

# Redes

## Tema 2: Internet of Things

Oscar García Lorenzo

Escola Politécnica Superior de Enxeñaría

# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparaciones
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# Índice

- 1 **Introducción**
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparacións
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# Internet das Cousas

## Internet of Things (IoT)

- Internet para aparellos sinxelos (desde o punto de vista da capacidade computacional)
  - Lámpadas, termostatos, neveiras, cafeteiras, interruptores. . .
- Teñen pouca capacidade computacional
  - Non poden procesar protocolos complexos
- Baixo consumo
  - Teñen que usar medios de transmisión de baixo consumo
  - IEEE 802.15.4 low-rate wireless personal area network (LR-WPAN)
    - 6LoWPAN Low-Power Wireless Personal Area Networks
    - Zigbee

# Internet das Cousas

## Internet of Things (IoT)

- Os protocolos estándar de internet non se axustan
- Hai moitos protocolos deseñados para IoT, en constante evolución
- Algunhas solucións parecen comúns:
- Uso común do broadcast (difusión)
  - Capacidade computacional:
    - Desvíase parte da xestión a un servidor intermedio
    - Simplifícase o protocolo, mensaxes curtas, en binario
  - Baixo consumo
    - Uso de subscripción/publicación
    - Uso de colas
    - Capa de enlace de baixo consumo
    - Xeralmente asíncronos

# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP**
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparacións
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# AMQP

## Advanced Message Queuing Protocol

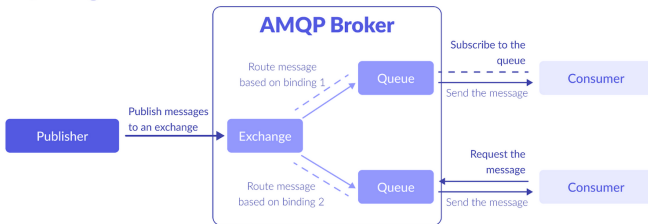
- Inicialmente desenvolto para aplicacións financeiras
- AMQP 1.0 desde 2012, xa para IoT, non compatible cos anteriores
- Estándar ISO en 2014
- A capa de transporte soe ser TCP, pero non é necesario
- É bastante complexo, aberto, para moitas casuísticas
  - Punto a punto
  - Publicar/Suscribir
  - E máis
- Úsase para proxectos a gran escala
  - Necesidade de seguridade e interoperabilidade
- Moitas opcións de seguridade

# AMQP

## Broker (servidor)

- Responsable de crear as conexións
- Enruta as mensaxes
- Mantén colas no lado do cliente

### Advanced Message Queuing Protocol

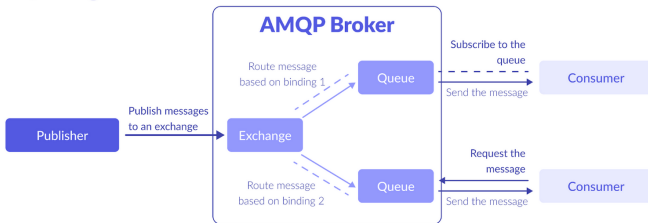




## Exchange

- Diferentes tipos
- Poden dirixir as mensaxes por chave, polo contido da cabeceira, mandalos a todos, polo nome do tema ...

## Advanced Message Queuing Protocol



# AMQP

## Frame (marco)

- Formato das mensaxes
- En binario
- Pode levar bastante información

### Frame Header

Size (4 Bytes)

Offset (1 Byte)

Type [0x00 - AMQP, 0x01 - SASL] (1 Byte)

Channel-ID (2 Bytes)

### Performative (at Size-offset \* 4)

Open, Begin, Attach, Flow, Transfer, Disposition, Detach, End, Close

### Payload

AMQP Message Data

# AMQP

- open (conexión): Negocia os parámetros da conexión entre o broker e o cliente
- begin (sesión): Indica que se inicia a conexión
- attach (enlace): A mensaxe inclúe un enlace necesario para usar a transferencia de datos
- flow: Cambia o estado do enlace
- transfer: O contido da mensaxe
- disposition: Información sobre o envío
- detach (enlace): Elimina o enlace
- end (sesión): Terminarase a conexión
- close (conexión): Termina a conexión e non se enviarán máis mensaxes

# AMQP

- Os enlaces (link) indican que se vai comunicar
- O fluxo (flow) indica a dirección do enlace
  - Pódese usar para controlar o ratio de chegada de mensaxes
- As mensaxes teñen que chegar a "settled": tanto o receptor como o emisor usan mensaxes de *disposition* para asegurarse de que a información chegou
  - Leuse polo menos 1 vez
  - Leuse como moito 1 vez
  - Leuse exactamente 1 vez
- Os enlaces pódense agrupar en sesións
  - Comunicación bidireccional

# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP
- 3 MQTT**
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparacións
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# MQTT

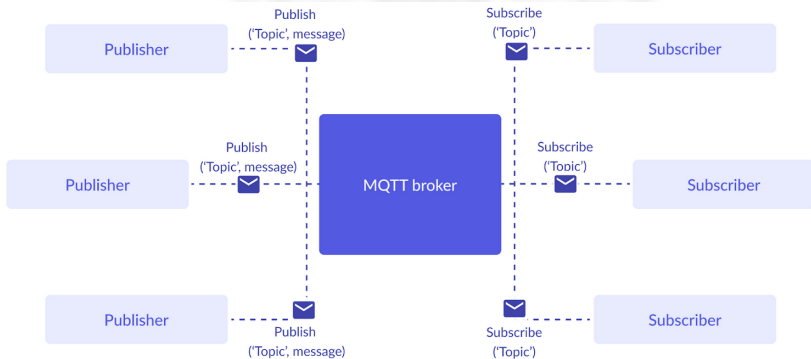
## MQTT

- O nome ven de Message Queue Telemetry Transport, pero xa non usa colas, así que non é un acrónimo
- ISO estándar MQTT 3.1 2014
- MQTT 5.0 2019
- Usa TCP/IP no transporte/rede
- MQTT-SN (MQTT for Sensor Networks) para non TCP/IP (Zigbee)
- Máis sinxelo que AMQP, para sensores/pequenos aparellos/robots
- Escala ata millóns de aparellos
- Compatible coa web (HTTP) mediante WebSockets

# MQTT

- Un *Broker* xestiona as mensaxes
- Os clientes non teñen direccións
- As mensaxes publicanse a un tema (topic)
  - Difusión (broadcast) desde o *Broker*
- Os clientes suscribinse a un tema (topic)
- Non hai conexión directa entre clientes
- Os clientes mandan ACKs ao *Broker*
  - Mensaxes *keepalive* periódicos (60 s) para indicar que seguen conectados
- Quality of Service:
  - Leuse polo menos 1 vez
  - Leuse como moito 1 vez
  - Leuse exactamente 1 vez

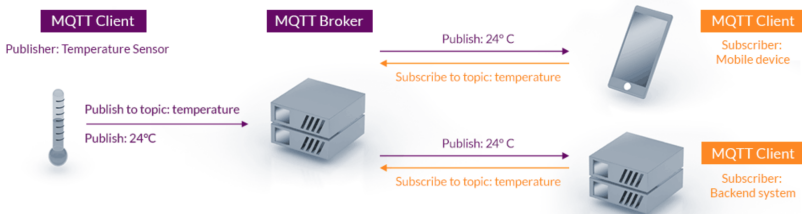
# MQTT



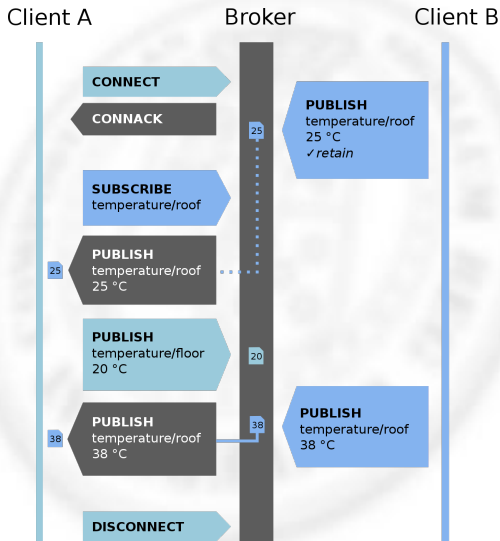


# MQTT

## MQTT Publish / Subscribe Architecture



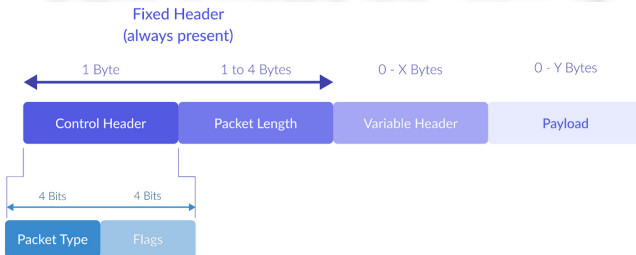
# MQTT



# AMQP

## Frame (marco)

- En binario
- Pensados para sensores
  - Mensaxes pouco frecuentes
  - Pequeno ancho de banda



For Example:  
CONNECT, PUBLISH

# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP**
- 5 ROS
- 6 Comparacións
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# CoAP

## Constrained Application Protocol

- Baseado inicialmente en HTTP (2015)
  - Subconxunto de mensaxes (GET, PUT, POST y DELETE)
  - Subconxunto de respostas (not found, bad request ...)
  - En binario
  - Modelo Petición/Resposta
- Sobre UDP, IP (so IPv6, en principio)
- Pode ter un servidor coma as anteriores
  - En 2019 soporte para TCP, WebSockets
- Aínda non estandarizado, versión de 2021

# CoAP

## Constrained Application Protocol

- Ao ser similar a HTTP comunícase facilmente
  - A través dun servidor que convirte dun a outro
- As mensaxes poden requirir ACK ou non
  - No campo *type*: *confirmable*, *non-confirmable*
- Permite comunicación síncrona e asíncrona
  - A síncrona é como HTTP: GET (entre outras) e RESPONSE (ACK)
  - En asíncrona o servidor envía un ACK de recibo, e RESPONSE coa información cando a teña
    - Pódese usar un *token* para vincular as mensaxes
    - Se finalmente non se pode enviar a RESPONSE ten unha mensaxe de RESET para que se volva a enviar GET
- Permite facer subscripción/publicación

# CoAP

## CoAP Métodos

- Usa URI (identificador de recursos uniforme)
  - Similar a URL, pero URL poden cambiar, URI son fixos
- GET: obtén información
- POST: crea un novo recurso URI
- PUT: actualiza un recurso URI
- DELETE: elimina un recurso URI

# CoAP

CoAP Header

Octet offset		0							1							2							3										
	Bit offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4	32	ver		type		token length		request/response code								message ID																	
8	64	token (0–8 bytes)																															
12	96																																
16	128	options (if available)																															
20	160	1	1	1	1	1	1	1	1	payload (if available)																							

[https://en.wikipedia.org/wiki/Constrained\\_Application\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Constrained_Application_Protocol)



# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS**
- 6 Comparacións
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# ROS

## Robot Operating System

- Transporte/rede: variación de TCP/IP: TCPROS
  - Sockets TCP/IP estándar
  - Engade unha cabeceira extra co tipo de datos e entrutado
- Aplicación: XML-RPC sobre HTTP
  - Extensible Markup Language-Remote Procedure Call
  - RPC é do 1976, máis antigo que internet
  - Usa POST de HTTP para enviar a RPC, como XML
  - XML: entrada para o método
  - XML: unha entrada para cada argumento co valor/nome/tipo

# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparacións**
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# Comparacións

- Pódense usar diversos protocolos para o mesmo problema
- Buscar en Google Scholar "mqtt coap comparison"
- Popular usar MQTT ou CoAP para redes de robots
  - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915038193>
  - [https://www.researchgate.net/publication/329990418\\_Real\\_Performance\\_Evaluation\\_On\\_MQTT\\_and\\_COAP\\_Protocol\\_in\\_Ubiquitous\\_Network\\_Robot\\_Platform\\_UNRPF\\_for\\_Disaster\\_Multi-robot\\_Communication/link/5c27b53c458515a4c700a98d/download](https://www.researchgate.net/publication/329990418_Real_Performance_Evaluation_On_MQTT_and_COAP_Protocol_in_Ubiquitous_Network_Robot_Platform_UNRPF_for_Disaster_Multi-robot_Communication/link/5c27b53c458515a4c700a98d/download)

# Índice

- 1 Introducción
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparacións
- 7 Zigbee**
- 8 Fontes

# ZigBee

## ZigBee

- É un *stack* de protocolos completo, como TCP/IP ou Bluetooth
- Define as capas de aplicación, rede, MAC (Medium Access Control) e física
- Na de rede e física:
  - Usa variacións de IEEE 802.15.4 con CSMA-CA (Tema 5)
  - Pode usar *Guaranteed Time Slot (GTS)* onde o coordinador da un quantum de tempo a cada aparello

# ZigBee

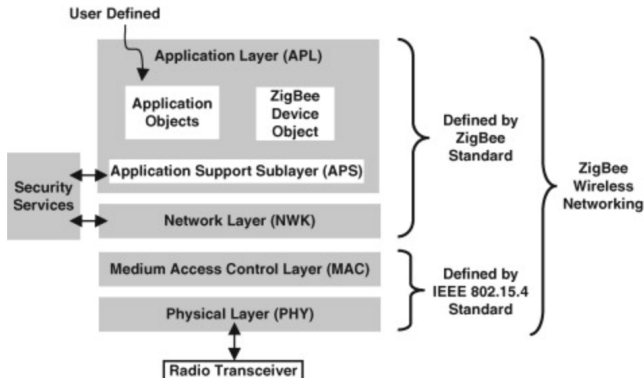
## ZigBee

- Crea unha rede de ata 65536 nodos
  - Direccións de 16 bits
  - *Coordinator (ZC)*:
    - Hai exactamente 1 por rede
    - Fai de ponte con outras redes e de raíz desta
    - Conecta os aparellos e routers
  - *Router (ZR)*:
    - Poden correr unha aplicación e pasar datos entre aparellos
  - *En Device (ZED)*:
    - O aparello, so pode falar co nodo pai (ZC ou ZR)
    - Pode estar durmido a maior parte do tempo

# ZigBee

## ZigBee

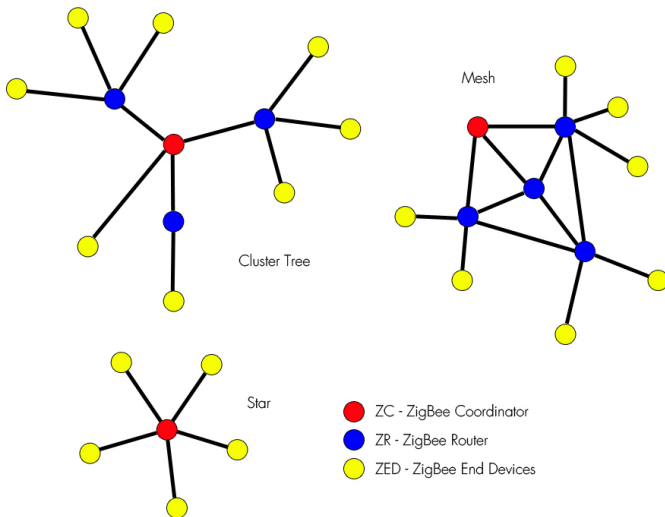
- A capa de aplicación divídese entre a común (que se distribúe en librarías) e as propias de cada aparello/rede (que hai que programar/as da o fabricante)





# ZigBee

## ZigBee Topologies



# Índice

- 1 Introducci3n
- 2 AMQP
- 3 MQTT
- 4 CoAP
- 5 ROS
- 6 Comparaci3ns
- 7 Zigbee
- 8 Fontes

# fontes das imaxes

- <https://www.macrometa.com/iot-infrastructure/amqp-vs-mqtt>
- <https://mqtt.org/>
- <https://www.assured-systems.com/uk/news/article/what-is-a-zigbee-network/>