

Sistemas Embebidos

Tema 3: Middleware

copyright © 2021, equipo docente

Contenidos

1. Protocolos de comunicación
2. Protocolo MQTT
3. Sistemas de registro y almacenamiento distribuido

1. Protocolos de comunicación

- ▶ Un **protocolo** de comunicación es un conjunto de normas que definen cómo deben comunicarse dos o más elementos.
- ▶ Tipos de comunicación IoT
 - ▶ Comunicación entre dispositivos IoT (Machine-to-Machine – M2M)
 - ▶ Comunicación entre dispositivos IoT y un elemento central (Cloud)
- ▶ Características de los procesos de comunicación IoT
 - ▶ Comunicación frecuente
 - ▶ Volumen de datos elevado
 - ▶ Dependiente de la aplicación

1. Protocolos de comunicación

► Tipos de **protocolos** de comunicación IoT

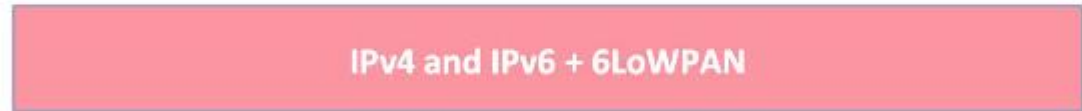
5. Capa de aplicación
Application level



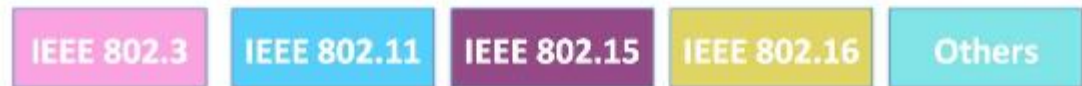
4. Capa de transporte
Transport level



3. Capa de red
Network level



2. Capa de enlace
Data link level



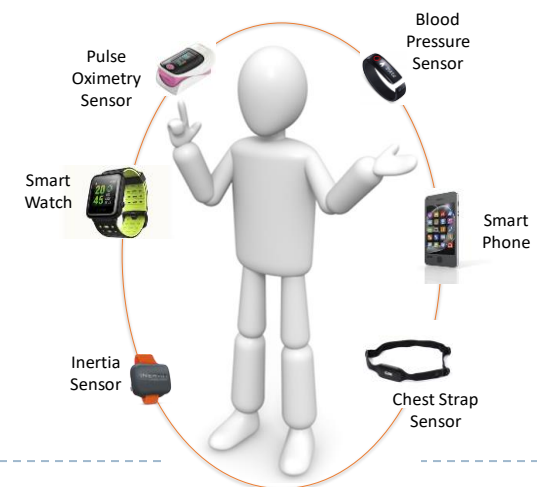
1. Protocolos de comunicación – capa de enlace

- ▶ **Proyecto 802:** conjunto de protocolos para la creación y comunicación de redes de área local (LAN – Local Area Network).
 - ▶ **IEEE 802.3:** protocolo para creación de redes LAN mediante conexión por cable (Ethernet) (<http://www.ieee802.org/3/>).
 - ▶ **IEEE 802.11:** protocolo para creación de redes LAN mediante conexión inalámbrica (<http://www.ieee802.org/11/>).

Wi-Fi (Wireless Fidelity, Fidelidad inalámbrica)

- ▶ **IEEE 802.15:** protocolo para creación de redes LAN inalámbricas de ámbito personal (WPAN - wireless personal area networks) (<http://www.ieee802.org/15/>).
 - ▶ IEEE 802.15.1: Bluetooth
 - ▶ IEEE 802.15.4: ZigBee
 - ▶ IEEE 802.15.6: Bluetooth Low-Energy

Body Area Network (BAN)



1. Protocolos de comunicación – capa de enlace

- ▶ **IEEE 802.15.4w - Redes LPWAN** (Low Power Wide Area Network): de redes para dispositivos de baja potencia y reducido consumo energético.
 - ▶ Cubren grandes superficies con eficiencia (<20 Km) y se presentan como una buena alternativa ante las actuales tecnologías móviles de comunicación.
 - ▶ Debido a su bajo consumo, los elementos finales (sensores) se pueden alimentar con baterías.
 - ▶ Reducida capacidad de transmisión de datos.
 - ▶ Utilizan espectro radioeléctrico no licenciado de la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical).

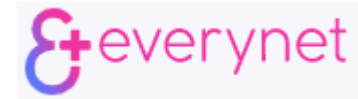
1. Protocolos de comunicación – capa de enlace

- ▶ **IEEE 802.15.4w - Redes LPWAN** (Low Power Wide Area Network)
- ▶ **Sigfox:** Red desplegada por un operador de comunicaciones. Los dispositivos que quieran acceder al servicio de transmisión de datos deben suscribirse y es de pago. Es la primera tecnología de este tipo aplicada en España.
- ▶ **LoRaWAN:** protocolo muy extendido para desplegar redes propias autogestionadas. Este modelo tecnológico permite implantar redes en cualquier lugar. No hay que pagar para acceder a la red si ésta es pública.
- ▶ **NB-IoT:** se trata de una tecnología de operador dispensada por las mismas compañías de telecomunicaciones que nos ofrecen los servicios de telefonía móvil. Está basada en tarjetas SIM de pago para acceder a la red.



1. Protocolos de comunicación – capa de enlace

- ▶ **IEEE 802.15.4w - Redes LPWAN** (Low Power Wide Area Network)
- ▶ **LoRaWAN:** Redes:
 - ▶ Everynet (<https://www.everynet.com/>)
 - ▶ The Things Network (<https://www.thethingsnetwork.org/>)
 - ▶ Redexia IoT network (<https://www.redexia.com/>)



1. Protocolos de comunicación – capa de enlace

- ▶ **IEEE 802.16:** protocolo para creación de redes de computadores inalámbricas de área metropolitana (<http://www.ieee802.org/16/>).
- ▶ WirelessMAN: Wireless Metropolitan Area Networks
- ▶ WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access (rango 50 Km)

1. Protocolos de comunicación – capa de red

- ▶ **Protocolo IP (Internet Protocol):** protocolo de comunicación de datos digitales. Define el direccionamiento y enrutamiento de los paquetes de datos.
- ▶ **Dirección IP:** identificador que identifica de manera lógica y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo.
 - ▶ IPv4 (<https://tools.ietf.org/html/rfc791>): esquema de direcciones de dispositivos de 32 bits.
 - ▶ IPv6 (<https://tools.ietf.org/html/rfc2460>) : esquema de direcciones de dispositivos de 128 bits (La implantación de IPv6 en España en junio de 2019 es del 2.28%).
- ▶ **IPv6 / WPAN** (IPv6 over Wireless Personal Area Networks): Protocolos que hacen posible que dispositivos como los nodos de una red inalámbrica puedan comunicarse directamente con otros dispositivos IP.
 - ▶ **6LoWPAN:** estándar que posibilita el uso de IPv6 sobre redes basadas en el estándar IEEE 802.15.4. (<https://tools.ietf.org/html/rfc4944>) .
 - ▶ **IPv6 over BLE:** estándar que posibilita el uso de IPv6 sobre redes basadas en el estándar IEEE 802.15.6 (<https://tools.ietf.org/html/rfc7668>).

1. Protocolos de comunicación – capa de transporte

- ▶ **Protocolo TCP (Transmission Control Protocol):** Protocolo orientado a conexión (<https://tools.ietf.org/html/rfc793>).
 - ▶ El protocolo TCP requiere del establecimiento de una conexión antes del envío de los datos.
 - ▶ Establece un mecanismo complejo de control de errores. Es una forma segura de intercambio de datos.
 - ▶ En el protocolo TCP los datos se entregan en el mismo orden en el que se enviaron.
 - ▶ Establece mecanismos de control de flujo y control de congestión.
 - ▶ Este protocolo permite diferenciar las aplicaciones, ya sean emisoras o receptoras, dentro de una misma máquina. Para ello, recurre al concepto de puerto.
- ▶ **Concepto de puerto lógico:** El Puerto Lógico es una zona, o localización, de la memoria de un computador que se asocia con un canal de comunicación, y que proporciona un espacio para el almacenamiento temporal de los datos.

1. Protocolos de comunicación – capa de transporte

- ▶ **Protocolo UDP (User Datagram Protocol):** Protocolo no orientado a conexión (<https://tools.ietf.org/html/rfc768>).
 - ▶ Permite el envío de datos a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que los propios datagramas de datos incorporan suficiente información de direccionamiento.
 - ▶ No ofrece ninguna garantía de seguridad e integridad de los datos (esta función se delega en la capa de aplicación si fuera necesario).
 - ▶ No implementa mecanismos de control de flujo ni de control de congestión.
 - ▶ Protocolo más ligero que el TCP.
 - ▶ Reduce el tiempo de transmisión respecto al TCP.
 - ▶ Utiliza también el concepto de puerto lógico.

1. Protocolos de comunicación – capa de aplicación

- ▶ **HTTP (Hyper Text Transport Protocol):** Protocolo de comunicación que permite las transferencias de datos en Internet (<https://tools.ietf.org/html/rfc2616>).
 - ▶ Protocolo basado en envío/recepción de datos de tipo texto. Un mensaje HTTP puede contener HTML web, JavaScript, JSON (JavaScript Object Notation), XML, etc.
 - ▶ Se basa en una arquitectura Cliente/Servidor para el envío de mensajes.
 - ▶ Utiliza TCP como protocolo de transporte.
- ▶ **HTTPS (Hyper Text Transport Protocol Secure):** Protocolo de comunicación que permite las transferencias de datos seguras en Internet (<https://tools.ietf.org/html/rfc2818>).
 - ▶ Establece un canal seguro para la comunicación de los datos.
 - ▶ El servidor presenta un certificado que lo autentica como un proveedor genuino y confiable.
 - ▶ Se crea una comunicación cifrada de mensajes. Normalmente, se utiliza un certificado SSL.

1. Protocolos de comunicación – capa de aplicación

- ▶ **WAMP (Web Application Messaging Protocol):** protocolo abierto que se ejecuta sobre WebSockets.
- ▶ **TOMP (Streaming Text Oriented Messaging Protocol):** protocolo muy simple que busca la máxima interoperabilidad. Se emplea HTTP para transmitir mensajes de texto.
- ▶ **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport):** Protocolo de comunicación publicación/suscripción muy ligero para envío de mensajes (<http://mqtt.org/>).
- ▶ **CoAP (Constrained Application Protocol):** es un protocolo diseñado especialmente para aplicaciones de baja capacidad (<https://coap.technology/>).

2. Protocolo MQTT

▶ **MQTT: Características:**

- ▶ Arquitectura Cliente/Broker para el envío de mensajes.
- ▶ Modelo publicación/suscripción.
- ▶ Es escalable y asíncrono.
- ▶ Utiliza TCP como protocolo de transporte.
- ▶ Modos de funcionamiento:
 - ▶ **QoS0 (At most once):** El mensaje se envía pero no se recibe confirmación de recepción.
 - ▶ **QoS1 (At least once):** Se asegura que el mensaje es entregado al menos una vez, pero pueden recibirse duplicados.
 - ▶ **QoS2 (Exactly once):** El modo más fiable y que más ancho de banda consume. Se controlan los duplicados para garantizar que el mensaje es entregado una única vez.

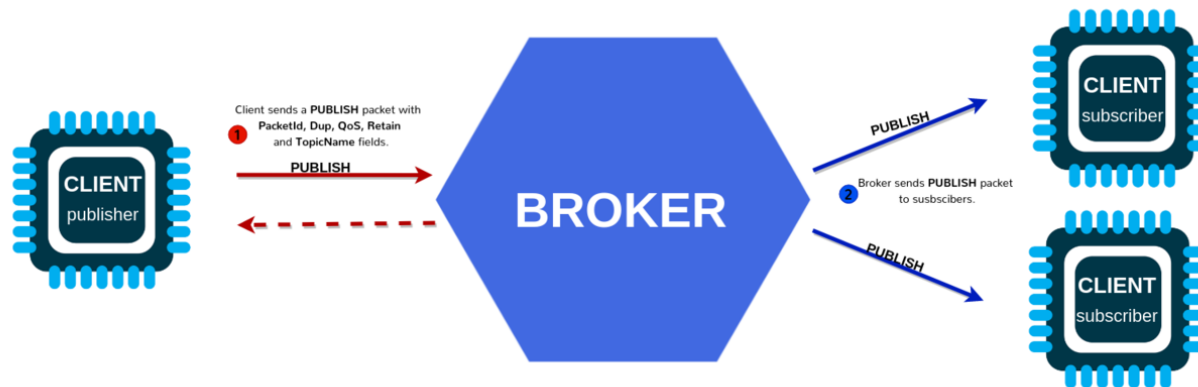
▶ **MQTT-SN (Message Queuing Telemetry Transport – Sensor Network):** Protocolo MQTT que utiliza UDP como protocolo de transporte.

(https://www.oasis-open.org/committees/download.php/66091/MQTT-SN_spec_v1.2.pdf)

2. Protocolo MQTT

► Arquitectura Cliente/Broker

- Sistema de comunicación distribuido.
- Se desacoplan los servicios de envío (clientes) y recepción de mensajes (Servidores).
- El comportamiento del agente “Broker” es el responsable de coordinar la comunicación:



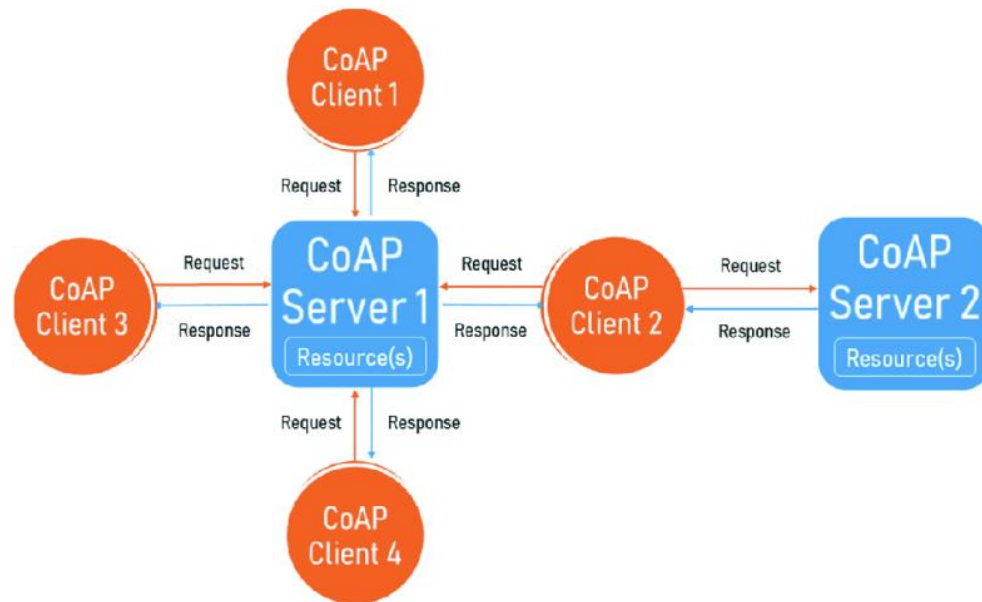
2. Protocolo MQTT

▶ **Arquitectura Cliente/Broker**

- ▶ El concepto de “topic” (tema) coordina la comunicación entre clientes que envían y los que reciben los mensajes.
- ▶ Un “topic” se representa mediante una cadena y tiene una estructura jerárquica. Cada jerarquía se separa con ‘/’. Ejemplo: “SE/practica/estudiante”.
- ▶ Un Cliente puede suscribirse a un “topic” concreto, o a varios: “SE/practica/#”.

2. Protocolo CoAP

- ▶ **Constrained Application Protocol (RFC 7252)**
 - ▶ Sigue la arquitectura Cliente/Servidor para el envío de mensajes.
 - ▶ Está basado en un protocolo web que implementa el modelo REST de HTTP.
 - ▶ Orientado a la comunicación entre dispositivos de bajo consumo.
 - ▶ Es escalable y asíncrono.
 - ▶ Utiliza UDP como protocolo de transporte.



2. Protocolo CoAP

► **Constrained Application Protocol (RFC 7252)**

► Tipos de mensajes:

- Mensajes sin confirmación (NON).
- Mensajes con confirmación (CON): Requiere que el receptor confirme su recepción.
- Mensaje de confirmación (ACK): Mensaje de respuesta como confirmación a un mensaje CON.
- Mensaje de restablecimiento (RST): Este mensaje se da como respuesta a un mensaje (CON o NON) recibido pero que el receptor es incapaz de procesar.

► Comparativa MQTT vs CoAP:

Application Layer	CoAP	MQTT	
Transport Layer	UDP	TCP	
Network Layer	IPv6	ICMPv6	RPL
Adaptation Layer	BLE 6LoWPAN		
Physical and Link Layer	IPSP		
	SoftDevice		

(<https://www.pickdata.net/es/noticias/mqtt-vs-coap-mejor-protocolo-iot>)