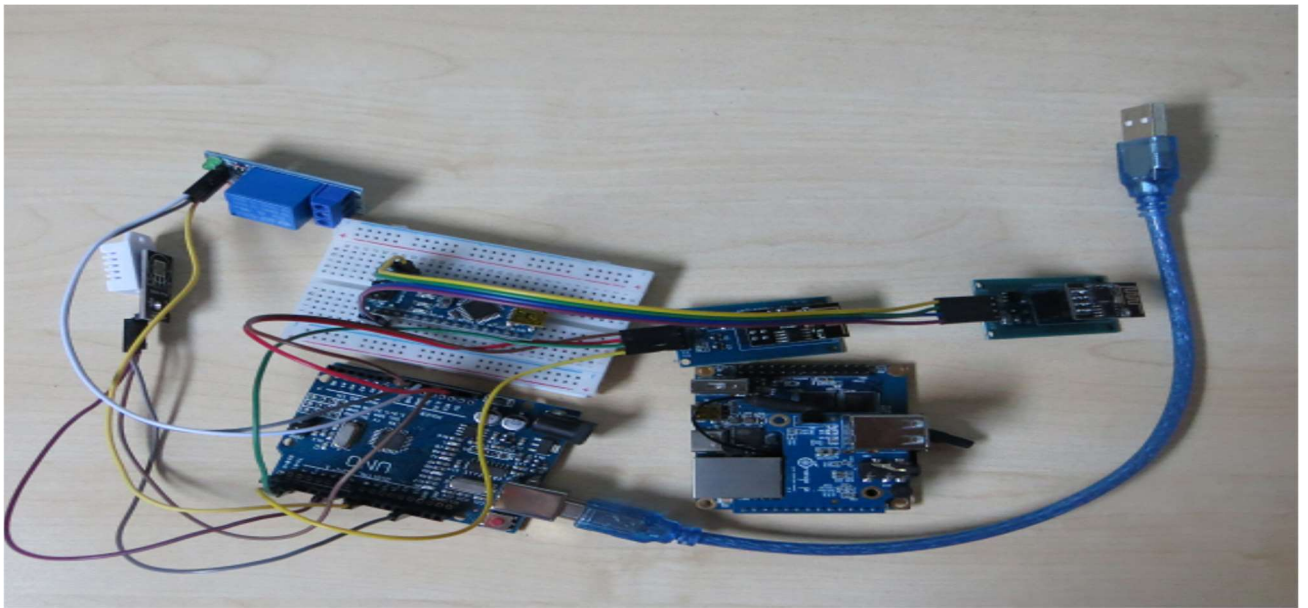


INTRODUCCIÓN AL INTERNET DE LAS COSAS IoT



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

INDICE

IoT- INTRODUCCIÓN.....	3
TECNOLOGÍA DE LPWAN.....	5
PROTOCOLO ESP-NOW	6
IoT- EN LAS AULAS.....	7

IoT- INTRODUCCIÓN

Internet of Things, habitualmente referido por sus siglas inglesas IoT, también denominado por algunos «Internet de los Objetos» (IO) supone una expansión más allá de la comunicación entre las personas. Los sistemas IoT implican la adquisición de datos de sensores y la entrega de órdenes a dispositivos que interactúan o forman parte del mundo real.

También reconocen eventos y cambios, y pueden reaccionar de forma autónoma y apropiada.

IoT tiene una serie de características básicas en las que se fundamenta:

1. La interconectividad entre dispositivos y sensores.
2. La heterogeneidad, por la diversidad de elementos que pueden componer estas redes y que, gracias a la utilización de pasarelas, pueden establecer relación unos con otros.
3. Los cambios dinámicos, ya que los objetos de la red están en continua variación, pudiendo conectarse, desconectarse, mantenerse en reposo, cambiar de ubicación, etc.

Redes de sensores inalámbricos

Las Redes de Sensores Inalámbricas o WSN (Wireless Sensor Network – Red de Sensores Inalámbrica) son un tipo de red basada en la capacidad de comunicar sensores de bajo coste (también llamados motas o nodos) de forma inalámbrica. Estos sensores recogen la información de su medio y la transmiten, procurando el mínimo consumo energético posible. Todos los datos transmitidos se encaminan hacia un nodo central donde se podrán almacenar, procesar o encaminar al núcleo de la red.

Los sensores de estas redes suelen estar formados por los siguientes elementos:

- Bateria: Permite la alimentación y autonomía del dispositivo.
- CPU : Controla el dispositivo.
- Memoria: Almacena la información recogida por el dispositivo y el programa del mismo.
- Transceptor: Permite la comunicación del dispositivo con la red.
- Sensores (luz, humedad, presión, etc.): Recogen la información del ambiente.

Se pueden distinguir las siguientes topologías:

Topología en estrella simple: Los sensores están directamente conectados a la pasarela (un salto), lo que da resistencia a la red ante la caída de cualquier sensor.

Topología en estrella extendida: Los sensores se comunican con routers que hacen de intermediarios entre estos y la pasarela, permitiendo extender el rango de comunicación y las rutas

de encaminamiento (multi-salto).

Topología en malla: Los sensores actúan a la vez como routers, permitiendo ampliar mucho más el rango de la red y las rutas de encaminamiento (multi-salto), aunque complica la lógica a implementar en cada sensor.

Tecnologías de comunicación en redes de sensores inalámbricos

Los sensores que componen las WSN pueden utilizar distintos tipos de tecnologías inalámbricas que les permitan comunicarse. La utilización de una u otra tecnología dependerá de las necesidades que tenga la WSN, teniendo en cuenta sobre todo la distancia entre los elementos de la red, el ancho de banda necesario y la necesidad de ahorro energético, entre otros factores.

Actualmente, entre las tecnologías de comunicaciones inalámbricas se pueden distinguir tres grandes grupos según las características que se verán a continuación:

Tecnologías LAN (Red de Área Local) o Comunicaciones de corto alcance sobre dispositivos que no estén condicionados energéticamente, este tipo de tecnologías tienen una capacidad de comunicación media-alta y son normalmente estándares bien establecidos, por el contrario, son tecnologías de coste medio-alto. Las tecnologías más importantes que se encuentran en este rango son:

- Bluetooth
- Wi-Fi

Tecnologías celulares o comunicaciones de largo alcance orientadas a dispositivos móviles que no estén muy condicionados energéticamente y requieran una capacidad de comunicación media-alta. Tienen una gran cobertura a nivel mundial y un coste de despliegue alto:

Tecnologías 2G, 3G,4G y en breve 5G.

Tecnologías LPWAN: o Comunicaciones de largo alcance, enfocadas a dispositivos de bajo coste que estén condicionados energéticamente y que no necesiten una tasa de transmisión elevada. Por estos motivos se hacen idóneas para aplicaciones de Internet de las Cosas. En este tipo de tecnologías emergentes se encuentran:

- LoRaWAN
- Sigfox
- Otras: Emtc, NB-IoT, Nwave, Weightless

Comparativa entre las tecnologías inalámbricas antes mencionadas, donde se aprecia el compromiso

entre la menor cantidad de datos gestionada y el consumo de energía necesario para alimentar el dispositivo IoT.

TECNOLOGÍAS DE LPWAN

LPWAN es un tipo de comunicaciones inalámbricas de larga distancia y baja potencia, que permiten la comunicación entre dispositivos con una pequeña tasa de bits. Esto unido a una frecuencia de transmisión baja permite alargar la vida energética de los dispositivos. Además, estas tecnologías disponen de una gran cobertura, haciéndolas idóneas para el ámbito de las comunicaciones IoT.

Se comentarán las dos más conocidas:

LoRaWAN está pensada para que el cliente pueda crear su propia red con sensores, gateways, nodos y servidores.

En el ámbito técnico, esta tecnología se caracteriza por un gran alcance, de hasta 15 kilómetros, en los que se puede transmitir a una tasa de bits desde 0,3 kbps hasta 50 kbps. Esto significa que tiene una tasa de bits adaptativa, lo cual tiene dos funciones: optimizar la velocidad de transmisión en función de la distancia y aumentar la duración de la batería de los dispositivos hasta más de 10 años. La tipología de red usada es la de estrella simple, haciendo que los gateways actúen como encaminadores transparentes entre el servidor central y los dispositivos finales.

La comunicación entre los dispositivos finales y los gateways se realiza a través del protocolo LoRa. Esta comunicación es bidireccional y cifrada. Se realiza a través de las bandas de espectro libre (ISM), las cuales son: en Europa la banda de 433 y 868 MHz. Una vez en los gateways, se utiliza el protocolo TCP/IP con protección SSL para comunicarse en el núcleo de la red.

En Europa, LoRaWAN transmite entre las bandas 867 y 869 MHz, con una potencia de +14 dBm (25 mW).

Reglamento de radiofrecuencia en la banda de 865-868 MHz:

Parámetro	Datos técnicos
1 Frecuencia/Banda de frecuencias.	a) 865-865,6 MHz. b) 865,6-867,6 MHz. c) 867,6-868 MHz.
2 Canalización/Anchura de banda.	200 kHz.
3 Modulación.	No se especifica.
4 Separación dúplex.	No se aplica.
5 Nivel de potencia.	En banda a) 100 mW (p.r.a.). En banda b) 2 W (p.r.a.). En banda c) 500 mW (p.r.a.).
6 Servicio radioeléctrico/tipo de dispositivo.	Servicio móvil terrestre. Dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID).
Parámetros de información opcional	
7 Licencia/uso.	Sin licencia. Uso común.
8 Evaluación/notificación.	Clase II.
9 Norma técnica de referencia.	ETSI EN 302 208. CEPT ERC Rec.70-03. Decisión 2006/804/CE.
10 Otras observaciones.	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencia: UN-135.

Sigfox : Esta tecnología se basa en una infraestructura privada de antenas y servidores, desplegados por la propia empresa, que permiten ofrecer los servicios de cobertura y tratamiento de mensajes hasta ser recogidos en el servidor de Sigfox.

En el ámbito técnico, el enlace de radiofrecuencia de Sigfox cuenta con una tecnología bidireccional que se basa en la transmisión de mensajes muy pequeños, de hasta 12 bytes en el uplink y 8 bytes en el downlink.

Tiene un sistema en la nube donde desde la interfaz web es posible dar de alta los equipos, que funcionan por un ID único en vez de autenticación por tarjeta SIM como los teléfonos móviles.

Permite una amplia cobertura, que dependiendo de la zona donde se encuentre puede llegar desde los 30 a 50 km en zonas rurales hasta los 3 a 10 km en zonas urbanas, consiguiendo incluso cobertura en zonas subterráneas.

Conclusiones:

Las aplicaciones para las que está destinada la tecnología LPWAN, son aquellas que no necesiten transmitir una gran cantidad de información a lo largo del día, que no dependan prácticamente de la transmisión de mensajes en sentido descendente (Sigfox) y que requieran una larga vida de la batería. Dentro de estos requisitos, las aplicaciones que más se adaptan son aquellas que están compuestas por una red de sensores desplegada en zonas muy extensas y necesiten muy poco intercambio de datos.

PROTOCOLO ESP-NOW

ESP-NOW es un «nuevo» protocolo de comunicaciones vía radio que soportan los ESP8266 y ESP32, desarrollado por Espressif. Su principal objetivo es sustituir al Wifi permitiendo consumos de energía mucho más bajos y con ello mayor autonomía en dispositivos que funcionan con batería al permitir el envío de datos en pocos milisegundos, en lugar de los varios segundos (de 3 a 12 segundos) que se emplearían en realizarlas con Wifi.

Otra característica importante es el alcance de la señal ya que donde una comunicación wifi puede tener un alcance de 25 a 100 metros, con ESP-NOW podemos obtener fácilmente entre 100 y 500 metros de alcance, e incluso más, dependiendo de las condiciones.

ESP-NOW tiene una limitación en la cantidad de datos que puede enviar en unos 250 bytes. Por supuesto, nada nos impide hacer todas las transferencias independientes de datos (de 250 bytes cada una). Se admiten 10 pares encriptados como máximo en modo Station. Se admiten múltiples pares no encriptados, pero, el número total de nodos encriptados debe ser inferior a 20.

ESP-NOW se utiliza principalmente para sensores en entorno doméstico, por lo que no es muy importante si alguien tiene acceso a esos datos y el cifrado no suele ser algo imprescindible. Tampoco necesita ningún hardware adicional, mientras que para LoRa necesitaremos un módulo de radio LoRa por poner un ejemplo.

Aunque entre sus desventajas está la distancia máxima de transmisión ya que podemos cubrir un máximo de entre entre 100 y 500 metros, mientras que con LoRa podemos cubrir varios kilómetros.

Con ESP-NOW podemos enviar todos los datos que queremos en mensajes de 250 bytes, Con LoRa las comunicaciones son mucho más lentas y está limitado por normativa el porcentaje de tiempo que podemos transmitir, así como el espaciado en el tiempo entre diferentes transmisiones.

IoT EN LAS AULAS

La enseñanza de IoT en las aulas no es algo nuevo ya que desde hace años se han implementado asignaturas como “Control y Robótica”, en el caso de Institutos de educación secundaria, o materias con relación directa o transversal a dicho campo en los módulos de grado medio o superior de las familias profesionales de Electricidad y Electrónica e Informática y Comunicaciones.

En la mayoría de los casos ya sea por razones pedagógicas o por costumbre, es mayoritario el uso de las placas Arduino sin conectividad inalámbrica, lo cual limita en gran medida las posibles aplicaciones desarrolladas por el alumnado. El presente curso está orientado a conocer las diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica para su aplicación en el IoT y las posibilidades de desarrollo que pueden ofrecer tanto las placas Arduino convencionales, dotándolas de conectividad a bajo coste, como las nuevas placas de desarrollo de la familia ESP, dotadas de WIFI y mucho más baratas y potentes. En las páginas anteriores se ha presentado una síntesis de las tecnologías de comunicación inalámbricas para continuar en los siguientes puntos con el desarrollo de ejemplos de las diferentes tarjetas a nivel local y con conectividad inalámbrica. Desarrollaremos el uso del protocolo Mqtt, la configuración y uso de los brokers Adafruit y Arduino cloud, y las Apps de control IoT asociadas para concluir con el uso de telegram y email con esp8266/esp32. Los anexos referentes a la configuración del servidor Mosquitto privado y el uso de los protocolos ssh y ESP-NOW solo serán tratados en caso de que se disponga de tiempo durante el curso teniendo en cuenta el gran número de prácticas previstas programadas.

TABLA COMPARATIVA ESP8286/ESP32/ARDUINO

	ESP01S	ESP8266 WeMos D1 Mini	ESP32 NodeMCU	Arduino NANO 3	Arduino UNO R3	Arduino UNO WIFI R2
Microcontrolador	ESP8266	ESP8266	ESP32	ATmega328p	ATmega328p	ATmega4809
Tensión de funcionamiento	3,3V	3,3V	3.3V	5V	5V	5V
Consumo de corriente	15 µA – 170 mA	20 mA – 140 mA	20 mA – 240 mA	19 mA – 180 mA	45 mA – 80 mA	50 mA – 150 mA
Pines de E/S digitales	2	11	36	14	14	14
Pines de E/S digitales con PWM	2	11	36	6	6	5
Pines de entrada analógica	1	1	15	8	6	6
SPI/I2C/I2S/UART	1/1/1/1	1/1/1/1	4/2/2/2	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/1
Corriente CC por pin de E/S	12 mA		20 mA	40 mA	40 mA	40 mA
Corriente de CC para 3.3V Pin			40 mA	50 mA	150 mA	150 mA
Memoria flash	1 MB	4 MB	4 MB	32 KB	32 KB	48 KB
Velocidad de reloj	80 MHz / 160 MHz	80 MHz / 160 MHz	80 MHz / 160 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz
WIFI	sí	sí	sí	no	no	sí
Bluetooth	no	no	sí	no	no	no

Mqtt(MQ telemetry transport)

Mqtt es un protocolo de comunicaciones ligero que fue ideado para la transmisión de pequeñas cantidades de información. Requiere poco ancho de banda y está pensado para funcionar sobre conexiones de baja calidad y en dispositivos de bajo consumo. En este protocolo existen dos entidades, el bróker y el cliente. La comunicación se basa en un mecanismo de publicación y suscripción.

Los mensajes tienen dos partes, el topic o tema que es el nombre con el que se identifica el mensaje y la carga o payload que es la información incluida en el mensaje(bytes).

Brokers MQTT en la nube

Se pueden usar brokers públicos ya sea de forma gratuita (con sus correspondientes limitaciones) o por suscripción anual. También puede usarse un bróker personal que debe configurarse en un ordenador (preferiblemente tipo raspberry) que debe estar permanentemente conectado a la red y que tiene la ventaja de ser gestionado por nosotros mismos.

Telegram y email con esp8266/esp32/arduino

El uso de Telegram como medio de notificación y control de eventos añade un plus muy interesante en el uso de IoT. En primer lugar, las notificaciones son instantáneas y el control de sensores también y todo ello sin necesidad de cargar Apps específicas como las anteriormente comentadas.

Uso de broker privado “mosquitto”

Si no queremos depender de proveedores externos de servicio mqtt existe la posibilidad de usar un broker privado. El más conocido y usado es el programa “Mosquitto” ya que es un software muy ligero que puede correr en miniordenadores tipo Raspberry u Orange Pi y que por su reducido volumen y bajísimo consumo pueden usarse como servidores permanentes para nuestros proyectos IoT sobre mqtt.

Para poder acceder a nuestro servidor personal desde la red internet es obligatorio que nuestro acceso a internet no sea mediante CG-NAT(Traducción de direcciones de red de nivel de operador).

Esta práctica que realizan algunos operadores permite conectar a Internet varios clientes simultáneamente utilizando sólo una dirección IPv4 pública y así mitigar la limitación que tiene el protocolo IPv4 para cubrir la demanda de servicios de acceso a Internet.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.