à sa gestion
 - Niveau d'intégrité de sécurité matériel
 - » Notion probabilité de défaillance dangereuse PFD AVG ou PFH
 - » Notion de proportion des défaillances en sécurité SFF
 - » Notion de mode commun de défaillance : CCF
 - Niveau d'intégrité de sécurité résultant d'une combinaison de systèmes
- Méthodes et outils d'évaluation du niveau SIL d'une fonction instrumentée de sécurité (IEC 61508 Partie 6 limitée à la partie matérielle)
 - L'A.M.D.E.C. adaptée au calcul de la proportion des défaillances en sécurité SFF
 - Le calcul de la probabilité de défaillance dangereuse d'architectures types
- Exercices d'application

2 – LES BASES DE LA SÉCURITÉ FONCTIONNELLE NORME IEC/EN 61508 – PARTIE LOGICIELLE

- Notions fondamentales relatives au logiciel
 - Les défaillances du logiciel
 - Le rôle des spécifications
- Stratégie de sûreté logicielle
 - L'obtention de la sûreté
 - » La prévention des fautes
 - » La tolérance aux fautes
 - La validation de la sûreté
 - » La prévision des fautes
 - » L'élimination des fautes
- La notion de criticité du logiciel

3 – LE CYCLE DE VIE DU LOGICIEL ET SES EXIGENCES SELON L'IEC 61508

- Le cycle de vie des systèmes électroniques programmables basé sur le cycle en V
- Structuration des exigences relatives au cycle de vie
- Les exigences relatives au cycle de vie
- Les exigences relatives aux phases du cycle de vie
 - » Exigences relatives aux spécifications
 - » Exigences relatives à la planification de la validation
 - » Exigences relatives à la conception et au développement
 - » Exigences relatives à l'intégration matériel / logiciel
 - » Exigences relatives à la validation de la sécurité des logiciels
 - » Exigences relatives à la vérification de la sécurité des logiciels
 - » Exigences relatives à la planification de l'exploitation des logiciels
 - » Exigences relatives aux modifications et à la gestion de configuration
 - » Exigences relatives à l'évaluation de la sécurité des logiciels

TITRE DU STAGE :

Date :

STAGIAIRES	POUR M. <input type="checkbox"/> Mme <input type="checkbox"/> Mlle <input type="checkbox"/>	POUR M. <input type="checkbox"/> Mme <input type="checkbox"/> Mlle <input type="checkbox"/>
	Nom :	Nom :
	Prénom :	Prénom :
	Adresse :	Adresse :
	Tél. :	Tél. :
	Mail :	Mail :
	POUR M. <input type="checkbox"/> Mme <input type="checkbox"/> Mlle <input type="checkbox"/>	POUR M. <input type="checkbox"/> Mme <input type="checkbox"/> Mlle <input type="checkbox"/>
	Nom :	Nom :
Prénom :	Prénom :	
Adresse :	Adresse :	
Tél. :	Tél. :	
Mail :	Mail :	

SOCIÉTÉ	SOCIÉTÉ :	Service Formation
	Adresse :	M. <input type="checkbox"/> Mme <input type="checkbox"/> Mlle <input type="checkbox"/>
	Nom :
	Adresse :
	Tél. :	Tél. :
	Mail :	Mail :

Service Comptabilité	Frais d'annulation :
M. <input type="checkbox"/> Mme <input type="checkbox"/> Mlle <input type="checkbox"/>	- 1 mois avant le début du stage : aucun
Nom :	- 15 jours avant le début du stage : 30 % du montant H.T.
Prénom :	
Adresse :	
Tél. :	Mail :

PRISE EN CHARGE PAR ORGANISME DE FORMATIONOUI NON

Nom de l'organisme :

Adresse :

AEMC**Forme Juridique : SAS****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 Auvergne-Rhône-Alpes).

Méthodes pédagogiques

Vérification des prérequis

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 : mail@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'emargement sont adressées à l'entreprise, ainsi qu'au stagiaire.

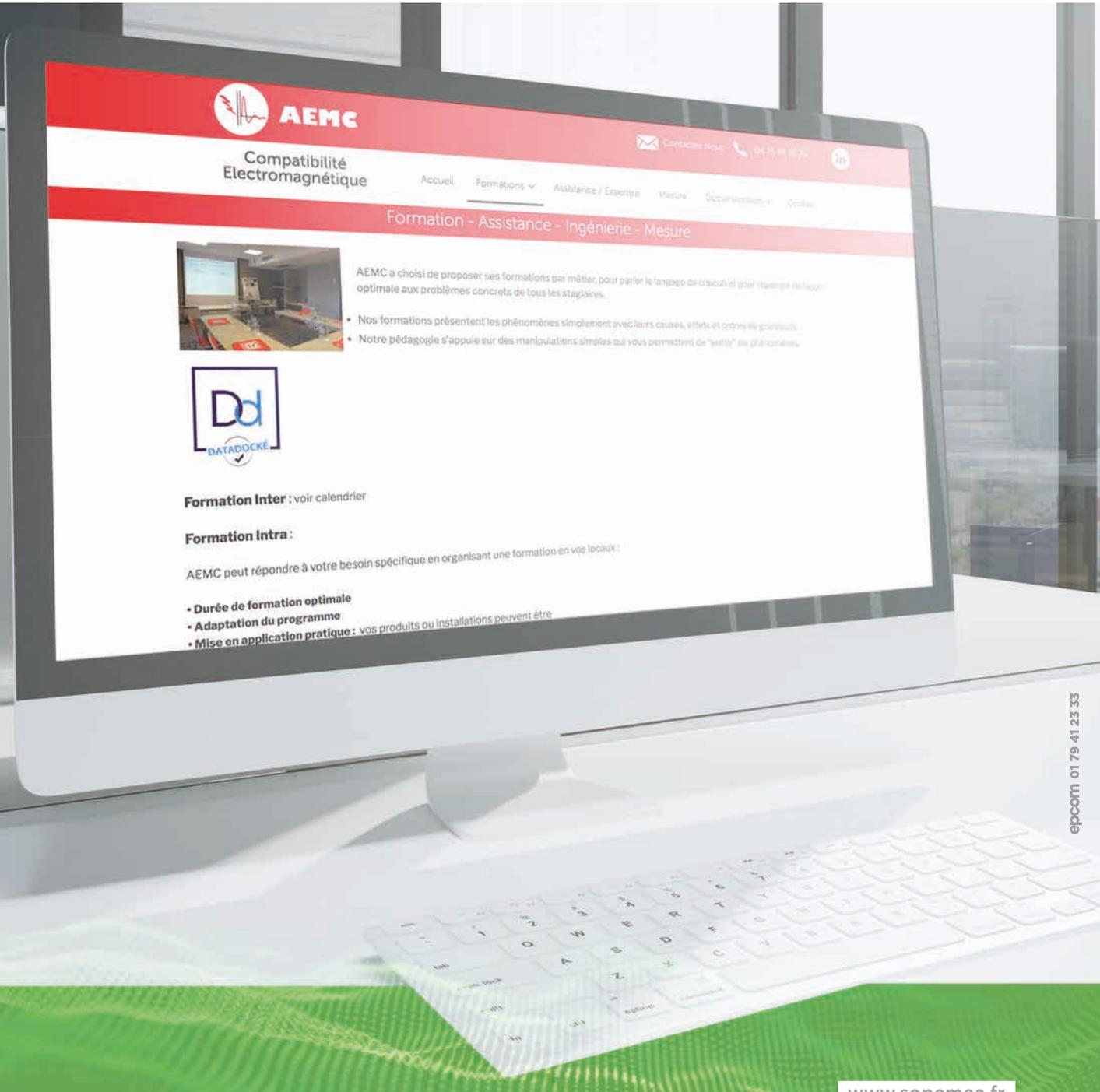
RGPD : Consultez notre politique générales à l'adresse suivante <https://sopemea.fr/politique-rgpd>

Inscriptions :

Aemc



86 rue de la Liberté - 38180 Seyssins
Tél : +33 (0)4 76 49 76 76 contact : mail@aemc.fr
www.aemc.fr



epcom 01 79 41 23 33

www.sopemea.fr

