



RADIOFREQUENCES

Du 20 au 22 avril 2016 à Nancy (54)

Durée : 3 jours (19 h 30)**Prix : 1350 € HT (1050 € HT pour les adhérents Cap'Tronic)** **PUBLIC**

Cette formation s'adresse aux concepteurs, testeurs ou donneurs d'ordres de produits électroniques communicants.

 **PREREQUIS**

Connaissances générales en électronique et/ou protocoles de communication.

 **OBJECTIFS**

Cette formation abordera les principes théoriques à connaître sur les bilans de liaisons radiofréquences, présentation et démonstration de logiciels de simulation de systèmes, d'antennes, la conception du circuit imprimé en radio fréquence, présentation du fonctionnement des analyseurs vectoriels et de réseau et enfin il sera effectué des travaux de mesures de caractérisation et optimisation d'amplificateurs, d'antennes (adaptation et mesure de rayonnement).

 **LIEU**

ENSEM - 2 Avenue de la Forêt de Haye, 54500 VANDOEUVRE-LES-NANCY

 **INTERVENANT**

Robert LACOSTE - ALCIOM

PROGRAMME

Jour 1

- ❖ 9h00-9h30 : Accueil
- ❖ 9h30-10h00 : Introduction Présentation de CAP'TRONIC et d'Alciom, objectifs de la formation, tour de table, agenda, organisation
- ❖ 10h00-10h30 : Propagation radiofréquence
Rappels de la notion de dB, bilan de liaison, formule de Friis, influence de la fréquence, pertes indoor, pertes par trajets multiples, pertes de polarisation
- ❖ 10h30-11h00 : Liaisons RF et réglementation
Bandes « libres » et réglementation européenne, Marquage CE (directives vs normes), gestion des risques sanitaires liés aux liaisons RF, grandes lignes des normes RTTE classiques (EN300220, EN300328, EN300440)
- ❖ 11h00-11h20 : L'analyseur de spectre
Principe, familles, principaux réglages, mise en œuvre, applications
- ❖ 11h20-11h50 : Démonstration PRATIQUE : Mise en œuvre d'un analyseur de spectre
Analyse du spectre ambiant, principaux réglages, modes fréquentiels et temporels
- ❖ 11h50-12h00 : Questions/réponse
- ❖ 12h00-13h00 : Déjeuner
- ❖ 13h-13h30 : Démonstration PRATIQUE : Sensibilisation à la propagation RF
Expérimentation du phénomène de perte par trajets multiples à 2,4GHz
- ❖ 13h30-13h50 : Paramètres RF et sensibilité d'un récepteur
P1dB, linéarité, IP3, facteur de bruit, analyse en cascade, notion d'E_b/N₀, sensibilité, influence du débit.
- ❖ 13h50-14h10 : DEMO1 : Logiciels de simulation système
Exemple avec AWR VSS
- ❖ 14h10-14h40 : Démonstration PRATIQUE : caractérisation d'un amplificateur
Mesure du P1dB, de l'IP3
- ❖ 14h40-15h20 : Modulations
Principe d'une modulation, modulations simples (FSK/ASK/PSK), notion d'orthogonalité, démodulateurs incohérents/cohérents, largeur de modulation, filtrage bande de base (Nyquist, gaussien, raised cosine)



- ❖ 15h40-16h00 : Techniques niveau liaison de donnée
Rappels sur les protocoles de communication, couches OSI, préambules et synchronisation, détection d'erreur, accès au canal, retransmissions, gestion des collisions
- ❖ 16h00-16h30 : Quelle solution technologique pour quelle application ?
Chaînes RF discrètes, transceivers intégrés, modules bas niveau, modules avancés, conseils de choix
- ❖ 16h30-17h00 : questions/réponses

Jour 2

- ❖ 9h-9h15 : Accueil
- ❖ 9h15-10h00 : Techniques d'amélioration du bilan de liaison
Diversité d'espace, diversité de polarisation, diversité de fréquence, bande étroite, étalement de spectre (DSSS), notions d'OFDM, notion de codes correcteurs d'erreurs (hamming, bloc code, codes convolutifs), notion de soft-decoding et algorithme de Viterbi
- ❖ 10h00-10h15 : Chiffrement et authentification
Quelques bases
- ❖ 10h15-10h25 : Pause
- ❖ 10h25-11h15 : Protocoles standardisés
Panorama de leurs caractéristiques techniques principales : Bluetooth, BLE, Wifi, Zigbee, RF4CE, wireless Mbus, 6lowpan, etc.
- ❖ 11h15-12h15 : Adaptation d'impédance
Exemple en DC et en AC, réseau d'adaptation, lignes de transmission, ondes stationnaires, notion de paramètres S
- ❖ 12h15-12h30 : Questions/réponses
- ❖ 12h30-13h30 : Déjeuner
- ❖ 13h30-14h00 : Démonstration PRATIQUE : Réflexions et TOS
Visualisation du phénomène d'ondes stationnaires avec une ligne à fente
- ❖ 14h00-14h20 : L'analyseur de réseaux vectoriel
Principe, applications, calibration, exemples d'équipements
- ❖ 14h20-14h50 : Démonstration PRATIQUE : Mise en oeuvre d'un analyseur de réseau vectoriel
Calibration, analyse d'un filtre
- ❖ 14h50-15h00 : Pause
- ❖ 15h00-15h45 : Les antennes embarquées
Généralités sur les antennes, caractéristiques, types d'antennes classiques, antennes imprimées et céramiques, notions d'antennes compactes et d'antennes multibandes, Outils de conception et de simulation
- ❖ 15h45-16h00 : DEMO2 : Logiciels de simulation d'antennes filaires
Exemple sous NEC
- ❖ 16h00-16h15 : DEMO2 : Simulation d'antenne imprimée
Exemple sous SONNET
- ❖ 16h15-16h30 : Questions/réponses

Jour 3

- ❖ 9h-9h15 : Accueil
- ❖ 9h15-10h00 : La conception de circuits imprimés RF
Microstrip, stripline, outils de calcul, bonnes pratiques, substrats, exemples de routage, notions de composants imprimés, précautions industrielles
- ❖ 10h00-10h25 : Démonstration PRATIQUE : Mise en oeuvre d'un kit d'évaluation 868MHz et tests de préqualification CE d'un émetteur en conduit
Puissance dans le canal adjacent, harmoniques, influence de la modulation
- ❖ 10h25-10h50 : Démonstration PRATIQUE : Mise en oeuvre d'un module Bluetooth
Configuration via commandes AT, modes standard et BLE, connexion à un smartphone
- ❖ 10h50-11h00 : Pause



- ❖ 11h00-11h30 : Optimisation et mesure des antennes
Adaptation d'impédance, influence de l'environnement, packaging, liaisons externes, mesure de performance
- ❖ 11h30-13h00 : Démonstration PRATIQUE : Adaptation d'impédance d'une antenne imprimée
Mesure d'impédance, calcul et implantation d'un réseau correcteur, vérification de l'impédance finale, étude expérimentale de l'influence d'un boîtier sur les performances.
- ❖ 13h00-14h00 : Déjeuner
- ❖ 14h00-15h30 : TP 10 : Mesure de champ rayonné d'un émetteur en champ libre
Mesure qualitative du diagramme de rayonnement et du gain d'antennes en champ libre
- ❖ 15h30-16h00 : Débriefing de la formation
- ❖ 16h00 : Fin de la formation

Moyens pédagogiques : Support de cours - Exercices pratiques - Mises en situation

Moyens permettant d'apprécier les résultats de l'action : Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de fin de stage.

Moyen permettant de suivre l'exécution de l'action : Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par journée de formation.

Sanction de la formation : Attestation de présence