



## Plan du cours

### UIT et Ecole Supérieure Africaine des Technologies de l'Information et de la Communication (ESATIC)

Titre	Les systèmes embarqués pour l'Internet des Objets (IoT)
Modalité de la formation	Formation en ligne par un formateur
Dates	Du 1 <sup>er</sup> au 15 avril 2022
Durée	02 semaines
Date limite d'enregistrement	30 mars 2022
Frais de formation	50 USD / 30 000 F CFA (XOF et XAF)
Description	L'Internet des Objets (IoT) est au cœur des innovations technologiques majeures actuelles dans les domaines de la santé, l'agriculture, la sécurité, l'énergie, le transport et l'industrie. Au cours de cette formation sont abordées l'intégration et l'utilisation des systèmes embarqués afin de développer des prototypes ou des projets en lien avec l'internet des objets (IoT).
Code de la formation	22OI28044AFR-F

#### 1.OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet atelier permet aux participants d'acquérir les compétences nécessaires pour maîtriser l'utilisation des systèmes embarqués pour développer des projets IoT.

Pendant cette formation nous présenterons l'environnement des systèmes embarqués, puis nous présenterons pas à pas des exemples de projets développés avec le microcontrôleur STM32, Arduino et Raspberry Pi.

Cette formation correspond parfaitement aux entrepreneurs et techniciens souhaitant développer des projets d'innovation de systèmes embarqués pour l'IoT.

#### 2.RESULTATS ATTENDUS

Aux termes de l'atelier, les auditeurs seront capables :

- comprendre l'environnement des systèmes embarqués ;
- connaître les spécificités du Microcontrôleur STM32, Arduino et Raspberry Pi ;
- connaître des exemples d'utilisation classique du microcontrôleur STM32, Arduino et Raspberry Pi ;
- comprendre les exigences des systèmes embarqués pour l'IoT ;
- connaître les bonnes techniques utilisées pour développer un projet IoT ;
- mettre en œuvre (développer) un système embarqué pour l'IoT.

### 3. PUBLIC CIBLE

---

Cet atelier de formation s'adresse principalement aux profils suivants :

- Entrepreneurs dans les métiers de l'innovation et du numérique;
- Ingénieurs et techniciens qui souhaitent développer des systèmes embarqués pour l'IOT;
- Enseignants, Chercheurs et Etudiants.

### 4. CONDITIONS D'ENTREE

---

Des connaissances de base en développement d'applications et/ou d'électronique sont utiles pour suivre cette formation et en tirer un meilleur profit.

### 5. FORMATEURS/INSTRUCTEURS

---

NOM DU FORMATEUR	CONTACTS
<b>Dr Mohamed ELHASSEN</b> est Docteur et Ingénieur en Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), Enseignant-Chercheur à la Faculté des sciences de Bizerte. Il est également un expert en IoT, Lora Gateway et développement Linux embarqué	<b>Email :</b> <a href="mailto:ould.elhassen@gmail.com">ould.elhassen@gmail.com</a>

### 6. CONTENU DU COURS

---

#### 1. Introduction générale sur les systèmes embarqués

- Comprendre l'environnement
- C-embarqué, Ce qu'il faut savoir

#### 2. STM32 Microcontrôleur

- STM32 IAR application (C-embarqué)
- STM32 (Appliquer ce qui est vu sur différentes applications)
- La bibliothèque HAL
- Initiation au CubeMx ST tool
- Clock – configuration
- Comprendre les Interruption de STM32
- Comprendre la DMA
- Power control block
- Introduction aux périphériques de communication
- Comprendre l'SPI
- Comprendre l'UART
- Comprendre l'I2C
- Introduction à l'IOT
- TCP/UDP Server et client
- Utilisation du module ESP8266 Wifi

#### 3. Arduino

- Initiation à l'environnement Arduino
- Application de base: - gestion des entrées sorties
- Arduino & Robotique: - commande des moteurs DC
- Arduino & communication : UART, spi, i2c
- Arduino et communication sans fil

**Lab. :** Application IoT domotique avec Arduino

#### 4. Raspberry Pi

- Introduction : présentation du Raspberry Pi, des systems-on-chip BCM2835/2836/2837 et du processeur Arm 1176.
- Distribution Linux pour Raspberry Pi : téléchargement, installation, test.
- Découverte de la distribution : paramètres essentiels, outils standard.
- Utilisation de base : configuration système, utilisateurs, interface graphique.

- Utilisation de Linux sur Raspberry Pi : avantages et inconvénient d'un système sur carte SD.  
**Lab.:** Application IoT avec Raspberry Pi

## 7. AGENDA DU COURS

Jours	Activités	Exercices et interactions
<p><b>Jour 1 et 2</b>  <b>(01 et 02 avril 2022)</b></p>	<p><b>5. <u>Introduction générale sur les systèmes embarqués</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Comprendre l'environnement</u>  STM32 Discovery Kit, Prob de debug Stlink, IAR IDE, Linux, Arduino IDE</li> <li>- <u>C-embarqué, Ce qu'il faut savoir</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tool chain</li> <li>▪ Type de donnés (stdint.h)</li> <li>▪ Placement de donnés (Main memory/Stack/Heap)</li> <li>▪ Classes d'allocations (auto, static, registre, extern, const)</li> <li>▪ Opérations binaires (AND, OR, XOR: qu'est qu'un mask )</li> <li>▪ Shift</li> <li>▪ Boolean</li> <li>▪ Break-Continue statement</li> <li>▪ Preprocessor</li> <li>▪ Volatile</li> </ul> </li> </ul> <p><b>6. <u>STM32 Microcontrôleur</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>STM32 IAR application (C-embarqué)</u></li> <li>- <u>STM32 (Appliquer ce qui est vu sur différentes applications)</u></li> <li>- <u>La bibliothèque HAL</u></li> <li>- <u>Initiation au CubeMx ST tool</u></li> <li>- <u>Clock – configuration</u></li> <li>- <u>Comprendre les Interruption de STM32</u></li> <li>- <u>Comprendre la DMA</u></li> <li>- <u>Power control block</u></li> <li>- <u>Introduction aux périphériques de communication</u></li> <li>- <u>Comprendre l'SPI</u></li> <li>- <u>Comprendre l'UART</u></li> <li>- <u>Comprendre l'I2C</u></li> <li>- <u>Application avec l'accéléromètre embarqué LIS302DL</u></li> </ul>	<p>Présentation disponible en ligne</p> <p>Quizz 1</p> <p>Discussion en ligne d'une heure le 02 avril 2022 (de 18h00 à 19h00 GMT+1)</p>
<p><b>Jour 3 et 4</b>  <b>(04 et 05 avril 2022)</b></p>	<p><b>7. <u>STM32 Microcontrôleur (suite)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Introduction à l'IOT</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Block diagramme de l'application</li> <li>▪ Les outils hardware &amp; software utilisés</li> </ul> </li> <li>- <u>TCP/UDP Server et client</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ce qu'il faut savoir sur le réseau</li> </ul> </li> <li>- <u>Utilisation du module ESP8266 Wifi</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Configuration et debug du module</li> <li>▪ Comprendre les Commandes AT</li> <li>▪ Wifi Access point (wifi Direct)</li> </ul> </li> </ul> <p><b>LAB 1 :</b></p>	<p>Présentation disponible en ligne</p> <p>Quizz 2</p> <p>Discussion en ligne d'une heure le 05 avril 2022 (de 18h00 à 19h00 GMT+1)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création d'un server UDP : STM32 + ESP8266 (HAL UART + DMA)</li> <li>- Création d'un Client UDP : STM32 + ESP8266 (HAL UART + DMA)</li> </ul> <p>Création d'une application Android Client Ouvrir un socket UDP Client avec Android pour communiquer avec STM32 UDP Server Communication avec socket TCP</p> <p><b>LAB 2 :</b> Réaliser un menu de command avec Android pour piloter un STM32 via le Wifi: toggler des LED / lire l'état des boutons ... avec Smartphone</p>	
<p align="center"><b>Jour 5 et 6 (06 et 07 avril 2022)</b></p>	<p><b>8. <u>Arduino</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Initiation à l'environnement Arduino</li> <li>▪ LED et notion électronique</li> <li>- <u>Application de base: - gestion des entrées sorties</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪entrées sorties analogique (ADC, PWM)</li> <li>▪les interruptions</li> <li>▪les timer</li> <li>▪Affichage sur LCD</li> </ul> </li> <li>- <u>Arduino &amp; Robotique: - commande des moteurs DC</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪moteurs pas à pas</li> <li>▪servo moteur</li> <li>▪Moteur à courant continu</li> </ul> </li> <li>- <u>Arduino &amp; communication : UART, spi, i2c</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ethernet</li> <li>▪ Wire</li> </ul> </li> <li>- <u>Arduino et communication sans fil</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪NRF24L01</li> <li>▪WiFi</li> </ul> </li> </ul> <p><b>LAB 1:</b> Réalisation d'un Robot télécommandé Application IoT domotique avec Arduino</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ IoT</li> <li>▪ Ubidots</li> </ul>	<p>Présentation disponible en ligne</p> <p>Quizz 3</p> <p>Discussion en ligne d'une heure le 07 avril 2022 (de 18h00 à 19h00 GMT+1)</p>
<p align="center"><b>Jour 7 et 8 (11 et 12 avril 2022)</b></p>	<p><b>9. <u>Raspberry Pi</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction : présentation du Raspberry Pi, des systems-on-chip BCM2835/2836/2837 et du processeur Arm 1176.</li> <li>- Distribution Linux pour Raspberry Pi : téléchargement, installation, test.</li> <li>- Découverte de la distribution : paramètres essentiels, outils standard.</li> <li>- Utilisation de base : configuration système, utilisateurs, interface graphique.</li> <li>- Utilisation de Linux sur Raspberry Pi : avantages et inconvénient d'un système sur carte SD.</li> </ul> <p><b>LAB 1:</b> Installation et test d'une distribution standard sur Raspberry Pi.</p> <p><b>LAB 2:</b> Configuration optimale du système, du réseau et des services.</p>	<p>Présentation disponible en ligne</p> <p>Quizz 4</p> <p>Discussion en ligne d'une heure le 12 avril 2022 (de 18h00 à 19h00 GMT+1)</p>

<b>Jour 9 et 10 (13 et 14 avril 2022)</b>	<p align="center"><b>10. Raspberry Pi (suite)</b></p> <p><b>LAB 3:</b> Communication sur différentes interfaces d'entrées-sorties.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programmation applicative sur Raspberry Pi</li> <li>▪ Programmation en C : compilation native ou compilation croisée, débogage, exemples.</li> <li>▪ Programmation Python : interpréteur Python et modules. Applications graphiques.</li> </ul> <p><b>LAB 4:</b> Exemples de programmation dans différents langages. Personnalisation avancée</p> <p><b>LAB 5:</b> Ajout de drivers supplémentaires (extension des GPIO). Mise en place d'une solution IoT</p>	Présentation disponible en ligne Quizz 5 Discussion en ligne d'une heure le 14 avril 2022 (de 18h00 à 19h00 GMT+1)
<b>Jour 11 (15 avril 2022)</b>	Evaluation des participants et clôture de la formation.	QUIZZ final

## 8. MODE D'ANIMATION PEDAGOGIQUE

Le contenu du cours sera fourni en ligne chaque jour selon le programme fixé pour être consulté et examiné par le participant durant la journée. Un pré-test sera aussi mis en ligne pour un premier test d'assimilation du contenu. Une réunion en ligne d'une heure sera activée et animée par le Formateur en fin de journée pour discuter de manière interactive le contenu en question.

Des travaux pratiques, étude de cas seront mis à la disposition des participants.

## 9.EVALUATION ET NOTATION

Un Quizz final sous forme de questions QCM sur les différentes parties du cours sera mis à la disposition des participants à la fin de l'atelier.

Le Quiz final constituera 80% de la note finale et la participation 20% de la note finale.

Pour obtenir le certificat délivré par l'ESATIC et l'UIT au terme de la formation, vous devez avoir un score moyen égal ou supérieur à 60%.

## 10.COORDINATION DU COURS

<p><b>Coordonnateur du centre d'excellence:</b></p> <p><b>Nom:</b> KOSSONOU Rodolphe  <b>Titre :</b> Chef du Service de la Formation Continue  <b>Tel :</b> + 225 01 51 400 145  <b>Email:</b> <a href="mailto:rodolphe.kossonou@esatic.edu.ci">rodolphe.kossonou@esatic.edu.ci</a></p>	<p><b>Coordinateur UIT:</b></p> <p><b>Nom :</b> M. Emmanuel Niyikora  Responsable de Programme, bureau de zone UIT pour l'Afrique de l'Ouest, Dakar  <b>Tel :</b> +250 788312939  <b>Email:</b> (<a href="mailto:emmanuel.niyikora@itu.int">emmanuel.niyikora@itu.int</a>)</p>
---	--