



SENSORES Y ACTUADORES

Módulo II: Sensores Generadores y Digitales – Sensores Inteligentes.

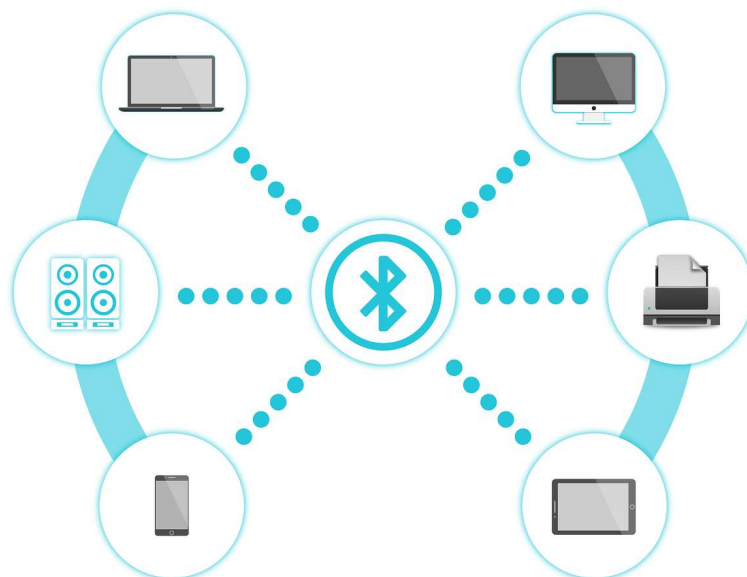
Docente: Morales, Jorge Elias
Alumno: Jose Augusto Orsili

Año 2023

Item:

e) ¿Qué es el Protocolo Bluetooth de Baja Energía (BLE) ? ¿Dónde lo implementaría?

Bluetooth Low Energy (BLE) es una tecnología inalámbrica de bajo consumo, que se usa para la transferencia de pequeñas cantidades de datos entre dispositivos compatibles a corta distancia. Es una versión más moderna y eficiente del protocolo Bluetooth tradicional, con el que se pueden lograr velocidades similares, pero con menor gasto energético.



¿Qué es el Bluetooth Low Energy? Esta tecnología inalámbrica se ha ido imponiendo en el mercado y su uso se ha extendido a muchos dispositivos, desde relojes inteligentes hasta cascos inalámbricos.

Características, aplicaciones y ventajas frente al Bluetooth clásico.

BLE (Bluetooth Low Energy) es una versión moderna de la tecnología Bluetooth que ofrece mayor eficiencia energética para la transferencia de pequeñas cantidades de datos entre dos dispositivos compatibles con un alcance limitado. Debido a su bajo consumo energético, BLE permite que los dispositivos duren más tiempo entre cargas sin sacrificar velocidad y fiabilidad.

Características del Bluetooth Low Energy

El Bluetooth Low Energy (BLE) es una tecnología de conectividad inalámbrica de bajo consumo que se está volviendo cada vez más popular para dispositivos IoT. Se utiliza para la transferencia de datos entre dispositivos, como sensores, teléfonos inteligentes, computadoras y otros dispositivos. Es una mejora significativa sobre el Bluetooth clásico en términos de rendimiento, eficiencia energética y costo. Estas son algunas de sus principales características:

- La mayoría de los equipos actuales admiten BLE sin necesidad de realizar ninguna configuración adicional.
- Las velocidades de transmisión son mucho más rápidas que las del Bluetooth clásico.
- El BLE consume menos energía que el Bluetooth clásico. Lo que implica que los dispositivos pueden funcionar durante periodos prolongados con una sola carga o batería.
- Requiere menor ancho de banda para transmitir datos. Lo que permite a los usuarios transferir información a través de distancias cortas sin gastar demasiado ancho de banda.
- El BLE es muy seguro ya que ofrece autenticación y cifrado robustos para prevenir ataques cibernéticos o infiltraciones no autorizadas en la red.
- El BLE es compatible con tecnologías como Zigbee y NFC. Lo que permite la interoperabilidad entre diferentes dispositivos habilitados para Bluetooth sin la necesidad de adaptadores externos.
- La implementación del BLE requiere menor coste en comparación con el Bluetooth clásico, debido a su diseño simplificado y su eficiencia energética mejorada.

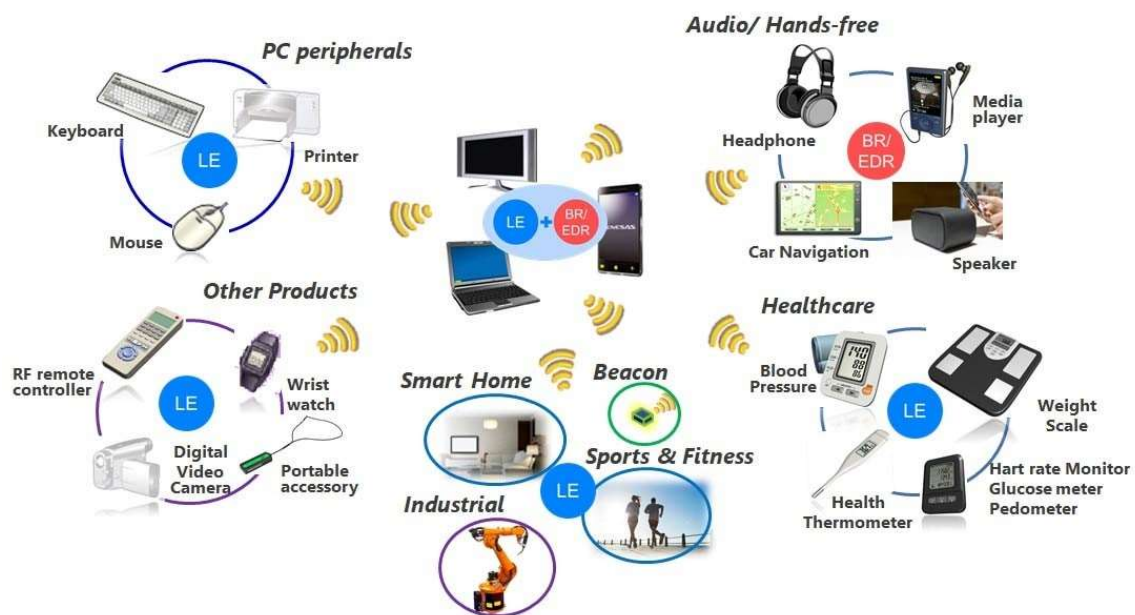
Aplicaciones del BLE

Existen muchas maneras en que BLE puede ser utilizado en proyectos IoT, aquí enumeramos algunas:

- **Monitoreo remoto.** BLE puede usarse para monitorear dispositivos remotamente mediante sensores y otras funcionalidades integradas. Esto permite recopilar datos sobre el estado de los dispositivos y alertar al usuario ante cualquier anomalía detectada.
- **Control inalámbrico.** BLE también puede ser utilizado como mecanismo para controlar los dispositivos desde cualquier ubicación, sin necesidad de cables ni conexiones por infrarrojos. Esta capacidad facilita enormemente el mantenimiento y operación remota de los dispositivos.
- **Geolocalización.** La geolocalización es otro factor clave en el desarrollo de aplicaciones basadas en IoT, y BLE tiene un papel esencial aquí también. Los sistemas

basados en BLE permiten rastrear la ubicación exacta del dispositivo a través del uso de Bluetooth beacons, así como detectar su movimiento entre diferentes ubicaciones.

- **Autenticación biométrica.** La autenticación biométrica ha ganado popularidad recientemente debido a sus niveles elevados de seguridad y fiabilidad. Los sistemas basados en BLE facilitan la autenticación biométrica mediante sensores integrados como lectores faciales, huellas digitales o lectores iris. Esta tecnología ofrece niveles óptimos de seguridad para evitar fraudes o acciones indebidas.



Ventajas y desventajas del BLE

BLE (Bluetooth Low Energy) es una tecnología de bajo consumo que ofrece mayores ventajas en comparación a otras tecnologías de bajo consumo, como Zigbee o Z-Wave. Esta tecnología se utiliza en muchos dispositivos modernos, desde smartphones hasta sensores domésticos inteligentes.

Ventajas:

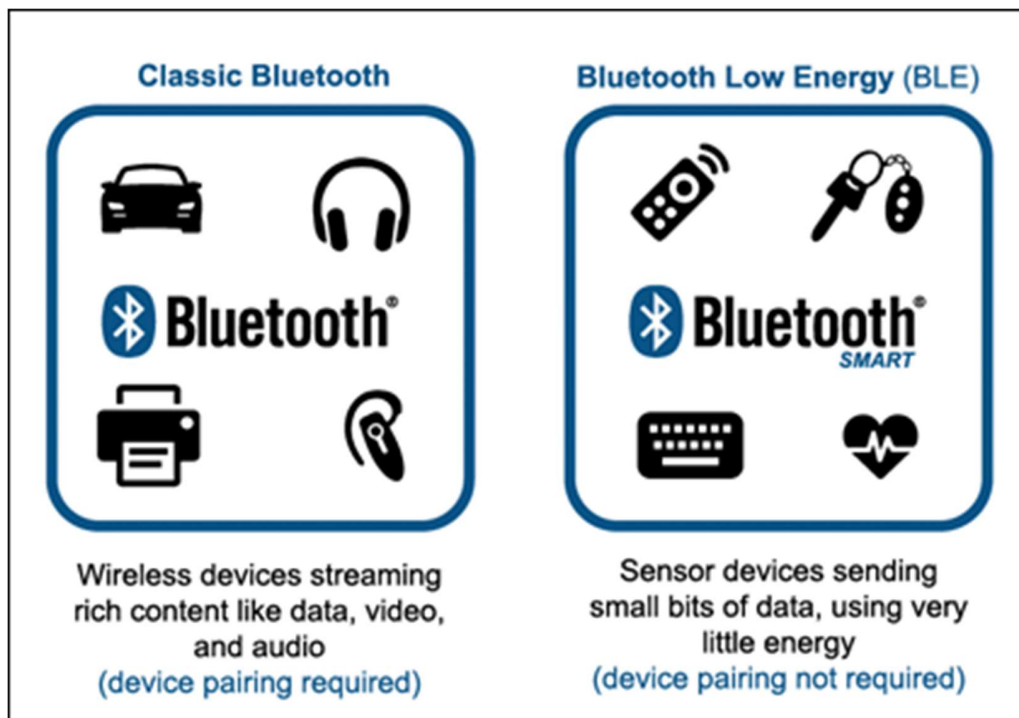
- **Menor consumo de energía.** El BLE consume muy poca energía en comparación con otros protocolos inalámbricos. Esto, significa que los dispositivos pueden funcionar durante mucho tiempo sin necesidad de recargarse.

- **Mayor alcance.** La señal del BLE tiene un alcance mayor que los protocolos inalámbricos convencionales. Lo que permite a los dispositivos conectarse a distancias mayores.
- **Compatibilidad con la mayoría de los dispositivos modernos.** El BLE está integrado en la gran mayoría de teléfonos inteligentes y tabletas modernas. Por ende, no hay necesidad de comprar nuevos dispositivos para usarlo.
- **Fácil implementación.** El BLE es muy fácil de implementar y configurar. Lo anterior, significa que no hay necesidad de contratar profesionales especializados para hacerlo.

Desventajas:

- **Velocidad limitada.** A diferencia de otros protocolos inalámbricos, el BLE tiene un límite en cuanto a la velocidad a la que puede transmitir datos entre dispositivos conectados. Es decir, que no es ideal para aplicaciones donde se requiere transferencia rápida y confiable de grandes cantidades de información.
- **No compatible con todos los dispositivos.** Aunque la mayoría de dispositivos modernos son compatibles con el BLE, todavía hay algunos que no son compatibles. Por ejemplo, algunos teléfonos antiguos no cuentan con la capacidad para usar este tipo de tecnología.

Comparación entre Bluetooth clásico y BLE



Existen dos tipos principales: Bluetooth clásico y Bluetooth Low Energy (BLE). Ambos comparten el mismo nombre, pero existen algunas diferencias importantes entre ellos.

Estas son algunas de las principales diferencias entre Bluetooth clásico y BLE:

Alcance. El alcance del Bluetooth clásico es mayor que el de BLE. El alcance del Bluetooth clásico puede llegar hasta los 100 metros. Mientras que el de BLE está limitado a solo 10 metros.

Velocidad. La velocidad del Bluetooth clásico es mucho mayor que la del BLE. El Bluetooth clásico puede transferir datos a velocidades de hasta 3 Mbps, mientras que el BLE transmite datos a velocidades mucho más bajas, generalmente entre 100 Kbps y 1 Mbps.

Energía. El consumo de energía también varía entre Bluetooth clásico y BLE. El consumo energético del Bluetooth clásico es mucho mayor que el del BLE porque consume más energía para conectar y mantener la conexión con los dispositivos remotos. En cambio, el consumo energético de BLE es mucho menor gracias a su diseño eficiente en cuanto a energía se refiere.

Uso. Para cerrar, las aplicaciones para cada tipo también son diferentes. El uso principal del Bluetooth clásico se centra en la transmisión de audio (compartir archivos, intercambiar archivos multimedia). Por otro lado, el uso principal del BLE se centra en soluciones IoT (Internet of Things) tales como sensores inalámbricos, dispositivos wearables y otros dispositivos domésticos inteligentes.



Bluetooth Vs. Bluetooth Low Energy

Cuadro comparativo

Specifications	Classic Bluetooth	Bluetooth Low Energy (BLE)
Range	100 m	Greater than 100 m
Data Rate	1-3 Mbps	1 Mbps
Application Throughput	0.7 -2.1 Mbps	0.27 Mbps
Frequency	2.4 GHz	2.4 GHz
Security	56/128-bit	128-bit AES with Counter Mode CBC-MAC
Robustness	Adaptive fast frequency hopping, FEC, fast ASK	24-bit CRC, 32-bit Message Integrity Check
Latency	100 ms	6 ms
Time Lag	100 ms	3 ms
Voice Capable	Yes	No
Network Topology	Star	Star
Power Consumption	1 W	0.01 to 0.5 W
Peak Current Consumption	less than 30 mA	less than 15 mA

Ejemplo de implementación:

Una aplicación de monitoreo de salud que utiliza dispositivos portátiles conectados a través de BLE. Un usuario tiene un dispositivo portátil que mide sus signos vitales, como la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal. Este dispositivo utiliza BLE para enviar los datos recopilados a la aplicación de monitoreo en su teléfono móvil. Gracias a BLE, el dispositivo portátil puede funcionar con una batería pequeña durante varios días, asegurando una experiencia de usuario cómoda y sin interrupciones. Sin embargo, es fundamental que la aplicación implemente adecuadamente la seguridad en el proceso de emparejamiento para proteger la integridad y privacidad de los datos de salud del usuario.

