

# Documentación – Control de LEDs por BLE con ESP32 y MIT App Inventor

Fecha: 19/02/2026

Integrantes:

- Eduardo Cadengo López
- Itzel Citlalli Martell De La Cruz
- Damian Alexander Diaz Piña

## Investigación BLE vs Bluetooth

### Diferencias principales

- Bluetooth Clásico se usa para enviar audio o datos continuos (audífonos, bocinas, manos libres).
- BLE (Bluetooth Low Energy) se usa para sensores, IoT y dispositivos que envían pocos datos ocasionalmente (smartbands, beacons, ESP32).
- Bluetooth Clásico transmite más datos y más rápido.  
BLE consume muchísimo menos energía.

### Ventajas de BLE

- Muy bajo consumo de energía (ideal para baterías pequeñas).
- Conexión rápida y ligera.
- Perfecto para IoT, sensores y dispositivos simples como el ESP32.
- Compatible con Android y iOS.

### Desventajas de BLE

- No sirve para audio, no tiene suficiente ancho de banda.
- Menor velocidad para transferir archivos o datos pesados. Compatible con Android y iOS.
- Está pensado solo para mensajes pequeños.

### Placa y Componentes utilizados:

- ESP32 (compatible con cualquier ESP32 estándar con Bluetooth BLE)
- ESP32 Placa de expansion
- 1 foco
- Modulo Relevador De 1 Canal A 5v 10a Lowlevel Relay Rele Mv
- Protoboard
- Jumpers
- Teléfono con Android (para MIT App Inventor; iOS también soportado)

### Descripción del proyecto:

Este proyecto implementa un control inalámbrico vía Bluetooth (BLE) para manejar un relevador y así prender o apagar un foco conectados a un ESP32 mediante una App móvil creada en MIT App Inventor.

La aplicación móvil es capaz de:

- Escanear dispositivos BLE cercanos.
- Mostrar la lista de dispositivos encontrados.
- Conectarse al ESP32.
- Enviar caracteres vía BLE para encender/apagar un Foco.

La ESP32 funciona como servidor BLE (GATT Server), recibe comandos en una característica BLE y ejecuta acciones sobre los LEDs.

### Objetivo del código:

- Crear un servidor BLE en la ESP32 para recibir comandos desde la App móvil.
- Enviar mensajes desde MIT App Inventor a la ESP32 mediante una característica BLE.
- Controlar un foco externo con dichos comandos ('A', 'a').
- Permitir conexión desde Android utilizando la extensión BluetoothLE.

### Conexiones (LEDs de estado/control):

Componente	Conectado a	Descripción
Relevador In	GPIO ESP32 17	Conexión para recibir la señal vía Bluetooth
Relevador VCC	ESP32 5V	Recibir energía
Relevador GND	ESP32 GND	Completa el circuito del relevador al ESP32
Socket	Cable pelado a Relevador y al enchufe	Recibir energía y señal del relevador
Foco	Conectado al socket	Recibir energía
ESP32	Conectado a computadora	Cargar código y energizar a placa

## Lógica del programa

### 1. Inicialización

- Se configura BLE con:
- Service UUID: 12345678-1234-1234-1234-1234567890ab
- Characteristic UUID: abcd1234-5678-1234-5678-abcdef123456

### 2. Conexión desde App

- La app escanea y muestra el dispositivo ESP32\_BLE\_LEDS.
- Al conectarse, se habilitan botones de control en la app y el monitor serial indica "Conectado".

### 3. Recepción de comandos

- La app envía un carácter a la característica BLE:

### Comandos (carácter → acción)

Comando	Acción	GPIO
A	Enciende el Foco	17
a	Apaga el Foco	17

### 4. Desconexión

- El monitor serial muestra "Desconectado".
- El ESP32 vuelve a anunciarse para permitir que otro teléfono se conecte.

### Funciones clave

- MyServerCallbacks: Maneja conexión/desconexión.
- MyCallbacks: Recibe caracteres de la app y ejecuta acciones.
- setEstado(): Controla LEDs de estado (verde/azul/rojo).
- setLedByCommand(): Ejecuta comando recibido ("A", "a", etc.).

## Cómo usar la App en MIT App Inventor

- Instalar extensión BluetoothLE.
- Agregar componentes: BluetoothLE1, ListView para dispositivos, botones A y a.
- Escanear, después seleccionar ESP32 y luego a Conectar.
- Cada botón envía un carácter a la ESP32 para realizar una acción específica

### Cómo ejecutar

- Conectar ESP32 a la PC.

- Cargar el programa proporcionado.
- Abrir monitor serial (115200).
- En MIT App Inventor: abrir App luego, Escanear y después Conectar.
- Usar los botones de la aplicación para encender/apagar el foco en tiempo real.

#### Características especiales que se usaron:

- Comunicación BLE compatible con Android y iOS.
- App cambia automáticamente de interfaz al conectarse.
- Comandos simples (1 carácter) con baja latencia.
- Estados visuales con un foco físico.

#### Código:

```
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEServer.h>
#include <BLEUtils.h>

// ID para identificar el dispositivo y mandar las acciones desde mit app
inventor //
#define SERVICE_UUID          "12345678-1234-1234-1234-1234567890ab"
#define CHARACTERISTIC_UUID   "abcd1234-5678-1234-5678-abcdef123456"

// numero de pines de los leds //
#define LED2_PIN 17

bool dispositivoConectado = false;

void setAll(bool on) {
    digitalWrite(LED2_PIN, on ? HIGH : LOW);
}

class MyServerCallbacks : public BLEServerCallbacks {
    void onConnect(BLEServer* pServer) override {
        dispositivoConectado = true;
        Serial.println("Conectado");
    }
    void onDisconnect(BLEServer* pServer) override {
        dispositivoConectado = false;
        Serial.println("Desconectado");
        pServer->getAdvertising()->start(); // desconectarse de el esp32
    }
};
```

```

class MyCallbacks : public BLECharacteristicCallbacks {

void onWrite(BLECharacteristic* pCharacteristic) override {
    String rx = pCharacteristic->getValue();    // ahora lo recibe como texto
    para que cuando en la aplicacion se ejecute un boton, el esp32 lo tome y
    pueda hacer la accion segun correponda con el boton que se presiono
    if (rx.length() == 0) return;

    char c = rx.charAt(0);                      // tomamos el primer caracter
    o letra que da la aplicacion o el boton presionado
    Serial.print("Recibido: ");
    Serial.println(c);

    switch (c) {
        case 'A': digitalWrite(LED2_PIN, HIGH); break; // Es el dato que le
        llega al esp32 para que prenda el foco
        case 'a': digitalWrite(LED2_PIN, LOW); break; // Es el dato que le
        llega al esp32 para que apague el foco
        default:
            Serial.println("Comando no reconocido");
            break;
    }
}

};

void setup() {
    Serial.begin(115200); // Es para ver los comandos que se reciben en el
    esp32 mediante la aplicacion

    pinMode(LED2_PIN, OUTPUT);

    setAll(false);

    BLEDevice::init("ESP32_LEDs_Lalo_FOCO"); // Es el nombre que le
    pondremos a al ESP32 cuando se conecte por Bluetooth
    BLEServer *pServer = BLEDevice::createServer();
    pServer->setCallbacks(new MyServerCallbacks());

    BLEService *pService = pServer->createService(SERVICE_UUID);

    BLECharacteristic *pCharacteristic = pService->createCharacteristic(
        CHARACTERISTIC_UUID,

```

```

        BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE |
        BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE_NR | // por si la app escribe sin
respuesta
        BLECharacteristic::PROPERTY_READ
    );

    pCharacteristic->setCallbacks(new MyCallbacks());

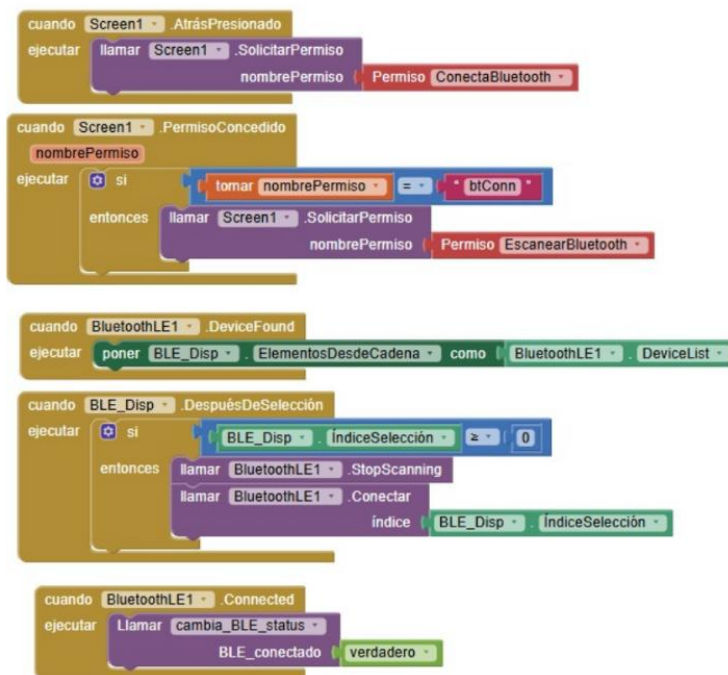
    pService->start();
    pServer->getAdvertising()->start();

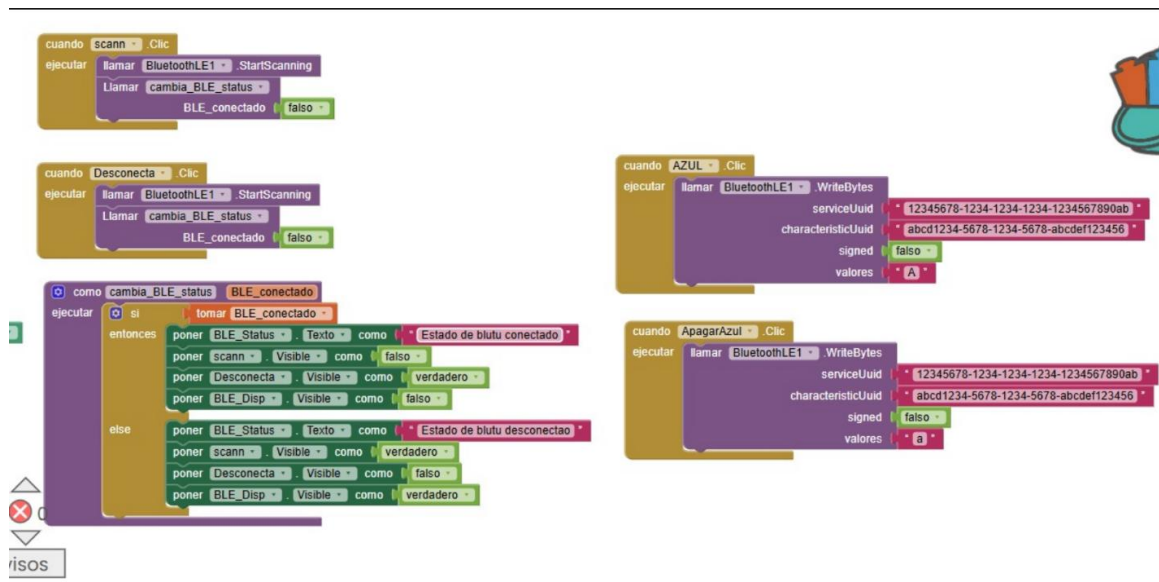
    Serial.println("ESP32 listo (BLE)");
}

void loop() {
    // no es necesario hacer nada aqui ya que el funcionamiento se hace
    // afuera del loop porque desde ahi se puede hacer
}

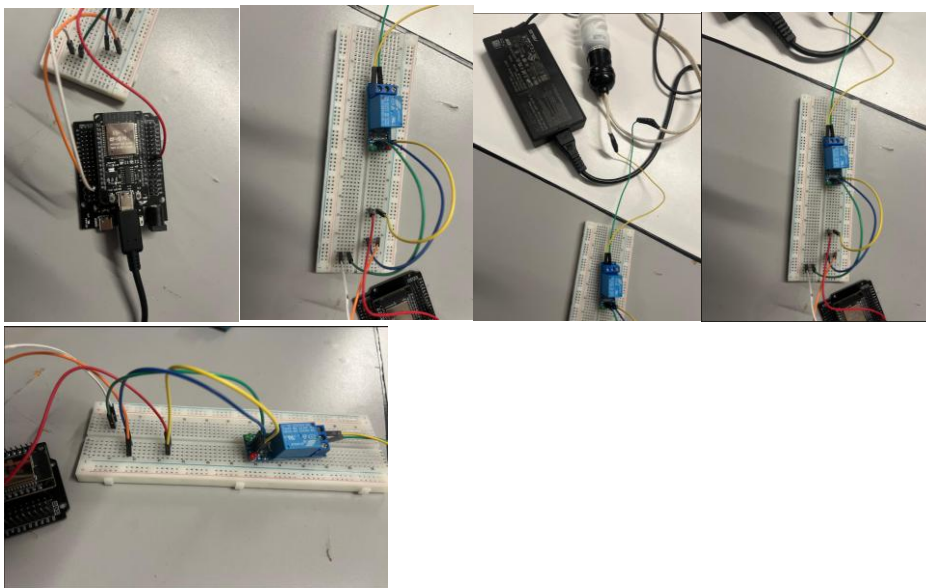
```

## Codigo MIT APP INVENTOR

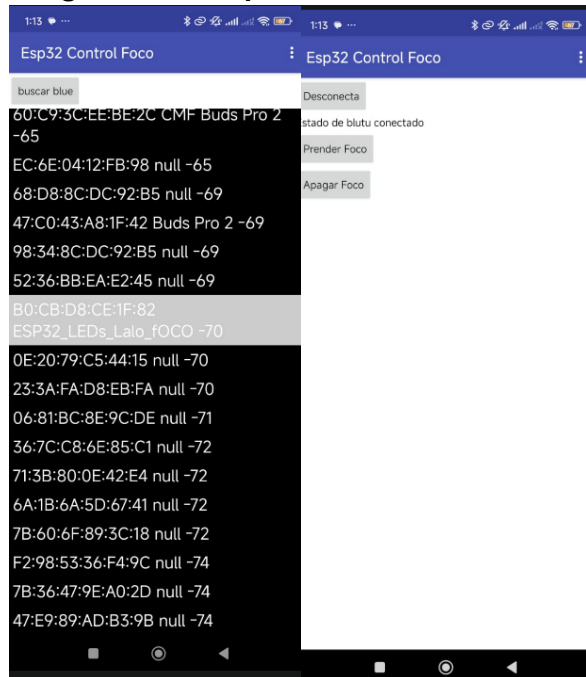




## Evidencias:



### Imágenes de la aplicación del teléfono:



### Video demostrativo:

<https://youtu.be/BVj0oOwOyGk>

### Enlace GitHub:

[https://github.com/AresGodKiller/Tecnologias\\_Inalambricas/tree/main/PracticaBluetoothBLE](https://github.com/AresGodKiller/Tecnologias_Inalambricas/tree/main/PracticaBluetoothBLE)

### Conclusiones:

Damian: Este proyecto permitió al equipo consolidar conocimientos sobre la arquitectura de microcontroladores modernos como el ESP32 y su interacción con dispositivos móviles. Se demostró que, mediante herramientas de programación por bloques como MIT App Inventor y el uso de librerías estándar de BLE, es posible prototipar soluciones de Internet de las Cosas (IoT) funcionales en corto tiempo. El sistema final cumple con todos los requisitos planteados, ofreciendo una respuesta inmediata (tiempo real) al encender y apagar los indicadores LED, validando así la lógica de programación empleada para la gestión de puertos GPIO y la transmisión de datos seriales inalámbricos.

Eduardo: En general, la práctica nos permitió entender de manera sencilla cómo usar el ESP32 con BLE para controlar LEDs desde una app del celular. Vimos que la comunicación es rápida, funciona bien y es fácil de implementar. Además, la integración con MIT App Inventor nos mostró que se pueden crear controles inalámbricos sin mucha complicación, aunque si batallamos un poco para entenderlo inicialmente.



Itzel: En conclusión, en este proyecto logramos implementar correctamente el control inalámbrico de tres LEDs utilizando tecnología BLE con la ESP32 y una aplicación creada en MIT App Inventor. Pudimos comprobar en la práctica las diferencias entre Bluetooth clásico y BLE, entendiendo por qué BLE es más adecuado para proyectos IoT debido a su bajo consumo de energía y su eficiencia para enviar datos pequeños.

Además, integramos conocimientos de programación, electrónica y comunicación inalámbrica, logrando que la app se conectara al ESP32 y enviara comandos para encender y apagar los LEDs en tiempo real. Considero que el objetivo se cumplió, ya que el sistema funcionó de manera estable y demostró cómo se puede aplicar BLE en proyectos prácticos y funcionales.