

ARQUITECTURA Y CONECTIVIDAD

Profesor: Jorge Morales

Alumno: Fernando Gimenez Coria

Módulo I: Protocolo de Comunicaciones

Informe trabajo práctico #1

Actividades:

Apartado 2) TP#1:

¿Cómo se comunican los dispositivos IoT?, Esquematizar y ejemplificar.

La Internet de las Cosas (IoT) se caracteriza por la interconexión de dispositivos físicos –tales como sensores, actuadores, cámaras, medidores, entre otros, que se comunican para recolectar, transmitir y procesar información. La finalidad principal es capturar datos en tiempo real y, a partir de éstos, automatizar procesos, optimizar recursos y tomar decisiones informadas.

En esencia, la comunicación en IoT se apoya en la integración de hardware y software. Esto implica que los dispositivos no sólo capturan datos sino que también deben transmitirlos de forma eficiente y segura a sistemas de procesamiento (locales o en la nube) mediante protocolos de comunicación específicos.

Antes de entrar en detalles técnicos, es útil considerar las tres capas fundamentales de la arquitectura de IoT:

- **Dispositivos/End Points:** Son los nodos que capturan la información del entorno (mediante sensores) y pueden, a su vez, ejecutar acciones (actuadores).
- **Gateways/Concentradores:** Actúan como intermediarios; recogen datos de varios dispositivos y los transmiten, muchas veces realizando procesamiento local (edge computing) para reducir la latencia o filtrar datos antes de enviarlos a la nube.
- **Nube/Servidores:** Son sistemas donde se centraliza el almacenamiento y análisis de datos, permitiendo además la implementación de aplicaciones de control, visualización y toma de decisiones.

Arquitectura de Comunicación en IoT: Esquema General

Para comprender cómo se comunican los dispositivos IoT, se puede esquematizar la comunicación en tres niveles:

1. Comunicación Directa entre Dispositivos:

Algunos dispositivos pueden comunicarse directamente entre sí mediante tecnologías de corto alcance. Por ejemplo, en un entorno de domótica, una bombilla inteligente puede sincronizarse con un sensor de movimiento usando protocolos como Zigbee o Bluetooth Low Energy (BLE).

Esta comunicación generalmente forma una red en malla (mesh network), lo que incrementa la resiliencia y el alcance de la red sin depender exclusivamente de un concentrador central.

2. **Comunicación a través de un Gateway:**

En la mayoría de las implementaciones IoT, los dispositivos se comunican a través de un gateway.

○ **Función del Gateway:**

- Recibe datos de múltiples dispositivos mediante protocolos como Zigbee, LoRaWAN, NB-IoT, Wi-Fi o Bluetooth.
- Realiza tareas de pre-procesamiento o “edge computing”, reduciendo la carga de datos que deben enviarse a la nube.
- Transmite la información recopilada hacia un servidor (en la nube o local) usando protocolos de red, como MQTT, HTTP o CoAP.

○ **Ejemplo Práctico:**

En una ciudad inteligente, los sensores instalados en postes de luz o señales de tráfico envían datos al gateway local, el cual los envía en lotes o en tiempo real a un centro de control para gestionar la iluminación y el flujo vehicular.

3. **Comunicación con la Nube:**

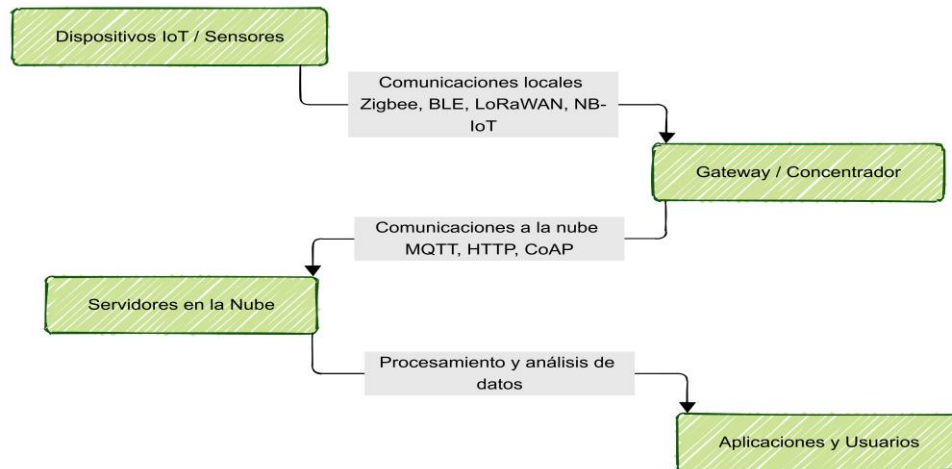
La comunicación con la nube permite el almacenamiento y procesamiento masivo de datos. Esto es esencial para:

- Analizar grandes volúmenes de información en tiempo real.
- Aplicar algoritmos de inteligencia artificial o machine learning.
- Proveer interfaces de usuario (dashboards) para la monitorización de la red.

○ **Ejemplo Práctico:**

Sistemas como AWS IoT Core o Azure IoT Hub permiten la conexión y gestión de miles de dispositivos, proporcionando además funciones de seguridad y administración de dispositivos.

A continuación se muestra un diagrama esquemático que ilustra este flujo de comunicación:



Protocolos y Tecnologías de Comunicación en IoT

Existen múltiples protocolos y tecnologías que permiten la comunicación entre dispositivos IoT. A continuación, se detallan algunos de los más comunes:

a) Protocolos de Comunicación a Nivel de Aplicación

- **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport):**

Es un protocolo ligero diseñado para conexiones de baja latencia y con poco consumo de ancho de banda. Ideal para redes IoT, MQTT funciona con un modelo “publica/suscribe”, lo que permite que dispositivos se comuniquen de forma asíncrona.

- *Ejemplo:* Sensores ambientales que envían lecturas periódicas a un broker MQTT, el cual distribuye los mensajes a aplicaciones de monitorización.

- **CoAP (Constrained Application Protocol):**

Diseñado para dispositivos con recursos limitados, CoAP utiliza el modelo cliente/servidor similar a HTTP, pero de manera más eficiente en términos de comunicación y consumo de energía.

- *Ejemplo:* Dispositivos de medición de consumo energético en edificios, que notifican cambios significativos a través de CoAP.

b) Protocolos y Tecnologías de Comunicación a Nivel Físico y de Enlace

- **Wi-Fi y Ethernet:**

Usados principalmente en entornos donde la alta velocidad y la gran cantidad de datos son importantes, como en aplicaciones industriales o en oficinas inteligentes.

- **Bluetooth / BLE:**

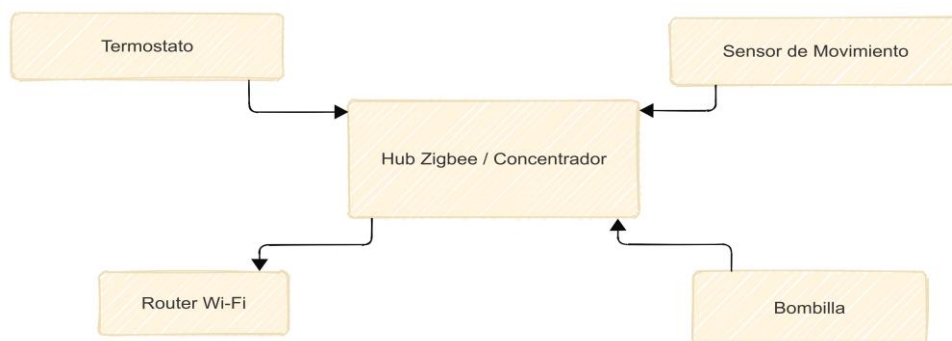
Ideal para comunicaciones de corto alcance y aplicaciones que requieren bajo consumo de energía.

- *Ejemplo:* Wearables o dispositivos de asistencia en el hogar.

- **Zigbee:**

Diseñado para aplicaciones de domótica y control de iluminación, Zigbee utiliza una red en malla que permite interconectar cientos o incluso miles de dispositivos.

- *Ejemplo:* El sistema de iluminación Philips Hue, donde las bombillas y sensores se comunican a través de un hub central mediante Zigbee.
- *Diagrama Simplificado de una red Zigbee:*



- **LoRa y LoRaWAN:**

LoRa es el protocolo a nivel físico que permite comunicaciones a largas distancias con bajo consumo de energía, mientras que LoRaWAN (que opera en niveles superiores) se encarga de la gestión de direcciones y la coordinación en la red.

- *Ejemplo:* Sensores en una red agrícola que monitorean la humedad del suelo; cada sensor transmite la información a un gateway mediante LoRa y este la remite a un sistema central para análisis y acciones de riego.

- **NB-IoT (Narrowband IoT):**

Esta tecnología utiliza bandas estrechas del espectro celular para ofrecer comunicaciones de largo alcance y muy bajo consumo de energía, ideal para dispositivos que se comunican de forma infrecuente (por ejemplo, medidores inteligentes en zonas de difícil acceso).

- *Ejemplo:* Medidores de agua instalados en sótanos o áreas remotas que, gracias a NB-IoT, transmiten lecturas periódicas a una central de datos.

Cada una de estas tecnologías tiene sus ventajas y limitaciones; la elección adecuada depende del caso de uso (por ejemplo, alcance, consumo de energía, costo y densidad de dispositivos).

Ejemplos Prácticos y Casos de Uso

Para ilustrar de forma concreta cómo se comunican los dispositivos IoT, presentamos dos ejemplos:

Ejemplo 1 – Smart Home (Hogar Inteligente):

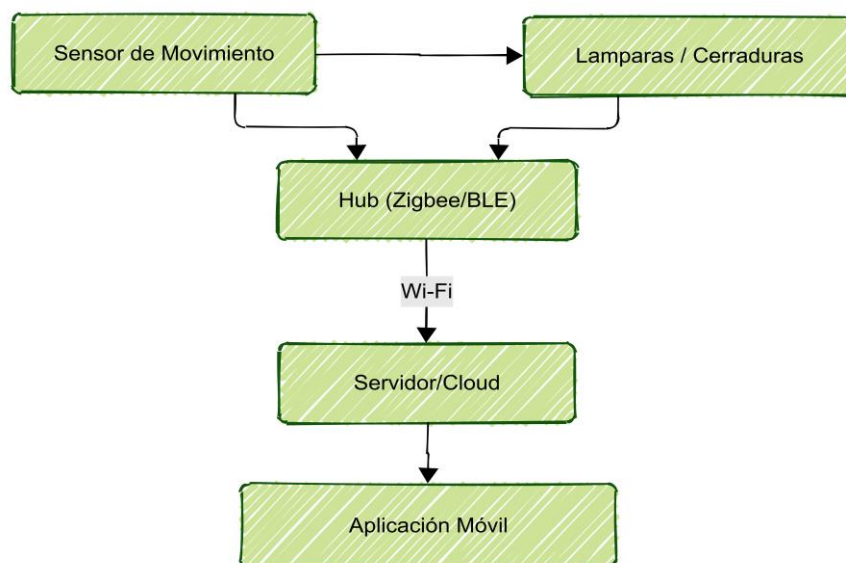
Componentes involucrados:

- **Dispositivos:** Bombillas inteligentes, sensores de temperatura, sensores de movimiento, cerraduras inteligentes.
- **Comunicación Local:** Muchos de estos dispositivos utilizan tecnologías como Zigbee o BLE para comunicarse entre sí.
- **Gateway:** Un concentrador (hub) que integra estos dispositivos y los conecta a la red doméstica vía Wi-Fi.
- **Nube y Aplicaciones:** Los datos son enviados a servidores en la nube donde se integran con aplicaciones móviles que permiten el control y monitoreo en tiempo real.

Flujo de Comunicación:

1. Un sensor de movimiento detecta actividad y envía una señal mediante Zigbee al hub central.
2. El hub procesa la señal y, a través de MQTT, la envía a una aplicación en la nube.
3. La aplicación analiza la información y, si es necesario, envía una orden al sistema de iluminación para encender las luces.

Diagrama Esquemático:



Ejemplo 2 – Agricultura Inteligente:

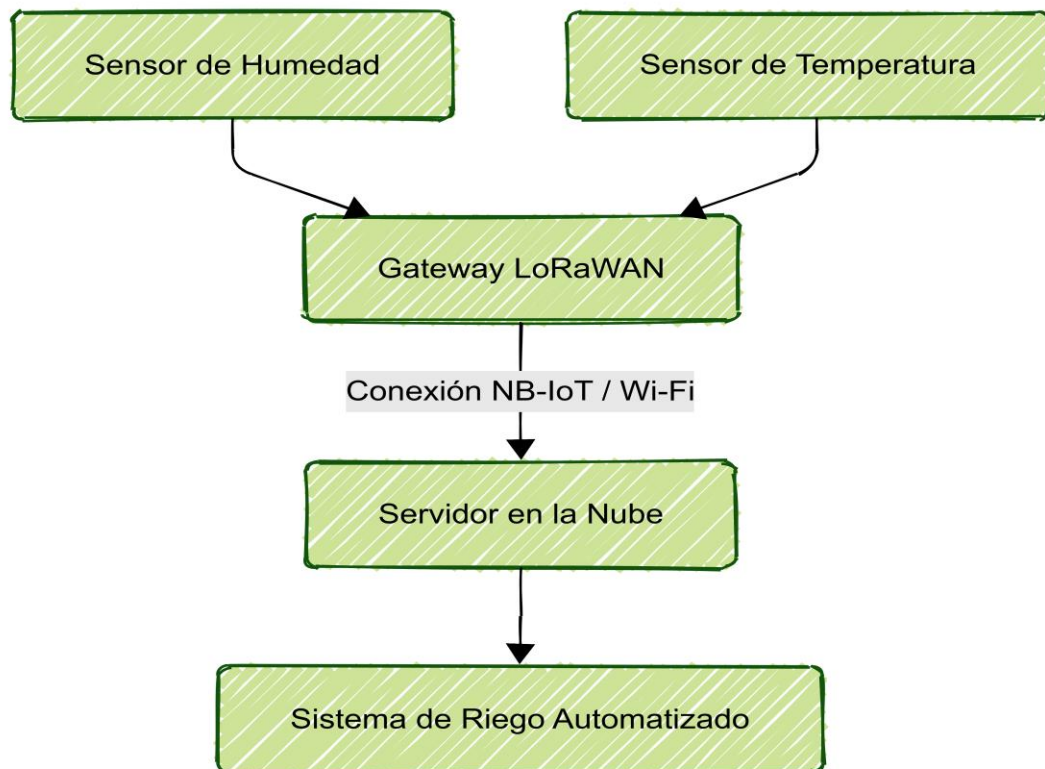
Componentes involucrados:

- **Dispositivos:** Sensores de humedad y temperatura en el suelo, estaciones meteorológicas.
- **Comunicación:** Se utilizan tecnologías de largo alcance como LoRa o NB-IoT para conectar sensores dispersos en grandes extensiones agrícolas.
- **Gateway:** Un concentrador ubicado estratégicamente en la granja que recoge datos de los sensores.
- **Nube:** Los datos se transmiten a la nube para permitir análisis predictivos y activar sistemas de riego de manera automática.

Flujo de Comunicación:

1. Los sensores instalados en distintos puntos de un campo miden la humedad y temperatura del suelo.
2. Mediante LoRaWAN, los datos se transmiten a un gateway que actúa como concentrador.
3. El gateway envía la información a una plataforma en la nube, donde se analizan las condiciones.
4. De acuerdo con el análisis, el sistema puede activar un riego automático en zonas específicas.

Diagrama Esquemático:



Consideraciones de Seguridad y Gestión

La comunicación en IoT no solo se trata de transmitir datos; la **seguridad** es un aspecto crítico. Algunas de las medidas implementadas son:

- **Cifrado en Tránsito y en Reposo:** Utilizando protocolos de seguridad (por ejemplo, TLS/SSL para MQTT o HTTPS) se asegura que la información transmitida esté protegida.
- **Autenticación y Autorización:** Los dispositivos y gateways deben estar autenticados para evitar accesos no autorizados.
- **Actualizaciones Remotas y Gestión de Firmware:** Plataformas de gestión de dispositivos permiten mantener la seguridad de toda la red a través de actualizaciones remotas, sin necesidad de intervención manual.

Además, una adecuada **gestión de la red** se logra con plataformas de administración que permiten:

- Registrar y monitorear cada dispositivo.
- Configurar alertas en caso de mal funcionamiento o intentos de acceso no autorizados.
- Visualizar el estado de la red y efectuar diagnósticos de manera centralizada.

6. Conclusiones

La comunicación entre dispositivos IoT es un proceso complejo y escalable que se sostiene sobre una arquitectura de múltiples niveles. Desde la captura y transmisión inicial de datos en el dispositivo hasta el procesamiento avanzado en servidores en la nube, cada etapa –que incluye la intermediación por gateways y la utilización de diversos protocolos y tecnologías (como Zigbee, LoRaWAN, NB-IoT, MQTT, entre otros)– está diseñada para optimizar la eficiencia, reducir el consumo energético y garantizar la seguridad.

Los ejemplos prácticos, como la implementación de hogares inteligentes o soluciones en agricultura, demuestran la aplicabilidad de estas tecnologías en entornos reales. La elección de la tecnología de comunicación depende de numerosos factores: distancia, consumo, costo, densidad de nodos y el tipo de datos transmitidos.

Finalmente, es fundamental considerar que en IoT los dispositivos, al estar distribuidos y ser numerosos, requieren de sistemas de gestión centralizados que permitan supervisar, actualizar y asegurar de forma continua toda la infraestructura. Con ello se garantiza la robustez y eficiencia de los procesos automatizados, ofreciendo soluciones que transforman diversos sectores –desde la domótica hasta la industria – y abren la puerta a un mundo cada vez más conectado.