**Fiche descriptive d’une unité d’enseignement (UE) Et de ses éléments constitutifs (ECUE)**

**Intitulé de l’UE : Fondements des systèmes IoT**

|  |
| --- |
| **Nombre de crédits : 8** |
| **Code UE : UEF 320** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Université : Tunis el Manar** | **Etablissement : ISI** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Domaine de formation :** Informatique | **Mention :** Ingénierie des systèmes informatiques | |
| **Diplôme : Ingénieur**  **Parcours** : Tronc commun | | **Semestre : 3** |

**1- Pre-requis** (définir les UE et les compétences indispensables pour suivre l’UE concernée)

|  |
| --- |
| Architecture avancée des processeurs  Algorithmique et structure de données  Connaissances de base en informatique |

**2- Objectifs de l’UE** (utiliser la taxonomie de Bloom ou autre référence reconnue, les objectifs peu- vent être spécifiés ici ou bien au niveau de chaque ECUE, ils doivent être conformes)

|  |
| --- |
| Les objectifs de cette UE sont spécifiés dans les objectifs de chaque ECUE |

**3- Eléments constitutifs de l’UE (ECUE)**

* 1. **Eléments constitutifs de l’UE** (ECUE)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Eléments constitutifs** | **Volume horaire (1 semestre=15 semaines)** | | | | **Crédits** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **Autres** |
| Microcontrôleurs et objets connectés | 22,5 | 7,5 |  |  | 2 |
| Systèmes à événements discrets | 15 | 7,5 |  |  | 2 |
| Réseaux d'entreprises | 22,5 |  | 15 |  | 3 |
| Mini-projet Microcontrôleurs et objets connectés |  | 22.5 |  |  | 1 |
| **Total** | 60 | 37.5 | 15 |  | 8 |

* 1. **Activités pratiques (Projets, stages, mémoires, ..)**

|  |
| --- |
| Un mini-projet “Microcontrôleurs et objets connectés” est réalisé pour concevoir et réaliser un objet connecté en abordant toute la chaine IoT. Le travail s’articule comme suit:  I. Partie 1 : Conception de l'application embarquée connectée et choix technologique   * Choix du microcontrôleur et carte de développement : Arduino, Raspberry Pi, STM32, * BeagleBone, * Choix du capteur : luxmètre, caméra, capteur ultrason, capteur de mouvement, capteur de * pression, * Choix de l'actionneur : Relai, moteur, écran LCD, ...   II. Partie 2 : interfaçage des différents capteurs et actionneurs avec le microcontrôleur et réalisation  du montage électrique  III. Partie 3 : Connexion à internet de l'objet   * Configuration du périphérique de connexion : Ethernet, wifi, CAN, Bluetooth,... * Choix du protocole de communication : MQTT, CAOP, Lora, Sigfox, Zeegbee * Création de serveur et Gateway   IV. Partie 4 : développement de l'application embarquée en C, C++ ou Python, ...:   * Compilation/CrossCompilation, * Debugage et test * Chargement/exécution sur microcontrôleur.   V. Partie 5 : Développement de l'application de contrôle : application web ou application mobile   * Choix des langages de programmation * Installation de l'environnement de développement |

**4- Contenu** (descriptifs

et plans des cours)

**Enseignements** (Présenter une description succincte des programmes de chaque ECUE et joindre le programme détaillé à la fiche descriptive de l’UE).

|  |
| --- |
| **Plan du cours :** Microcontrôleurs et objets connectés |
| I. Introduction et chaine IoT  1. Contexte et évolution des objets connectés  2. Exemple d'objets connectés de différents domaines  3. Les éléments essentiels de la chaine d'un objet connecté et leur rôle  II. Les capteurs et actionneurs d'une chaine IoT  1. Les capteurs   * Rôle et Exemples * Les différents types de capteurs * Caractéristiques et fonctionnement   2. Les actionneurs :   * Rôle et Exemple * Les différents Types * Caractéristiques et fonctionnement   III. Les microcontrôleurs pour l'IoT  1. architecture d'un microcontrôleur  2. Choix du microcontrôleur pour l'IoT  3. les périphériques d'un microcontrôleur  a. périphériques généralistes   * les périphériques d'entrées/sorties * le contrôleur d'interruption * la DMA * les Timers * les convertisseurs ADC et DAC * communication série : UART, SPI, I2C, CAN   b. périphériques pour l'IoT   * Bluetooth et Bluetooth low Energy (BLE) * Zigbee * Ethernet * wifi, ...   1. Les langages de programmation : C embarqué, python,…  2. Etude de cas : Arduino, RaspberryPi, STM32,...  IV. Les protocoles de l'IoT  1. Les protocoles de communication pour l'IoT  a. protocoles IoT Web   * COAP * MQTT * b. protocoles IoT embarqués * Bluetooth * Zigbee * ZigFox * LoraWan et Lora * Etude comparative   2. Les gateway et serveurs : rôle et fonctionnement  3. Sécurité des réseaux IoT |
| **Plan du cours :** Systèmes à événements discrets |
| I. La modélisation des systèmes à événements discrets  1. Définitions  2. Fonctionnement  3. Opérations sur les automates : projections, produits  4. Principales propriétés et techniques d'analyse et de synthèse  5. Modélisation du procédé et modélisation de la commande  II. Les réseaux de Petri  1 Définitions  2 Fonctionnement  3 Propriétés et techniques d'analyse  4 Utilisation en commande  5 Synthèse : modélisation du procédé et modélisation de la commande |
| **Plan du cours:** Réseaux d’entreprise |
| I. CCNA Routing and Switching : Présentation des réseaux  Chapitre 1 : Exploration du réseau  Chapitre 2 : Configuration d'un système d'exploitation réseau  Chapitre 3 : Protocoles et communications réseau  Chapitre 4 : Accès réseau  Chapitre 5 : Technologie Ethernet  Chapitre 6 : Couche réseau  Chapitre 7 : Adressage IP  Chapitre 8 : Segmentation des réseaux IP en sous-réseaux  Chapitre 9 : Couche transport  Chapitre 10 : Couche application  Chapitre 11 : Configuration d'un système d'exploitation réseau  II. Routage et commutation CCNA : notions de base sur le routage et la commutation  Chapitre 1 : concepts du routage  Chapitre 2 : routage statique  Chapitre 3 : routage dynamique  Chapitre 4 : Réseaux commutés  Chapitre 5 : Configuration de commutateur  Chapitre 6 : VLAN  Chapitre 7 : Listes de contrôle d'accès (ACL)  Chapitre 8 : DHCP  Chapitre 9 : NAT pour IPv4  Chapitre 10 : Découverte, gestion et maintenance des périphériques |

**5- Méthodes pédagogiques et moyens didactiques spécifiques à l’UE** (méthodes et outils pédagogiques, ouvrages de référence, recours aux TIC/possibilités d’enseignement à distance, ..)

|  |
| --- |
| Le cours consiste en des cours magistraux et en des séances d'apprentissage par exercice et travaux pratiques permettant d'approfondir les différentes facettes de la théorie. Un support de cours sous forme d’une présentation Powerpoint sera accessible aux étudiants en format électronique.  Des sujets de TD et TP seront distribués aux étudiants sous format papier/numérique. |

**5- Examens et évaluation des connaissances**

**Méthodes d’évaluation et régime d’examens** (Présenter le régime d’évaluation préconisé: contrôle continu uniquement ou, régime mixte c.à.d. contrôle continue et examens finaux)

|  |
| --- |
| **1- Mixte** |
| **2- Mixte** |
| **3- Mixte** |
| **4-Contrôle continu** |

**Validation de l’UE** (préciser les poids des épreuves d’examens pour le calcul de la moyenne de l’UCUE, les coefficients des ECUE et le coefficient de l’UE au sein du parcours)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ECUE** | **Contrôle continue** | | | | **Examen Final** | | | | **Coef. De l’ ECUE** | **Coef. De l’ UE au**  **sein du parcours** |
| **Epreuves** | | | **Pondération** | **Epreuves** | | | **Pondération** |
| **Ecrit** | **Oral** | **TP et Autres** | **Ecrit** | **Oral** | **TP et Autres** |
| Microcontrôleurs et objets connectés | X |  | X | 30% | X |  |  | 70% | 2 | 7 |
| Systèmes à événements discrets | X |  | X | 30% | X |  |  | 70% | 2 |
| Réseaux d'entreprises | X |  | X | 30% | X |  |  | 70% | 2 |  |
| Mini-projet Microcontrôleurs et objets connectés | X |  | X | 30% | X |  |  | 70% | 1 |  |

Fiche descriptive de l’ECUE

**Microcontrôleurs et objets connectés**

**Unité d’Enseignement : Fondements des systèmes IoT**

**ECUE : Microcontrôleurs et objets connectés**

**Plan de l’élément constitutif (ECUE)**

Prérequis :

|  |
| --- |
| Architecture avancée des processeurs |

**Objectifs d’apprentissage de l’élément constitutif (ECUE) :**

|  |
| --- |
| Au terme de l’élément constitutif, l’étudiant sera en mesure de :  OE1 : Connaître la chaîne complète d’un objet connectés.  OE2 : Concevoir un système IoT et choisir ses éléments (capteurs, actionneurs, microcontrôleur)  OE3 : étudier les protocoles de connexion à internet et choisir le plus adéquat à la solution |

Matrice d’association entre les objectifs de l’élément constitutif et ceux du programme de formation (CS)

Parcours : Ingénierie des Systèmes embarqués et IOT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS2** | X | X |  |
| **CS3** | X | X | X |
| **CS5** | X | X | X |
| **CS7** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie et Développement des Infrastructures et des Services de Communications**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS6** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie du Développement du Logiciel**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS1** | X | X | X |

**Description de contenu l’élément constitutif**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Chapitres et sections** | **Cours (h)** | **TD(h)** | **TP(h)** | **Total (h)** |
| I. Introduction et chaine IoT | X | X | X | 6h |
| II. Les capteurs et actionneurs d'une chaine IoT | X | X | X | 6h |
| III. Les microcontrôleurs pour l'IoT | X | X | X | 9h |
| IV. Les protocoles de l'IoT | X | X | X | 9h |

Livres de références :

1. T. Cox « Raspberry Pi Cookbook for Python Programmers » Editions Packt Publishing. 2014.

2. S. Chin and J. Weaver « Raspberry Pi with Java: Programming the Internet of Things » Editions

Oracle Press. 2016

3. T. Karvinen et al. « Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi » Editions Dunod. 2014

4. C Tavernier « Arduino. Maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface » Editions Dunod.

2014

5. G. Swinnen « Apprendre à programmer avec Python 3 » Editions Eyrolles. 2017

Fiche descriptive de l’ECUE

Systèmes à événements discrets

**Unité d’Enseignement : Fondements des systèmes IoT**

**ECUE : Systèmes à événements discrets**

Plan de l’élément constitutif (ECUE)

Prérequis :

|  |
| --- |
| Système logique |

**Objectifs d’apprentissage de l’élément constitutif (ECUE) :**

|  |
| --- |
| Au terme de l’élément constitutif, l’étudiant sera en mesure de :  OE1: Comprendre les bases théoriques concernant les modèles et les techniques de synthèse des systèmes à événements discrets.  OE2: Modéliser un procédé à l’aide des réseaux de Pétri |

Matrice d’association entre les objectifs de l’élément constitutif et ceux du programme de formation (CS)

Parcours : Ingénierie des Systèmes embarqués et IOT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS1** | X | X |  |
| **CS2** | X | X | X |
| **CS5** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie et Développement des Infrastructures et des Services de Communications**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS6** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie du Développement du Logiciel**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS1** | X | X | X |

**Description de contenu l’élément constitutif**

Spécifier les chapitres et leurs sous sections en adoptant l’organisation d’un livre de référence connu et référée dans le domaine. Spécifie également le nombre d’heures de cours (C), CI, TD, TP, projet ou autres nécessaires pour chaque chapitre ou partie.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Chapitres et sections** | **Cours (h)** | **TD (h)** | **TP (h)** | **Total (h)** |
| I. La modélisation des systèmes à événements discrets | X | X |  | 11h |
| II. Les réseaux de Petri | X | X |  | 11h |

Livres de références :

1. Christos G. Cassandras, Stéphane Lafortune « Introduction to discrete event systems » Editions

Springer, 2008

2. James Lyle Peterson « Petri Net Theory and the Modeling of Systems » Editions Prentice-Hall,

1981

Fiche descriptive de l’ECUE

Réseaux d’entreprises (CCNA1)

**Unité d’Enseignement :** **Fondements des systèmes IoT**

**ECUE : Réseaux d’entreprise(CCNA1)**

Plan de l’élément constitutif (ECUE)

Prérequis :

|  |
| --- |
| Connaissances de base en informatique |

**Objectifs d’apprentissage de l’élément constitutif (ECUE) :**

|  |
| --- |
| Au terme de l’élément constitutif, l’étudiant sera en mesure de :  OE1 : administrer la configuration de base des commutateurs et routeurs cisco.  OE 2 : créer des réseaux LAN qui intègrent les schémas d'adressage IP  OE 3 : Reconnaitre les applications de base des modeles OSI & TCP/IP |

Matrice d’association entre les objectifs de l’élément constitutif et ceux du programme de formation (CS)

Parcours : Ingénierie des Systèmes embarqués et IOT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS2** | X | X | X |
| **CS3** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie et Développement des Infrastructures et des Services de Communications**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS1** | X | X | X |
| **CS2** | X | X | X |
| **CS5** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie du Développement du Logiciel**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS1** | X | X | X |

**Description de contenu l’élément constitutif**

Spécifier les chapitres et leurs sous sections en adoptant l’organisation d’un livre de référence connu et référée dans le domaine. Spécifie également le nombre d’heures de cours (C), CI, TD, TP, projet ou autres nécessaires pour chaque chapitre ou partie.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Chapitre et sections** | **Cours (h)** | **TD (h)** | **TP (h)** | **Total (h)** |
| I- CCNA Routing and Switching : Présentation des réseaux | X | X |  | 11,5 |
| Travaux pratiques |  |  | X | 7,5 |
| II- Routage et commutation CCNA : notions de base sur le routage et la commutation | X | X |  | 11,5 |
| Travaux pratiques |  |  | X | 7,5 |

Livres de références :

* Cours en ligne, "CCNA Routing and Switching : Présentation des réseaux," accessible sur le site de Cisco avec le compte de l’académie Cisco sous http://www.netacad.com.
* Cours en ligne, " Routage et commutation CCNA : notions de base sur le routage et la commutation," accessible sur le site de Cisco avec le compte de l’académie Cisco sous http://www.netacad.com

Fiche descriptive de l’ECUE

**Mini-projet Microcontrôleur et objets connectés**

# **Unité d’Enseignement : Fondements des systèmes IoT**

**ECUE : Mini-projet Microcontrôleur et objets connectés**

Plan de l’élément constitutif(ECUE)

Prérequis:

|  |
| --- |
| 1. Algorithmique et structures de données 2. Architecture avancée des processeurs |

**Objectifs d’apprentissage de l’élément constitutif (ECUE) :**

|  |
| --- |
| OE1: Concevoir une application embarquée connectée  OE2 : Connaître les protocoles de connexion à internet et choisir le plus adéquat à la solution  OE3: Développer une application de contrôle d’une solution IOT |

Matrice d’association entre les objectifs de l’élément constitutif et ceux du programme de formation (CS)

Parcours : Ingénierie des Systèmes embarqués et IOT

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS2** | X | X |  |
| **CS3** | X | X | X |
| **CS5** | X |  |  |
| **CS7** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie et Développement des Infrastructures et des Services de Communications**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS6** | X | X | X |

**Parcours : Ingénierie du Développement du Logiciel**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **OE1** | **OE2** | **OE3** |
| **CS1** | X | X | X |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Chapitres et sections** | **Cours (h)** | **TD (h)** | **TP (h)** | **Total (h)** |
| Conception de l'application embarquée connectée et choix technologique |  |  | X | 3h |
| interfaçage des différents capteurs et actionneurs avec le microcontrôleur et realization du montage électrique |  |  | X | 4,5h |
| Connexion de la solution IOT à internet |  |  | X | 3h |
| développement de l'application embarquée en C, C++ ou Python, ... |  |  | X | 6h |
| Développement de l'application de contrôle : application web ou application mobile |  |  | X | 6h |

Livres de références

* Christian Tavernier « Arduino -Maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface », Editions Dunod, 2014
* Tero Karvinen, Kimmo Karvine et Ville Valtokari « Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi », Éditions Dunod, 2014
* Charles Bell « Beginning sensor networks with arduino and raspberry pi » Springer Libri, 2014
* François MOCQ « Raspberry Pi 3 ou Pi Zero - Exploitez tout le potentiel de votre nanoordinateur» Editions ENI, 2016
* Derek Molloy « Exploring BeagleBone: Tools and Techniques for Building with Embedded Linux » Editions John Wiley & Sons, 2015