



CATALOGUE FORMATION 2022

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



Aemc
Sopemea
apave

Sopemea
apave


FORMATIONS : CEM, ESSAIS D'ENVIRONNEMENT, NORMES

AEMC est en cours de certification Qualiopi.
AEMC est datadocké.



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 est l'organisme de formation de **SOPEMEA**, filiale Essais et Mesures du groupe APAVE spécialisée en accompagnement à la qualification et les essais en environnement.

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.
- Nos formations Inter Entreprises  sont accessibles aux personnes à mobilité réduite, sauf site de Trappes.

Pour tout complément d'informations, contactez notre référent handicap dédié Formation à l'adresse mail suivante : mail@aemc.fr

Formation Intra Entreprises :

Toutes nos formations Intra Entreprises peuvent être proposées en présentiel ou distanciel :

- Programme adapté à votre besoin.
- Maîtrise du calendrier avec possibilité de répartir la formation en plusieurs sessions.
- Domaines de compétences couverts : CEM, Sécurité électrique, Mécanique, Climatique.

Certaines formations sont proposées uniquement en INTRA :

(le programme peut être adapté)

■ Risques ESD dans l'industrie - 1 jour

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

Le but de cette formation est de :

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

Programme complet téléchargeable sur www.aemc.fr

■ Marquage CE - 1 jour

Objectifs : À l'issue de cette formation, le stagiaire connaîtra les exigences applicables à la mise sur le marché européen des équipements électriques et électroniques.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender les structures des directives.
- Connaître les responsabilités des différents acteurs.
- Connaître et adapter les procédures d'évaluation à la conformité.
- Savoir identifier et suivre l'évolution de la normalisation technique.

Programme complet téléchargeable sur www.aemc.fr

■ Intégration et câblage CEM d'un équipement - 3 jours

Objectifs : À 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 équipement (coffret, armoire, ligne de production).

Le but de cette formation est de :

- Prendre connaissance des exigences réglementaires pour le marquage CE.
- Apprendre à identifier les risques CEM de la machine.
- 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.

Programme à définir sur demande : mail@aemc.fr ou **04 76 49 76 76**

■ Analyse de risque

Le but de cette formation est de :

- Prendre connaissance des notions essentielles de l'analyse de risques (Danger, Risque, Gravité, Probabilité, Exposition, Prévention, Protection, ...).
- Identifier les entraves à la sécurité : Notion de défaillance (internes, externes, aléatoires, systématiques).
- Appréhender l'analyse des risques tout au long du cycle de vie d'un système ou d'une installation (Définition, construction, réalisation, exploitation, maintenance).
- Utiliser l'analyse des risques appliquée à la conception des systèmes (Analyse préliminaire, Analyses « système » et « sous-systèmes »).
- L'apport des méthodes d'analyse des risques (A.P.R., HAZOP, A.M.D.E.C., MAC, ...).

Programme à définir sur demande : mail@aemc.fr ou **04 76 49 76 76**

ESSAIS, EXPERTISE ET INGÉNIERIE : LAISSEZ VOUS ACCOMPAGNER



SOPEMEA, filiale du Groupe **APAVE**, est spécialisée dans la qualification d'équipements.

Depuis plus de 70 ans, **SOPEMEA** propose à ses clients une gamme complète de services d'études (simulation numérique) 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, des équipements industriels grand public et des objets connectés. Les laboratoires français de **SOPEMEA** sont agréés **CIR**, **CII** et accrédités **COFRAC** en France et **UKAS** au Royaume-Uni.

SOPEMEA propose une gamme de prestations pour vous accompagner :

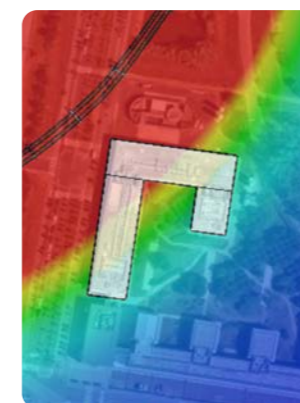
ESSAIS ENVIRONNEMENT MÉCANIQUE, CLIMATIQUE ET CEM



EXPERTISE ET ÉTUDE



SIMULATION NUMÉRIQUE



FORMATION



MAINTENANCE



TITRE DES STAGES	Nbre de jours	Web Classe Prix HT	Présentiel Prix HT	Mars	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	PAGE
GÉNÉRALITÉS												
Initiation pratique à la CEM	1		590 €				Toulouse 14			Trappes* 15		8
Introduction à la CEM	3	1 410 €	1 490 €	Web Classe 29-31			Paris 14-16			Paris 22-24		9
Exposition humaine aux champs électromagnétiques	2	1 050 €	1 110 €		Web Classe 6-7			Paris 28-29				10
AÉRONAUTIQUE												
CEM en Aéronautique	3		1 490 €						Paris 11-13			11
CONCEPTION												
Blindage des équipements	2	1 050 €	1 110 €		Web Classe 6-7					Paris 17-18		12
CEM des automobiles	3		1 490 €						Paris 4-6			13
Conception CEM des équipements	4		1 970 €			Grenoble 17-20				Paris 15-18		14
Perfectionnement CEM : composants et cartes électroniques	3		1 490 €								Paris 13-15	15
Perfectionnement CEM : protections et câblage	2		1 110 €					Paris 20-21				16
Intégrité du signal	4		1 970 €							Paris du 29/11 au 02/12		17
Investigation et mise au point CEM	3		1 490 €						Paris 4-6			18
Utilisation CEM de SPICE	3		1 490 €				Paris 28-30					19
Modélisation CEM des câbles avec SPICE	3		1 490 €						Paris 18-20			20
Tracé des cartes électroniques	3	1 410 €	1 490 €				Web Classe 21-23				Paris 13-15	21
INSTALLATION												
CEM des mesures physiques	3		1 490 €						Paris 18-20			22
CEM des systèmes et installations	4		1 970 €				Paris 14-17	Grenoble 27-30		Paris 22-25		23
Protection foudre des installations industrielles et tertiaires	2		1 110 €							Paris 15-16		24
MESURES CEM												
Mesures CEM civiles	3		1 490 €					Paris 13-15				25
Mesures CEM aéronautiques et militaires	3		1 490 €				Paris 28-30					26
Difficultés de mesure CEM	3		1 490 €								Paris 6-8	27
Contrôles des chaînes de mesures CEM & incertitudes	3		1 490 €						Paris 11-13			28
RADIOCOM												
CEM des radiocommunications	4		1 970 €					Paris 27-30				29
Intégration de solutions radiofréquences	3		1 490 €							Grenoble 22-24		30
CONVERTISSEURS												
CEM des convertisseurs de faible puissance	2		1 110 €					Paris 14-15				31
CEM des convertisseurs de forte puissance	4		1 970 €							Paris du 29/11 au 02/12		32

*Ce site n'est pas accessible aux personnes à mobilité réduite.

TITRE DES STAGES	Nbre de jours	Web Classe Prix HT	Présentiel 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 €			Vélizy 22-23				Vélizy 14-15	33
ESSAIS MÉCANIQUES											
SOP0502 - Les fondamentaux en calcul dynamique de structure	2		1 350 €	Vélizy 30-31			Vélizy 28-29				34
SOP0503 - Les fondamentaux des essais de vibration	3		1 900 €	Vélizy 29-31				Vélizy 11-13			35
SOP0504 - Les fondamentaux des essais climatiques	2		1 350 €			Vélizy 1-2			Vélizy 29-30		36
SOP0801 - Les fondamentaux en séisme	2	1 610 €	1 700 €			Vélizy 8-9	Web Classe 21-22		Vélizy 16-17		37
ASTE - ESSAIS MÉCANIQUES											
ASTE0502 - Pilotage des générateurs de vibration	3		2 000 €						Vélizy 22-24		38
NUCLÉAIRE : CODE RCC-E											
ELN001 - Usage du RCC-E 2012	4		2 200 €			Vélizy 14-17					39
ELN010 - Connaissance du RCC-E 2016, focus matériel	2		1 350 €	Lyon 23-24			Lyon 21-22			Vélizy 7-8	40
SÉCURITÉ FONCTIONNELLE											
SOP1901 - Principes fondamentaux de la norme IEC 61508	1		en INTRA, nous consulter								41
SOP1902 - Mise en application de la norme IEC 61508	3		en INTRA, nous consulter								42

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 sera capable de prendre en compte les principaux effets CEM et les protections correspondantes à intégrer dans la conception des systèmes électroniques. Cette formation pratique est basée sur de nombreuses démonstrations pratiques qui permettent d'expliquer simplement les phénomènes électromagnétiques.

Le but de cette formation est de :

- Mettre en évidence les phénomènes CEM les plus courants
- Visualiser les effets des protections potentielles
- Acquérir les bons réflexes CEM
- Pouvoir améliorer les caractéristiques CEM des produits

À SAVOIR

Public

- Ingénieurs et techniciens de bureau d'étude de conception
- Ingénieur et techniciens chargés de la mise au point des systèmes électronique

Prérequis

- Niveau de base en physique de tout technicien supérieur
- Niveau de base en mathématique de tout technicien supérieur

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Démonstrations pratiques
 - Visite de laboratoire
- Evaluation des acquis :
 - QCM en fin de session

Modalités pédagogiques

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

Intervenant

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

Informations pratiques

- Durée : 1 journée soit 7 h

- Toulouse, le 14 juin 2022
- Trappes*, le 15 novembre 2022

Tarif

590 € HT

*Ce site n'est pas accessible aux personnes à mobilité réduite.

PROGRAMME

1 – CEM ET COMPOSANTS

- Comportement « réel » des composants
- Mesure de l'impédance d'inductance
- Mesure de l'impédance de condensateurs

2 – COUPLAGES

- Différents modes de couplage
- Démonstration pratique de diaphonie
- Mise en évidence des paramètres influents

3 – CÂBLES BLINDÉS

- A quoi sert un blindage ?
- Définition des caractéristiques des câbles blindés
- Mesure de l'impédance de transfert
- Influence du raccordement

4 – BLINDAGE

- Principe de blindage
- Influence des ouvertures
- Démonstrations pratiques et mesures
- Ce qu'il faut éviter de faire

5 – LES PROTECTIONS Foudre

- Pourquoi une protection foudre
- Les différents types de composants
- Démonstrations des différentes protections et de leurs comportements

6 – FILTRAGE

- Identifier le Mode Différentiel et Mode Commun
- Démonstration pratique du rôle des composants du filtre
- Démonstration sur la mise en œuvre d'un condensateur de traversée
- Démonstration sur la mise en œuvre d'une ferrite
- Les pièges à éviter

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 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 ou en distanciel
- 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

- Web Classe, du 29 au 31 mars 2022
- Paris, du 14 au 16 juin 2022
- Paris, du 22 au 24 novembre 2022

Tarif

Présentiel : 1 490 € HT
Web Classe : 1 410 € 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 Électro géométrique)
- 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
- Risques des champs E.M., ordres de grandeur

9 – COUPLAGE PAR RAYONNEMENT

- 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 – 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

13 – 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

14 – 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 de prendre en compte l'ensemble des paramètres clefs des protections filaires et des blindages des systèmes. Il saura mettre en œuvre des liaisons rapides en prenant en compte les notions d'intégrité du signal.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender les effets des lignes de transmission
- Maîtriser la mise en œuvre des liaisons rapides
- Comprendre et adapter les solutions de protection BF et HF
- Maîtriser le choix des liaisons blindées et leur mise en œuvre
- Optimiser les solutions de blindage

À SAVOIR

Public

- Techniciens et ingénieurs en électronique

Prérequis

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

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 20 au 21 septembre 2022

Tarif

1 110 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Mode commun et mode différentiel
- Environnements isolants ou conducteurs
- Impédance d'un conducteur
- Résistance et réactance d'une paire courte
- Réduction de l'impédance par un second conducteur
- Couplages : Rappels
- Basse Fréquence / Haute Fréquence
- Spectre d'impulsions

2 – FILTRES

- Fonction de transfert et perte d'insertion
- Mesure de perte d'insertion d'un filtre CEM
- Réponses de divers filtres passe-bas
- Filtrage des impulsions
- Réponses impulsionnelles de filtres passe-bas
- Filtrage capacitif des entrées / sorties
- Filtrage passif passe-bas en entrée
- Attention au filtrage d'un signal numérique
- Filtrage des capteurs / alimentations
- Filtrage de la sortie d'un amplificateur
- Amplitude et phase d'un R - C passe-bas
- Dissymétrie différentielle par déphasage
- Dissymétrie des filtres d'entrée
- Tension aux bornes d'un Transzorb
- Transzorb : Courbe de Puissance Crête

3 – CÂBLES ET CONNECTEURS

- Réjection du M.C. en BF par isolement
- Réjection du M.C. en BF par liaison symétrique
- UTP : Conversion du MC en MD
- STP : Conversion du MC en MD
- Mesure de la dissymétrie d'une paire
- Dissymétrie d'un balun
- Dissymétrie de transfos ligne Ethernet 100Mbps
- Dissymétrie d'une carte Ethernet 100 BaseTX
- Symétrie d'une liaison Ethernet 100 BaseTX
- Principe de l'effet réducteur
- Mesures de Zt et d'efficacité de blindage
- Relation entre Zt et efficacité de blindage
- Importance de la mise à la masse des embases
- Impédance de transfert de connecteurs
- Effet réducteur d'une paire blindée
- UTP ou STP : calcul d'immunité
- Paires torsadées blindées ou non ?
- Amplifier à la source peut être néfaste !

4 – BLINDAGE

- Impédance de barrière / Réflexion
- Épaisseur de peau / Absorption
- Étapes de mise au point d'un blindage
- Excitation des câbles d'E/S par fuite proche
- Attention au rayonnement en champ proche
- Attention aux « zones chaudes »...
- Réduction due à l'effet de chicane
- Calcul d'atténuation d'une boîte non amortie
- Calcul d'atténuation d'une boîte bien amortie

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 : 4 jours soit 28 h

• Paris, du 29 novembre au 2 décembre 2022

Tarif

1 970 € 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 résistances aux surcharges
- Simulation en F et t de filtres passe-bas
- Problèmes et choix d'un condensateur
- Limiteurs 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

18 Investigation & mise au point CEM

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
- Pouvoir mettre en œuvre ses propres outils de diagnostic

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 4 au 6 octobre 2022

Tarif

1 490 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- Méthode d'analyse de la CEM
- Organisation CEM d'un projet
- Exigences réglementaires CEM
- Les normes en CEM
- Organisation des essais CEM

2 – RAPPELS - COUPLAGE

- Relation temps fréquence
- Représentation fréquentielle
- Comportement CEM des composants
- Mode commun et mode différentiel
- Les 6 modes de couplages

3 – MATÉRIELS DE MESURE ET D'INVESTIGATION

- Principe de l'analyse spectrale
- Détecteurs CEM
- RSIL
- Pince de courant
- Réalisation d'une pince de courant
- Sondes de champ proche
- Réalisation de sondes d'investigations
- Séparateur MC/MD

4 – SOLUTIONS

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

5 – EMISSION CONDUITE

- Configuration d'essai : normes civiles et militaires
- Origine du mode différentiel et du mode commun
- Filtrage en mode différentiel et en mode commun
- Utilisation du séparateur MC / MD
- Démonstration pratique : Mise en évidence des paramètres
- Démonstration pratique : Influence des éléments de filtrage

6 – EMISSION RAYONNÉE

- Spectre d'un train trapézoïdal
- Spectre rayonné en MC et MD
- Identification des spectres rayonnés
- Origines des rayonnements
- Réduction des rayonnements
- Évaluation des émissions rayonnées
- Utilisation de la pince de courant en émission rayonnée
- Démonstrations pratiques

7 – IMMUNITÉ CONDUITE RF

- Forme des impulsions
- Norme CEI / EN 61000-4-4
- Norme CEI / EN 61000-4-6
- Outillage immunité conduite
- Méthode additive et méthode soustractive
- Travaux pratiques : mise au point d'un équipement
- Guide de mise au point en immunité conduite

8 – IMMUNITÉ RAYONNÉE

- Norme CEI / EN 61000-4-3
- Immunité aux Talkies Walkies
- Résonnance d'un blindage
- Guide de mise au point en immunité rayonnée

9 – CONCLUSION

- Méthode générale de mise au point
- Outils de préqualification : synthèse
- Formulaire

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, 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
 - Exercices pratiques
 - 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 : 3 jours soit 21 h
- Paris, du 28 au 30 juin 2022

Tarif

1 490 € HT

PROGRAMME

1 – CEM : RAPPELS

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

2 – LT SPICE : PRINCIPES

- Création de composants
- Paramétrage : pas de calcul, convergence
- Problèmes en temporel 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 – DIAPHONIE

- Diaphonie capacitive et inductive sur CIP
- Extraction d'un modèle de connecteur

7 – EMISSION 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)

8 – 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

9 – IMMUNITÉ RAYONNÉE

- U et I courants induits par couplage champ à boucle
- Couplage champ à câble

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
- Être capable de comprendre et modéliser les câbles blindés, leurs impédances de transfert
- Être capable de comprendre et modéliser les paires différentielles, leurs dissymétries en longueur ou impédance

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
 - Exercices pratiques
 - 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 : 3 jours soit 21 h

- Paris, du 18 au 20 octobre 2022

Tarif

1 490 € HT

PROGRAMME

1 – CEM : RAPPELS

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

2 – LT SPICE : PRINCIPES

- Création de composants
- Paramétrage : pas de calcul, convergence
- Problèmes en temporel et AC Sweep
- LTSpice : fichier Netlist et Error Log

3 – MODÉLISATION DES COMPOSANTS PASSIFS

- Simulation d'une ligne avec ou sans perte
- ZC de ligne de transmission SPICE en MC

4 – 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

5 – DIAPHONIE

- Simulation de ligne pour la diaphonie
- Diaphonie entre lignes naturelles, microstrip
- Désadaptations et temps de transition

6 – 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

7 – 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

8 – BALUN ET DISSYMETRIE

- 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

9 – EMISSION 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

10 – 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

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 ou en distanciel
- 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

- Web Classe, du 21 au 23 juin 2022
- Paris, du 13 au 15 décembre 2022

Tarif

Présentiel : 1 490 € HT
Web Classe : 1 410 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

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

2 – MASSES ET ALIMENTATIONS

- Couplage par impédance commune
- Impédance d'un plan de masse
- Retour des courants HF
- Fente dans un plan de masse
- Impédance d'une piste de C.I.
- Alimentation en étoile
- Distribution de l'alimentation analogique
- Découplage en multicouches
- Maillage de l'alimentation
- Intensité maximale d'une piste
- Bruit d'alimentation
- Impédance des condensateurs
- Découplage en multicouche
- Plan de masse/plan d'alimentation
- Flex
- Cartes mixtes analogiques / numériques
- Cas des isollements galvaniques
- Raccordement du 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 18 au 20 octobre 2022

Tarif

1 490 € 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 intégrateurs 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 14 au 17 juin 2022
- Grenoble, du 27 au 30 septembre 2022
- Paris, du 22 novembre au 25 novembre 2022

Tarif

1 970 € HT

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION

- CEM d'un système industriel
- Définitions / unités
- Évolutions 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 flots : 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 15 au 16 novembre 2022

Tarif

1 110 € 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
- Éclateurs
- Varistance
- Transil / Trisil
- Stub quart d'onde
- Dimensionnement d'une varistance
- Dimensionnement d'un transzorb
- Nécessité de la coordination des protections
- Mise en œuvre des parafoudres
- Classification des parafoudres BT
- Paramètres des parafoudres BT
- Choix des tensions Uc et Ut pour parafoudres
- Mise en œuvre des protections secteur
- Protection des liaisons de données
- Montage des parafoudres énergie / télécom
- Parafoudres combinés Secteur + Téléphone
- Protection foudre d'une descente d'antenne

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de mettre en œuvre des mesures normalisées dans le domaine civil 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 des démonstrations du formateur

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
- 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 septembre 2022

Tarif

1 490 € 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 de spectre Superhétérodyne
- Analyseur de spectre FFT
- Analyseur de spectre en temps réel
- 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 61000-4-5
- 61000-4-5 : Réseaux de couplage
- Essai 61000-4-6
- CEI 61000-4-6 : Mise en œuvre
- Creux de tension et variations de tension
- Onde oscillatoire amortie
- Norme CEI 61000-4-13
- Synoptique de l'essai
- Norme CEI 61000-4-16
- EN 61000-4-16 : Mise en œuvre
- Erreurs fréquentes en immunité conduite

7 – IMMUNITÉ EN RAYONNEMENT

- Classes CEI 61000-4-3
- Amplificateurs de puissance
- 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 mettre en œuvre des mesures normalisées dans le domaine aéronautique / militaire en comprenant les méthodes et les difficultés liées aux appareils de mesure, à l'installation et à la reproductibilité.

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
- 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 28 au 30 juin 2022

Tarif

1 490 € HT

Le but de cette formation est de :

- Connaître la réglementation en vigueur pour un système
- 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 des démonstrations du formateur

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Rappels des réglementations
- Grandeurs et unités
- Puissance et tension
- Décibels
- Réciprocité des couplages
- Organisation d'un laboratoire CEM
- Organisation CEM du développement d'un équipement

2 – PRINCIPES DES ANALYSEURS ET RÉCEPTEURS

- Représentation d'un signal
- Analyseur de spectre Superhétérodyne
- Analyseur de spectre FFT
- Analyseur de spectre en Temps réel
- Filtrés de résolution normalisés Aéro / Militaires / Civils
- Erreur de mesure liée au ROS de la chaîne de mesure

3 – SPÉCIFICATIONS ET MISE EN ŒUVRE DES ESSAIS

- Plan de contrôle CEM
- Organisation des essais d'immunité
- Montage d'essai Aéro & Militaire
- Programme d'essai CEM

4 – ÉMISSION CONDUITE AÉRO & MILITAIRE

- Classification des matériels selon CISPR
- RSIL Aéro & Militaire
- Écart entre les 2 types de RSIL
- Mesures au RSIL
- Pincés de courant
- Section 21 : Emission conduite RF
- CE 101 / CE 101 / CE 106 : Emission conduite
- Exemple des limites d'émission en conduction Aéro & Militaire

5 – ÉMISSION RAYONNÉE AÉRO & MILITAIRE

- Emission en rayonnement
- Antennes utilisées en CEM
- Facteur d'antenne et gain d'antenne
- Cages de Faraday et matériaux absorbants
- Emission rayonnée méthode CRBM
- Section 15 : Emission rayonnée magnétique
- Section 21 : Emission rayonnée RF
- RE 101 / RE 102 / RE 103 : Emission rayonnée
- Exemple des limites d'émission en rayonnement Aéro & Militaire

6 – IMMUNITÉ CONDUITE AÉRO & MILITAIRE

- Section 16 : Entrée de puissance
- Section 17 : Pic de tension
- Section 18 : Susceptibilité conduite audio fréquence
- Section 19 : Susceptibilité aux signaux induits
- Section 20 : Susceptibilité RF conduite (BCI)
- CS 101 / CS 106 / CS 109 : Susceptibilité sur les alimentations et masses
- CS 103 / CS 104 / CS 105 : Susceptibilité sur le port d'antenne
- CS 114 : Susceptibilité RF conduite (BCI)
- CS 115 : Susceptibilité conduite à l'onde impulsionnelle
- CS 116 : Susceptibilité conduite à l'onde oscillatoire amortie

7 – IMMUNITÉ EN RAYONNEMENT

- Immunité en rayonnement
- Section 20 : Susceptibilité RF rayonnée
- Immunités aux champs forts (CRBM)
- RS 101 / RS 103 / RS 105 : Susceptibilité aux champs EM

8 – IMMUNITÉ AUX ONDES FOUDES

- DO-160 : Formes d'ondes induites par la foudre
- Ondes Aéronautique : Multiple Stroke / Multiple Burst
- Section 22 : Injection sur le faisceau
- Section 22 : Pin injection
- Section 23 : Injection directe
- Caractéristiques des composantes A/B/C/D du courant foudre

9 – ÉVOLUTION NORMATIVE

- DO-160 : comparaison des versions
- MIL-STD-461 : comparaison des versions

10 – CONCLUSION

- Résumé des mesures CEM
- Abréviations en CEM
- Bibliographie

Objectifs :

A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de résoudre les difficultés de mesures en CEM tant dans le domaine fréquentiel que temporel.

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
- Planificateurs de campagnes d'essais CEM
- Gestionnaires de parcs d'appareils de mesures CEM

Prérequis

- Avoir déjà réalisé des campagnes d'essais CEM et avoir un niveau de connaissance correspondant aux stages de mesures CEM civiles et/ou mesures CEM aéronautiques et militaires.

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 décembre 2022

Tarif

1 490 € HT

Le but de cette formation est de :

- Accéder à une connaissance approfondie des principes de mesure CEM
- Connaître et maîtriser les capteurs, transducteurs et antennes
- Pouvoir exploiter au maximum les appareils de mesure
- Connaître et maîtriser les difficultés de mesures temporelles et fréquentielles
- Pouvoir accumuler de l'expérience pour ensuite concevoir et mettre au point des chaînes de mesure CEM, les contrôler, les vérifier et estimer les incertitudes de mesures

PROGRAMME

1 – INTRODUCTION - RAPPELS

- Unités et acronymes
- L'échelle des décibels
- Rappel sur les chaînes de mesure en CEM
- Essais normalisés de validation et essais d'investigation
- Mesures pilotées par logiciel et mesures manuelles
- Généralités sur les transducteurs utilisés en CEM

2 – TRANSDUCTEURS ANTENNES

- Applet Java Falstad : Electromagnétisme, antennes et propagation
- Rappels sur les types d'antennes
- Antennes actives et passives
- Paramètres des antennes
- Effet de la distance de mesure
- Effet de la polarisation
- Champ couplé / Plan de phase
- Paramètres des antennes
- Gain, directivité et aire équivalente
- Facteur d'antenne
- Antennes du type ligne de transmission
- Antennes du type cavité résonante
- Antennes cadre ou de Van Veen
- Champmètre large bande E / H
- Capteur E ou H / préampli associé
- Sondes de champ proche
- Problèmes de mesure du champ E

3 – AUTRES TRANSDUCTEURS UTILISÉS EN CEM

- Principe des sondes de tension passives et précautions
- Principe des sondes de tension actives et précautions
- Principe des sondes de tension différentielles et précautions
- Pourquoi mesurer plutôt des courants que des tensions
- Principe des sondes de courant passives et précautions
- Principe des sondes de courant actives et précautions
- Principe des sondes de courant de Rogowski
- Principe des pincés d'injection et précautions
- Utilisation de RSIL comme dispositifs d'injection
- Principe des cages de Faraday à brassage de mode
- Problèmes de mesure avec pince de courant

4 – DIFFICULTÉS EN MESURES TEMPORELLES

- Principes à respecter
- Bande passante et forme d'onde
- Mesure d'un temps de transition
- Bande passante d'échantillonnage
- Théorème de l'échantillonnage
- Mesure d'impulsion très courte
- Rapport signal sur bruit après échantillonnage
- Taux de distorsion : La THD et le FD
- Mesures de tension en flottant
- Chaîne de mesure à fibre optique
- Valeur redressée moyenne / efficace vraie
- Problèmes des mesures électriques
- Erreurs fréquentes d'analyse temporelle

5 – DIFFICULTÉS EN MESURES FRÉQUENTIELLES

- Principes à respecter
- Distinguo analyseurs de spectre analogiques et FFT

- Relations entre les paramètres de la FFT
- Principe des analyseurs de spectre FFT
- Fenêtrage temporel (« time windowing »)
- Choix des fenêtrages pour les analyses FFT
- Analyseur de spectre FFT en temps réel
- Analyse de spectre analogique de signaux sinusoïdaux 1 MHz
- Analyse de spectre analogique de signaux impulsifs
- Analyse FFT basse fréquence par carte son de PC SpectrumLab
- Utilisation des analyseurs de spectre vectoriels
- Utilisation de la fonctionnalité «SPAN 0»
- «Span 0» pour contrôle de modulation
- Utilisation des fonctionnalités «Trigger»
- Identification du rayonnement four micro-ondes par «Trigger»
- Générateur poursuite et analyseur de réseau scalaire
- Ajustage d'un générateur de poursuite
- Bande étroite / bande large
- Réponses des détecteurs CISPR : «Peak», «QP», «RMS», «AVG»
- Spectre et densité spectrale
- Cohérence d'un bruit
- RBW (IF BW) normalisées
- Bruit gaussien
- Mesure de bruit bande large selon le détecteur
- Simulations d'analyse spectrale par LTSpice
- Facteur de bruit des analyseurs de spectre
- Bruit de deux étages en cascade
- Bruit selon le mode de détection
- 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 »
- Les 3 modes en conduction
- 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

6 – ESSAIS D'IMMUNITÉ

- Essais d'immunité en aéronautique selon DO-160
- Impulsion sinus / cosinus amortie
- Tests aéronautiques courant foudre
- Composantes foudre A, B et C
- DO-160 – 6 Formes d'ondes foudre
- Multiple burst / multiple strokes
- Transitoires induits selon DO-160
- Immunité « BF » de l'alimentation
- Susceptibilité aux signaux induits
- Détecteur à diode : Effet de la Modulation d'Amplitude
- Problèmes des amplis large bande
- Simulation par LTSpice de tests BCI
- Immunité à la pince (BCI)
- Chambre réverbérante / brasseur
- Cellule TEM (de Crawford)
- Problèmes des tests d'immunité avec RCD
- Comparaison de l'immunité 61000-4 3 / 61000-4 2
- Problèmes des tests d'immunité

7 - CONCLUSIONS

- Récapitulatif des sites Web intéressants
- Récapitulatif des logiciels utiles
- Bibliographie

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.

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 22 au 24 novembre 2022

Tarif

1 490 € HT

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

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 Abaque de Smith
- Lignes de transmission & impédance caractéristique

3 – LIGNES DE TRANSMISSION

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

4 – MODULATIONS, PROTOCOLES & STANDARDS

- Modulations numériques simples
- Filtrage numérique
- Modulations numériques composées
- Protocoles : Pile logicielle
- La trame radio type
- Détection et gestion des erreurs
- Accès au canal et Collisions

5 – MODULATIONS, ENCOMBREMENT SPECTRAL

- NFC / RFID (nfc-forum) @ 13,56 MHz
- Bluetooth 2.1 (bluetooth.com & org)
- Bluetooth Low Energy
- Bluetooth 4.2, 5
- 802.15.4 / Zigbee
- 802.11x : WIFI
- LPD / ISM – Le standard WMBus
- Standards en vigueur & subtilités...

6 – NORMES, CONFORMITÉ & APPLICATION

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

7 – SOLUTIONS TECHNIQUES - CONCEPTION

- Chips ou Modules
- Intégration schématique d'un émetteur
- Inductances, Quartz, 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 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 en électronique

Prérequis

- Bac +2 en électronique ou électrotechnique

Méthodes pédagogiques

- Vérification des prérequis
- Action de formation :
 - Support de cours
 - Exercices pratiques
 - Démonstrations pratiques ou retours d'expérience
- 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 14 au 15 septembre 2022

Tarif

1 110 € 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

- Caractérisation CEM des équipements
- Directive européenne CEM - Normes harmonisées
- Mode Commun / Mode Différentiel
- Pourquoi les décibels ?
- Buck
- Boost
- Flyback
- PFC
- Les 5 perturbations d'un convertisseur
- Enveloppe spectrale d'impulsions répétitives
- Densité spectrale d'une impulsion

2 – STRUCTURE

- Positionnement dans le plan U. I
- Comparaison conduction continue / discontinue
- Mode discontinu et mode critique (de transition)
- Attention à la topologie des hacheurs
- Réponse en fréquence d'un passe-bas d'ordre 2
- Impédance d'une piste
- Impédance d'un plan
- Réduction de l'inductance d'un conducteur
- Choix de la structure d'un filtre
- La meilleure structure est celle qui désadapte le plus

3 – PERTURBATIONS CONDUITES EN MODE COMMUN

- Harmonique
- Réseau de Stabilisation d'Impédance de Ligne
- Séparateur monophasé MC - MD
- Mesure des perturbations conduites
- Limites en conceptions de normes européennes
- Perturbations conduites en mode commun
- Calcul d'une perturbation en mode commun
- Réduction de capacité transistor à radiateur
- Mode commun d'une alimentation à découpage
- Mode commun d'entrée à sortie
- Les 3 cas de mode commun entrée à sortie
- Mesure du courant entrée à sortie
- Écrans internes aux transformateurs
- Écran bobiné anti - M.C. primaire à secondaire
- Faut-il faire flotter les sorties ?
- Spectre en Mode Commun avant filtrage
- Filtrage du mode commun
- Selfs de mode commun
- Proposition pour mesurer un filtre en MC
- Résonance d'un filtre de M.C.
- Self minimale de mode commun
- Le champ magnétique génère l'induction
- Saturation d'un tore magnétique
- Séparateur monophasé MC - MD
- Analyse de relevé d'émission conduite en MC

4 – PERTURBATION DE MODE DIFFÉRENTIEL

- Perturbation conduite en mode différentiel
- Recouvrement des diodes
- Impédance d'un condensateur chimique
- Calcul d'une perturbation en mode différentiel
- Impédance des condensateurs non polarisés
- Spectre en Mode Différentiel avant filtrage
- Filtrage du mode différentiel
- Montage de mesure d'un filtre en MD
- Résonance de la perte d'insertion en MD
- Capacité minimale en mode différentiel
- Amortissement de la résonance d'un L - C
- Filtrage en M.D. sur le bus continu
- Différences entre RSIL 5 µH et 50 µH
- Réduction du bruit par opposition de phase
- Analyse de relevé d'émission conduite en MD
- Superposition des structures de M.C. et M.D.
- Amortissement de la résonance d'un L - C
- Comparaison du filtrage DC-DC / AC-DC

5 – ÉMISSION RAYONNÉE

- Propagation des champs électromagnétiques
- Champ proche / champ lointain
- Rayonnement d'une petite boucle
- Rayonnement d'un petit fouet ou de dipôle court
- Perturbations rayonnées par un convertisseur
- Sources des problèmes en émission rayonnée
- Rôle et calcul des « snubbers »
- Mise au point pratique d'un « damper » (R - C)
- Rayonnement du câble d'alimentation
- Réalisation d'une pince courant HF sensible
- Evaluation de l'émission rayonnée en VHF
- Méthode de réduction de l'émission rayonnée

6 – IMMUNITÉ

- Surtension à la mise sous tension
- Suppression de la surtension à l'enclenchement
- Protection contre l'inversion de tension continue
- Immunité aux variations et creux de tension
- Instabilité d'un convertisseur DC - DC
- Deux normes d'immunité aux surtensions
- Limiteurs de surtensions
- Dimensionnement d'une varistance
- Protection des surtensions par varistance
- Où installer une varistance en M.D. ?
- Dimensionnement d'un Transzorb
- Immunité aux surtensions de longue durée
- Les 3 méthodes de protection en MC HF
- Câbles blindés et coaxiaux
- Terminaison des blindages
- Raccordement des connecteurs blindés

7 – CONCLUSION

- La « Bible » de la simulation pratique
- Bibliographie CEM française
- Bibliographie CEM en langue anglaise

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 ou retours d'expérience
- 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 novembre au 2 décembre 2022

Tarif

1 970 € 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 DO-160
- Spécificités en aéronautique
- Les 5 types de perturbations
- Charte de réactance BF
- Le plan U.I.

2 – IMMUNITÉ DES CONVERTISSEURS

- PSurtension 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
- Perte d'insertion et résonance en MD
- 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 µH / 50 µH
- 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

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.

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 22 au 23 juin 2022
• Vélizy, du 14 au 15 décembre 2022

Tarif

1 500 € HT

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'essais
- Analyser un cahier des charges produit
- Identifier les étapes clés d'un programme d'essais
- Construire un cahier des charges type et les indicateurs de suivi
- Programmer les actions à mener pour tenir sa mission de chef de projet

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 30 au 31 mars 2022
- Vélizy, du 28 au 29 septembre 2022

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 ŒUVRE 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.

- 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 29 au 31 mars 2022
- Vélizy, du 11 au 13 octobre 2022

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

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 1^{er} au 2 juin 2022
- Vélizy, du 29 au 30 novembre 2022

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

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 ou en distanciel
- 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 8 au 9 juin 2022
Web Classe, du 21 au 22 septembre 2022
Vélizy, du 16 au 17 novembre 2022

Tarif

Présentiel : 1 700 € HT
Web Classe : 1 610 € 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

38 ASTE0502 - Pilotage des générateurs de vibration

ELN001 - Usage du RCC-E 2012 39

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 : 3 jours soit 21 h
- Vélizy, du 22 au 24 novembre 2022

Tarif

2 000 € 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 14 au 17 juin 2022

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'AFCEA 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

ELN010 - Connaissance du RCC-E 2016, focus matériel

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 23 au 24 mars 2022
- Lyon, du 21 au 22 septembre 2022
- Vélizy, du 7 au 8 décembre 2022

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'AFNEN 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 À L'INGÉNIERIE 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 À L'INGÉNIERIE 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 – SENSIBILISER AUX RÈGLES LIÉES À L'INSTALLATION (PARTIE VI)

- Comprendre les règles de séparation
- Sensibiliser aux autres exigences liées à l'installation notamment la prévention des agressions foudre et CEM

6 – 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 61508 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 61508 pour la partie matérielle
- Énoncer les paramètres caractérisant le niveau d'intégrité de sécurité SIL matériel d'une fonction instrumenté de sécurité
- Énoncer les principes fondamentaux de la norme IEC 61508 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

Tarif

En INTRA, nous consulter

PROGRAMME

Chapitre 1

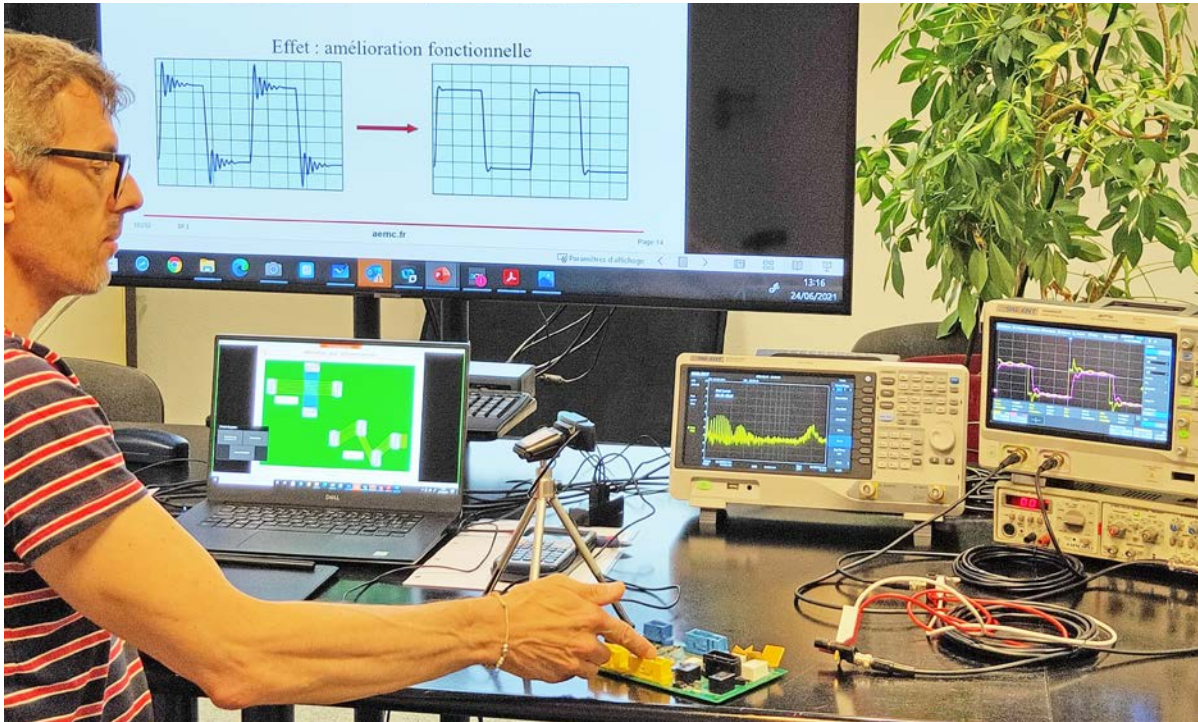
LES BASES DE LA SÉCURITÉ FONCTIONNELLE NORME IEC/EN 61508 – PARTIE MATÉRIELLE

- 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 PFDAVG 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



Inscriptions



AEMC

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

Bulletin d'inscription téléchargeable sur www.aemc.fr