

## Bluetooth Low Energy par la pratique - Versions 4.2, 5.0

### Les 27 et 28 avril 2020 à Versailles (78)

Durée : 2 jours (14h)

Prix : 1350 € HT/ participant (tarif adhérent : 900 € HT/ participant)

#### PUBLIC VISE ET PREREQUIS

Cette formation cible les Responsables de Projets, Ingénieurs, et/ou Techniciens en charge de la conception d'un produit et/ou de la qualité du développement des systèmes électroniques connectés.

**Prérequis :** Connaissances générales des systèmes de communication sans fil ; Connaissances générales en internet des objets.

#### OBJECTIFS

Cette formation de 2 jours a été créée conjointement par Alciom et Captronic, avec le support de Teledyne Lecroy, pour présenter de manière simple et didactique ce qu'est réellement Bluetooth Low Energy, ce qu'apportent les évolutions les plus récentes comme Bluetooth 5.0 ou Bluetooth Mesh, et surtout comment intégrer cette technologie efficacement dans vos produits. Les aspects matériels mais aussi logiciels seront abordés en détail. De nombreux exemples et travaux pratiques permettront aux participants de comprendre et retenir les concepts présentés. Les échanges protocolaires seront visualisés via un analyseur de protocole afin de visualiser réellement ce qui se passe sous le capot... Un kit d'évaluation compatible Bluetooth 5.0 sera fourni à chaque participant.

#### LIEU

Pépinière d'entreprises de Versailles Grand Parc, 2 place de Touraine, 78000 Versailles

#### INTERVENANT : ALCIOM

### PROGRAMME

#### Jour 1

9h-9h15 : Accueil

9h15-9h45 : Introduction

- Présentation du programme Captronic et d'Alciom
- Objectifs de la formation
- Tour de table
- Agenda et organisation
- Bibliographie et documents de référence

9h45-10h15 : Quelques rappels... nécessaires

- Bilan de liaison et décibels, formule de Friis, influence de la fréquence
- Les principales sources de pertes : absorption & trajets multiples
- Notion de modulation
- Les facteurs jouant sur la sensibilité d'un récepteur
- Rappels sur les protocoles de communication, intérêt d'un modèle en couches, modèle OSI

10h15-10h45 : Bluetooth : Une introduction

- Panorama des protocoles radiofréquence : Bluetooth et ses concurrents
- Le champ des applications...
- Quelques notions économiques sur Bluetooth
- Un peu d'histoire
- Le Bluetooth SIG : Rôle, livrables, membres, adhésion
- IEEE802.15 et Bluetooth
- Les versions de Bluetooth et leur compatibilité

10h45-11h : Pause

11h-12h : Bluetooth « standard » en bref

- L'architecture Bluetooth, terminologie
- Piconet et scatternet
- Couche physique : Fréquences, canaux, classes, modulations, AFH
- Modèle en couches de Bluetooth : Une vue globale
- Couche liaison de données : Maîtres & esclaves, formats des paquets, machine à états
- Notion de Host Controller Interface (HCI)
- L2CAP : Quesaco ?
- Les services de base : SDP, RFCOMM, OBEX,...
- Les profils Bluetooth : GAP, SPP, OPP, et les autres

12h-12h30 : Bluetooth Low Energy - Une introduction

- Les contraintes de Bluetooth « standard »

- Origine et applications visées par BLE
- De Bluetooth à BLE les évolutions principales
- Architecture système et protocolaire de BLE
- Le vocabulaire BLE officiel... et les autres

12h30-13h30 : Déjeuner

13h30-14h30 : BLE - Les couches basses

- Adresses, canaux, link layer : quelles différences par rapport à Bluetooth ?
- Advertising, qu'est ce ?
- Modes connectés et non connectés
- Formats des paquets BLE
- Machine à état du link layer
- Des exemples d'échanges
- Le HCI en BLE
- Le L2CAP en BLE

14h30-15h30 : BLE - Les couches hautes

- Une vue globale
- Notion d'attributs
- Découvrir des service BLE : L'Attribute Protocol (ATT)
- Le profil de référence BLE : Generic Attribute Profile (GATT)
- Mécanismes de découverte et de cache
- Requêtes et réponses
- Le Generic Access Profile
- Les profils basés sur GATT
- Un exemple...

15h30-15h40 : Pause

15h40-16h20 : BLE et la sécurité

- Les risques...
- Intégrité, authentification, confidentialité : Quelques rappels
- Architecture de sécurité et mécanismes en BLE
- Méthodes de pairing
- Les modes de sécurité en BLE
- Les clés et leur distribution
- Le Security Manager Protocol
- Un exemple...
- Les attaques de Bluetooth et BLE

16h20-16h40 : Les outils d'investigation pour BLE

- Analyseurs de protocoles : Pourquoi faire ?
- Panorama des outils du marché
- Un exemple de solution « gratuite »
- Les fonctions d'un analyseur haut de gamme
- Un exemple : L'analyseur SODERA LE (Teledyne Lecroy)

16h40-17h : TP - Analyse des échanges protocolaires entre un dispositif BLE et un smartphone

17h00-17h30 : Questions/réponses

17h30 : Fin de la journée

## **Jour 2**

9h-9h15 : Accueil

9h15-10h15 : Concevoir un produit BLE - Le matériel

- Les chipsets Bluetooth low energy et leur mise en oeuvre
- Les modules préintégrés et leur mise en oeuvre
- Les antennes embarquées : caractéristiques, choix, outils, précautions
- Quelles compétences nécessaires pour concevoir une carte radio BLE ?

10h15-10h35 : Concevoir un produit BLE : Le logiciel

- Piles de protocole embarquées et modèles de répartition de fonctions
- Qu'espérer trouver tout fait ?
- Outils de développement et de mise au point
- Les outils disponibles sous Linux
- Quelques mots sur la partie « smartphone »

10h35-10h45 : Pause

10h45-11h45 : TP - Développement d'une application BLE simple sur kit d'évaluation

11h45-12h30 : Mise au point, validation et certification d'un produit BLE

- Optimisation et mesure de l'antenne
- Quelques règles méthodologiques pour la phase de validation
- Marquage CE : Directives et normes harmonisées pour BLE
- La certification Bluetooth
- Quelques particularités d'Apple...
- Quand et quoi certifier ?

12h30-13h30 : Déjeuner

13h30-14h30 : Bluetooth 5.0

- Retour sur les évolutions de 4.0 à 4.2
- Bluetooth 5.0, une introduction
- Nouvelle modulations et améliorations des couches basses
- Les modes « long range » : Comment ?
- Les améliorations au niveau Link Layer : Canaux d'annonce, taille des paquets, etc
- Disponibilité ?

14h30-15h : TP : Intégration d'une stack BLE 5.0 sur kit d'évaluation et test de performance

15h-15h15 : Pause

15h15-15h45 : Bluetooth Mesh

- Qu'est-ce qu'un mesh ?
- Les origines et l'état actuel de Bluetooth Mesh
- Et CSR Mesh ?
- Bases technologiques et solutions mises en oeuvre
- Les échanges de messages en Bluetooth Mesh
- Disponibilité ?

15h45-16h15 : TP - Mise en oeuvre d'un kit d'évaluation Bluetooth Mesh et visualisation des échanges

16h15-16h30 : Conclusion

- Bluetooth ou BLE ? Une perspective
- Les grosses erreurs à éviter
- Un peu de prospective

16h30-17h30 : Questions/réponses et débriefing de la formation

17h30 : Fin de la formation

**Moyens pédagogiques :** Support de cours - Exercices pratiques - Mises en situation - La formation s'appuiera sur des études de cas

**Moyens permettant d'apprécier les résultats de l'action :**

- Evaluation à chaud du module de formation par un « questionnaire de critique constructive »,
- Suivi de la mise en application en situation de travail : un mois après la formation pour une évaluation à froid : envoi du questionnaire aux managers/ administratifs

**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

JESSICA FRANCE – Direction Nationale

CEA/G – Bât 51C – 17 rue des Martyrs - 38054 GRENOBLE Cedex 9

Tél. 04.38.78.37.36 - Fax : 04.38.78.50.70 - [www.captronic.fr](http://www.captronic.fr)