

# FORMATION

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

Du 6 au 7 novembre 2018 à Rennes (35)

**Durée : 2 jours (14h)**

**Prix : 950 € HT (750 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)**

### PUBLIC VISE ET PREREQUIS

Cette formation cible les Concepteurs, développeurs ou donneurs d'ordres de produits communicants et/ou du logiciel embarqué associé  
**Prérequis** : Connaissances générales en électronique et en logiciel embarqué

### OBJECTIFS

Cette formation présentera 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

Rennes (35)

### INTERVENANT

M. LACOSTE – Société ALCIOM

## PROGRAMME

### Jour 1

<p><b>Introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation du programme CAP'TRONIC et D'ALCIOM</li> <li>- Objectifs de la formation</li> <li>- Tour de table</li> <li>- Agenda et organisation</li> <li>- Bibliographie et documents de référence</li> </ul> <p><b>Quelques rappels... nécessaires</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilan de liaison et décibels, formule de Friis, influence de la fréquence</li> <li>- Les principales sources de pertes : absorption &amp; trajets multiples</li> <li>- Notion de modulation</li> <li>- Les facteurs jouant sur la sensibilité d'un récepteur</li> <li>- Rappels sur les protocoles de communication, intérêt d'un modèle en couches, modèle OSI</li> </ul> <p><b>Bluetooth : Une introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Panorama des protocoles radiofréquence : Bluetooth et ses concurrents</li> <li>- Le champ des applications...</li> <li>- Quelques notions économiques sur Bluetooth</li> <li>- Un peu d'histoire</li> <li>- Le Bluetooth SIG : Rôle, livrables, membres, adhésion</li> <li>- IEEE802.15 et Bluetooth</li> <li>- Les versions de Bluetooth et leur compatibilité</li> </ul> <p><b>Bluetooth « standard » en bref</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'architecture Bluetooth, terminologie</li> <li>- Piconet et scatternet</li> <li>- Couche physique : Fréquences, canaux, classes, modulations, AFH</li> <li>- Modèle en couches de Bluetooth : Une vue globale</li> <li>- Couche liaison de données : Maîtres &amp; esclaves, formats des paquets, machine à états</li> <li>- Notion de Host Controller Interface (HCI)</li> <li>- L2CAP : Quesaco ?</li> <li>- Les services de base : SDP, RFCOMM, OBEX,...</li> <li>- Les profils Bluetooth : GAP, SPP, OPP, et les autres</li> </ul> <p><b>Bluetooth Low Energy - Une introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les contraintes de Bluetooth « standard »</li> <li>- Origine et applications visées par BLE</li> <li>- De Bluetooth à BLE les évolutions principales</li> <li>- Architecture système et protocolaire de BLE</li> <li>- Le vocabulaire BLE officiel... et les autres</li> </ul>	<p><b>BLE - Les couches basses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adresses, canaux, link layer : quelles différences par rapport à Bluetooth ?</li> <li>- Advertising, qu'est ce ?</li> <li>- Modes connectés et non connectés</li> <li>- Formats des paquets BLE</li> <li>- Machine à état du link layer</li> <li>- Des exemples d'échanges</li> <li>- Le HCI en BLE</li> <li>- Le L2CAP en BLE</li> </ul> <p><b>BLE - Les couches hautes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une vue globale</li> <li>- Notion d'attributs</li> <li>- Découvrir des service BLE : L'Attribute Protocol (ATT)</li> <li>- Le profil de référence BLE : Generic Attribute Profile (GATT)</li> <li>- Mécanismes de découvertes et de cache</li> <li>- Requetes et réponses</li> <li>- Le Generic Access Profile</li> <li>- Les profils basés sur GATT</li> <li>- Un exemple...</li> </ul> <p><b>BLE et la sécurité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les risques...</li> <li>- Intégrité, authentification, confidentialité : Quelques rappels</li> <li>- Architecture de sécurité et mécanismes en BLE</li> <li>- Méthodes de pairing</li> <li>- Les modes de sécurité en BLE</li> <li>- Les clés et leur distribution</li> <li>- Le Security Manager Protocol</li> <li>- Un exemple...</li> <li>- Les attaques de Bluetooth et BLE</li> </ul> <p><b>Les outils d'investigation pour BLE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyseurs de protocoles : Pourquoi faire ?</li> <li>- Panorama des outils du marché</li> <li>- Un exemple de solution « gratuite »</li> <li>- Les fonctions d'un analyseur haut de gamme</li> <li>- Un exemple : L'analyseur SODERA LE (Teledyne Lecroy)</li> </ul> <p><b>TP - Analyse des échanges protocolaires entre un dispositif BLE et un smartphone</b></p>
---	--

## Jour 2

### Concevoir un produit BLE - Le matériel

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

### 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 »

### TP - Développement d'une application BLE simple sur kit d'évaluation

### 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 ?

### 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 ?

### TP : Intégration d'une stack BLE 5.0 sur kit d'évaluation et test de performance

### Bluetooth Mesh

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

### TP - Mise en œuvre d'un kit d'évaluation Bluetooth Mesh et visualisation des échanges

### Conclusion

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

### Questions/réponses et débriefing de la formation

**Moyens pédagogiques :** Support de cours - Exercices pratiques - Mises en situation - La formation s'appuiera sur des études de cas, notamment autour des systèmes embarqués.

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

- Evaluation à chaud du module de formation par un « questionnaire de critique constructive »,
- Rédaction d'une « lettre » individuelle : résolutions, enseignements que le stagiaire retire de la formation dans son rôle de chef de projet,
- Suivi de la mise en application en situation de travail : entretien téléphonique de 30 mn avec chaque stagiaire, un mois après la formation pour une évaluation à froid.

**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