

CEM et Câblage des Systèmes Embarqués : Maîtriser la Conception et l’Intégrité Électromagnétique

Lien : https://innov-maroc.com/formation/cem-et-cablage-des-systemes-embarques-maitriser-la-conception-et-lintegrite-electromagnetique

DURÉE
5 jours (35h)

RÉFÉRENCE
EE63

CATÉGORIE
Compatibilité Électromagnétique & Conformité

INNOV MAROC

🎯 OBJECTIFS DE LA FORMATION

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- Comprendre les principes fondamentaux de la compatibilité électromagnétique dans les systèmes embarqués
- Maîtriser les normes et standards CEM internationaux (IEC, CISPR, MIL-STD-461)
- Savoir analyser et optimiser le routage des câbles pour limiter les perturbations
- Appliquer les techniques de filtrage et de suppression des interférences dans les circuits électroniques
- Utiliser les méthodes de blindage pour protéger les câbles et composants sensibles
- Sélectionner et positionner correctement les connecteurs et composants critiques pour la CEM
- Maîtriser les outils de simulation 3D pour modéliser et anticiper les problèmes CEM
- Réaliser les mesures et analyses expérimentales des perturbations électromagnétiques
- Optimiser les designs PCB pour minimiser les émissions et couplages indésirables
- Intégrer la CEM dès la conception dans des systèmes électroniques embarqués complexes
- Développer une méthodologie complète de conception, simulation, validation et intégration CEM

👥 POUR QUI ?

- Ingénieurs en électronique embarquée et systèmes critiques
- Ingénieurs spécialisés en compatibilité électromagnétique (CEM)
- Ingénieurs télécommunications et réseaux embarqués
- Ingénieurs travaillant dans les secteurs radar, aéronautique et spatial
- Concepteurs et développeurs de circuits électroniques haute fréquence
- Chercheurs et doctorants en micro-ondes et CEM
- Techniciens et responsables R&D en électronique embarquée
- Développeurs de dispositifs IoT et systèmes sans fil
- Ingénieurs systèmes et intégrateurs de sous-systèmes électroniques
- Professionnels de la validation et tests CEM dans l’industrie électronique

INNOV MAROC



Programme détaillé

1 / Introduction à la CEM et au câblage dans les systèmes embarqués

- Concepts fondamentaux de compatibilité électromagnétique et phénomènes de perturbation
- Importance du câblage dans la performance CEM des systèmes électroniques
- Exemples pratiques : évaluation des sources de bruit dans un module embarqué

2 / Normes et standards CEM

- Présentation des normes IEC, CISPR et MIL-STD-461
- Méthodologies pour assurer la conformité des systèmes embarqués
- Exemples pratiques : préparation d’un plan de conformité CEM pour un véhicule autonome

3 / Théorie du routage et intégrité des signaux

- Principes de l’intégrité des signaux et gestion des couplages
- Techniques de routage différentiel et contrôle des impédances
- Exemples pratiques : routage haute vitesse sur PCB embarqué

4 / Filtrage et suppression des interférences

- Types de filtres EMI et applications dans l’électronique embarquée
- Méthodes de placement et de câblage des filtres
- Exemples pratiques : filtrage des lignes d’alimentation dans un système IoT

INNOV MAROC

5 / Blindage et protection des câbles

- Techniques de blindage des câbles et boîtiers pour réduire les perturbations
- Choix des matériaux et méthodes de mise à la terre
- Exemples pratiques : blindage d’un faisceau de câbles dans un drone

6 / Connexions et composants CEM critiques

- Sélection de connecteurs et composants respectant les critères CEM
- Méthodes d’implantation et de routage pour minimiser les émissions
- Exemples pratiques : choix de connecteurs pour un système radar embarqué

7 / Simulation CEM et modélisation 3D

- Utilisation des outils CST, HFSS et Ansys pour simuler le comportement CEM
- Analyse des couplages, blindages et lignes d’alimentation
- Exemples pratiques : simulation d’un bus CAN et optimisation des filtres

8 / Analyse expérimentale et mesures CEM

- Techniques de mesure des perturbations électromagnétiques
- Calibration et utilisation d’analyseurs de réseau et champs électromagnétiques
- Exemples pratiques : caractérisation des émissions d’un module embarqué

9 / Optimisation du câblage pour la CEM

- Méthodes pour réduire le bruit et les boucles de masse
- Stratégies de placement et routage des composants sensibles
- Exemples pratiques : réorganisation des circuits PCB pour un drone

10 / Intégration CEM dans les systèmes embarqués

- Approche systémique pour garantir la compatibilité électromagnétique globale
- Vérification et validation des performances CEM sur le produit final

INOV MAROC

- Exemples pratiques : intégration complète d’un sous-système avionique

Approche pédagogique

- Support Ecrit et Projection
- Exposés Interactifs, Podcasts et Vidéos
- Brainstorming et Jeux de Rôle
- Mises en Situation pour faciliter l'assimilation
- Cas Pratiques et Labs inclus pour leur impact opérationnel
- Test de Validation des Acquis des Connaissances

Prochaines dates programmées

07 au 11 Déc. 2026	Présentiel - Casablanca
25 au 29 Jan. 2027	Présentiel - Casablanca
22 au 26 Mars 2027	Présentiel - Casablanca
17 au 21 Mai 2027	Présentiel - Casablanca
12 au 16 Juil. 2027	Présentiel - Casablanca

Autres dates possibles sur demande. Contactez-nous pour organiser une session intra-entreprise.

Réservation & Renseignements

Téléphone : +212 522 247 210
Email : contact@innov-maroc.com
Web : https//www.innov-maroc.com

INNOV MAROC

INNOV MAROC — Tous droits réservés