

**FUNDAMENTOS DE INTERNET DE LAS COSAS**  
**ASIGNATURA: OPTATIVA**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

Horas: 75

45 Teóricas, 30 Prácticas

Créditos: Según el Acuerdo de Tepic

### **Descripción y justificación del curso**

Este curso pretende crear habilidades y competencias en los estudiantes para poder desarrollar e implementar soluciones de software y hardware para resolver problemas que requieran la interacción del mundo físico con redes de computadoras. El curso tendrá sobre todo una fuerte orientación práctica, lo cual será reflejado en la forma de trabajo en clase y en la forma de evaluar el curso.

Actualmente es cada vez más común el uso de tecnologías de Internet de las cosas, tanto en aplicaciones industriales, de gobierno (ciudades inteligentes) y caseras (domótica y seguridad). El mercado para este tipo de soluciones se encuentra en una etapa de rápido crecimiento y junto con esto, la demanda de ingenieros con conocimientos de este tema es cada vez mayor.

### **Objetivos**

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

1. Proponer soluciones basadas en las tecnologías y servicios de Internet de las Cosas.
2. Implementar redes de sensores inalámbricas basadas en el protocolo MQTT.
3. Utilizar herramientas de hardware y software de prototipado rápido para IoT.
4. Conocer e implementar mejores prácticas de seguridad informática en redes IoT.

### **Contenido**

1. Introducción a IoT (1 sesión)

- a. Objetivo: Se presenta una introducción al concepto del “Internet de las cosas”, sus aplicaciones y una breve historia de éste. Además se muestra un ejemplo de una aplicación hecha con las herramientas que se verán en el curso.
2. Redes y protocolos de comunicación (3 sesiones)
- a. Objetivo: Presentar y repasar de forma resumida los conceptos básicos de redes y los protocolos de comunicación más comunes utilizados en el Internet de hoy en día, sus pros y contras para una implementación de IoT y las nuevas propuestas para este tipo de implementaciones.
    - i. Modelo OSI
    - ii. La capa física
      - 1. Comunicación uno a uno ejemplificada con comunicación serial.
      - 2. Comunicación multipunto
    - iii. Capas superiores
      - 1. Direccionamiento
      - 2. Redes IP vs otras
      - 3. El protocolo UDP
      - 4. El protocolo TCP
      - 5. El protocolo HTTP
      - 6. Discusión del uso de los distintos protocolos para IoT
    - iv. Tipos de redes
      - 1. LAN
      - 2. WAN
      - 3. PAN
    - v. Topologías de red
      - 1. Estrella
      - 2. Malla
      - 3. Otras
      - 4. Mixta
3. Redes inalámbricas (3 sesiones)

- a. Objetivo: Comprender de forma general el funcionamiento a nivel físico de las comunicaciones inalámbricas para así poder entender condiciones de interferencia, potencia de señal, entre otros parámetros necesarios al realizar una instalación de nodos inalámbricos.
  - i. Espectro electromagnético
  - ii. Frecuencia
    - 1. Espacios de frecuencia comunes y sus usos
    - 2. Regulaciones de radiofrecuencia
    - 3. Bandas de uso libre
  - iii. Modulación Analógica
    - 1. AM
    - 2. FM
  - iv. Modulación Digital
    - 1. OOK
    - 2. ASK
    - 3. FSK
    - 4. PSK
  - v. Control de acceso al medio
  - vi. Direccionamiento
  - vii. Capas superiores utilizando el protocolo 802.15.4 como ejemplo
- 4. Problemas y retos del IoT (1 sesión)
  - a. Objetivo: Conocer los retos actuales del IoT y proponer posibles soluciones y mejores prácticas para éstos.
- 5. El protocolo MQTT (3 sesiones)
  - a. Objetivo: Proponer el protocolo MQTT como una solución de alto nivel para aplicaciones de IoT
    - i. El paradigma publicación-subscripción comparado con otros paradigmas como cliente-servidor.
    - ii. El Broker
    - iii. Topics
    - iv. Publish

- v. Subscribe
- vi. Proceso de conexión
- vii. Wildcards
- viii. Quality of service
- ix. Retained messages
- x. Limitaciones de MQTT

#### 6. El protocolo MQTT-SN (3 sesiones)

- a. Objetivo: Presentar el protocolo MQTT-SN como una alternativa compatible para solventar algunas de las limitaciones de MQTT en redes de sensores de bajo consumo que no implementen en stack TCP/IP.
  - i. Topología
  - ii. Gateway
  - iii. Bridge
  - iv. Diferencias con MQTT importantes para el desarrollador

#### 7. node-red como herramienta de prototipado para IoT (4 sesiones)

- a. Objetivo: Node-red es una herramienta de programación diseñada para conectar dispositivos de hardware, APIs y servicios online de forma gráfica y sencilla. Se propone como una herramienta ideal para implementar las prácticas del curso. De igual forma se explorarán los límites de esta herramienta y se propondrá el uso de la plataforma node.js como alternativa para construir productos más complejos por medio de un proceso de desarrollo de software formal.

#### 8. Interactuando con hardware: ESPino (7 sesiones)

- a. Objetivo: Familiarizarse con la placa de desarrollo ESPino para poder realizar interacciones con sensores y actuadores por medio del protocolo MQTT.
  - i. Computación Física
  - ii. Las bibliotecas Arduino
  - iii. Entradas y salidas digitales
  - iv. Entrada analógica
  - v. Estableciendo una conexión WiFi
  - vi. Utilizando MQTT en el ESPino

vii. Interactuando con sensores por medio de MQTT

9. Seguridad informática para IoT (3 sesiones)

- a. Objetivo: Comprender las problemáticas que presenta el IoT en cuanto a seguridad con el fin de poder proteger nuestras implementaciones de la forma más efectiva.
  - i. Algunos casos de estudio
  - ii. Tipos de ataques
    - 1. Eavesdropping
    - 2. Impersonating
    - 3. Man in the middle
    - 4. Replay
  - iii. Protecciones
    - 1. Encriptación
    - 2. Autenticación
    - 3. Autorización
    - 4. Timestamps, nonces y otros.

10. Proyecto final (4 sesiones)

- b. Objetivo: Los alumnos elaborarán un proyecto final donde implementarán los conocimientos adquiridos en el curso.

## Estrategias de aprendizaje y enseñanza

La enseñanza se llevará a cabo bajo la modalidad de conferencia dictada en el aula, y por medio de sesiones prácticas en el laboratorio. Se fomentará la participación del alumno a través de ejercicios en clase y prácticas en equipo.

## Criterios de evaluación

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Prácticas	50
Tareas	20
Proyecto final	30
<b>TOTAL</b>	<b>100 PUNTOS</b>

## Bibliografía

1. Banzi, Massimo. **Getting Started with Arduino**. O'Reilly Media. 2nd Edition. ISBN:1449309879 9781449309879

2. TOMASI, WAYNE, **Sistemas de Comunicaciones Electrónicas**, PEARSON EDUCACION, Mexico, 2003, ISBN: 970-26-0316-1
3. **MQTT Essentials**. <http://www.hivemq.com/mqtt-essentials/>
4. **MQTT Version 3.1.1 OASIS Standard specification**. <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/os/mqtt-v3.1.1-os.pdf>
5. **MQTT-SN specification 1.2**. [http://mqtt.org/new/wp-content/uploads/2009/06/MQTT-SN\\_spec\\_v1.2.pdf](http://mqtt.org/new/wp-content/uploads/2009/06/MQTT-SN_spec_v1.2.pdf)

## **Recursos necesarios**

- Laboratorio de robótica o electrónica con herramientas para trabajar con circuitos electrónicos sencillos.
- Router inalámbrico con acceso a internet que pueda ser configurado libremente para las prácticas sin afectar la red de la facultad.
- Preferentemente una placa de desarrollo ESPino (chip ESP8266) o compatible por estudiante, mínimo uno por pareja.
- Cada estudiante debe de contar con una PC para poder realizar las prácticas.

## **Perfil académico del docente**

Licenciado en Ingeniería en Computación, preferentemente con postgrado y experiencia docente, de investigación o de trabajo en el área.

Fecha de elaboración: 16 de mayo de 2017

Autor: Ing. Rodrigo Méndez Gamboa