Documentación – Control de un Foco por BLE con ESP32 y MIT App Inventor

Fecha: 24/02/2026

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
- 1 socket
- 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 especifica

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 aplicacion 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.

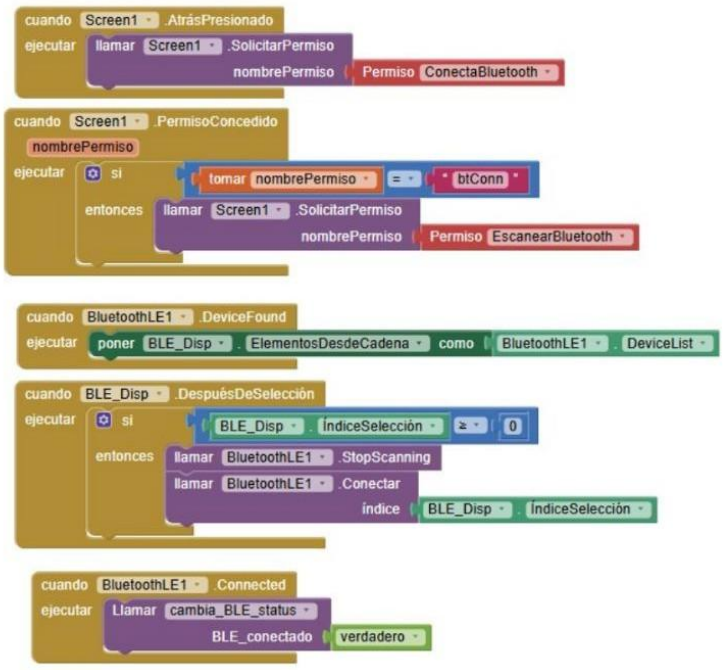
Código:

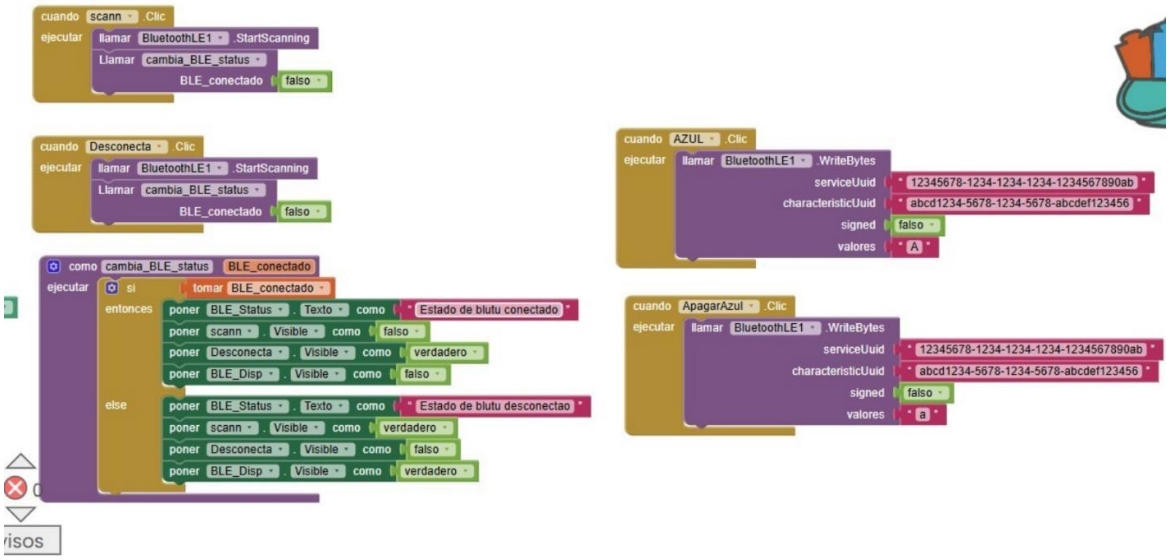
```
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEServer.h>
#include <BLEUtils.h>


// ID para identificar el dispsitivo 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(); // desconcetarse 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,
```

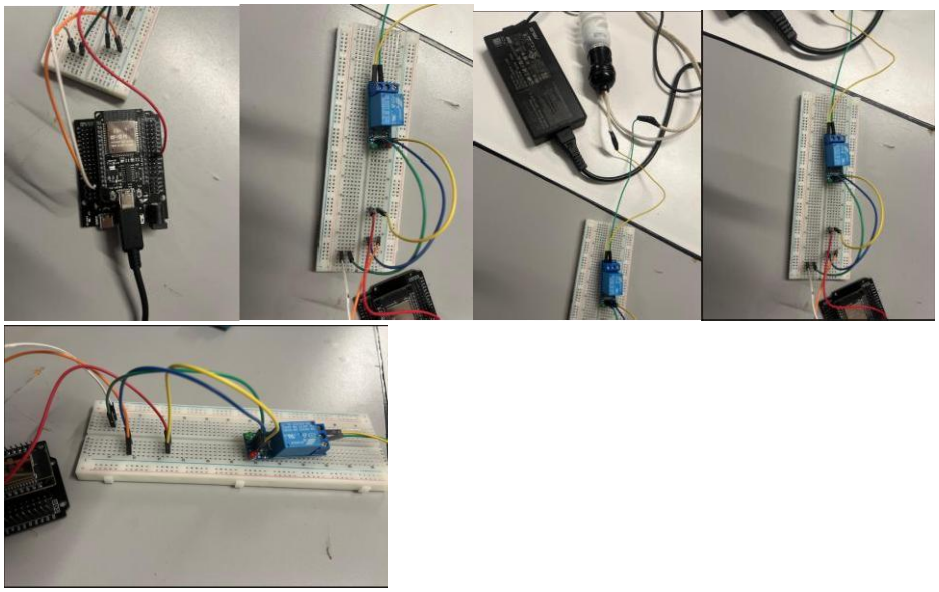
```
    BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE      |
    BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE_NR  | // por si la app escribe sin
respuesta
    BLECharacteristic::PROPERTY_READ
  );

  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
}
```

Cogido MIT APP INVENTOR

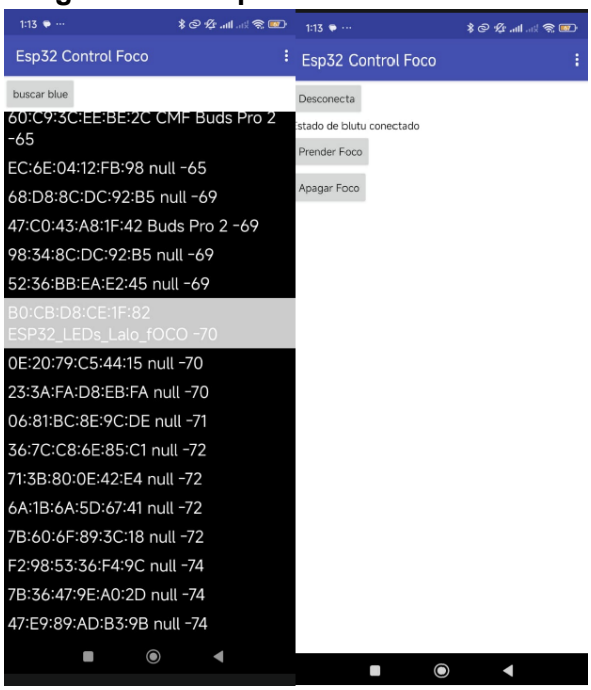



cuando scann .Clic
ejecutar llamar BluetoothLE1 .StartScanning
Llamar cambia_BLE_status
BLE_conectado falso
cuando Desconecta .Clic
ejecutar llamar BluetoothLE1 .StartScanning
Llamar cambia_BLE_status
BLE_conectado falso
como cambia_BLE_status BLE_conectado
ejecutar si tomar BLE_conectado
entonces poner BLE_Status . Texto como Estado de blutu conectado
poner scann . Visible como falso
poner Desconecta . Visible como verdadero
poner BLE_Disp . Visible como falso
else poner BLE_Status . Texto como Estado de blutu desconectao
poner scann . Visible como verdadero
poner Desconecta . Visible como falso
poner BLE_Disp . Visible como verdadero
cuando AZUL .Clic
ejecutar llamar BluetoothLE1 .WriteBytes
serviceUuid 12345678-1234-1234-1234-1234567890ab
characteristicUuid abcd1234-5678-1234-5678-abcdef123456
signed falso
valores A
cuando ApagarAzul .Clic
ejecutar llamar BluetoothLE1 .WriteBytes
serviceUuid 12345678-1234-1234-1234-1234567890ab
characteristicUuid abcd1234-5678-1234-5678-abcdef123456
signed falso
valores a

Evidencias:



Imágenes de la aplicación del teléfono:



Video demostrativo:

https://youtu.be/BVj0oOwOyGk

Enlace GitHub:

https://github.com/AresGodKiller/Tecnologias_Inalambricas/tree/main/PracticaBluetoothBLE_Foco

Conclusiones:

Damian: Este proyecto me ayudó a entender mejor cómo funciona la comunicación BLE en la vida real y no solo en teoría. Al trabajar con el ESP32 y la aplicación de MIT App Inventor, pude ver cómo un simple comando puede viajar desde el celular hasta el microcontrolador para activar o desactivar un foco. Me gustó que el sistema responde rápido y que no requiere una conexión complicada. En general, este trabajo me permitió ver lo práctico que puede ser BLE para controlar dispositivos sin cables.

Eduardo: Algo importante que me dejó esta práctica fue darme cuenta de lo sencillo que es crear una conexión inalámbrica funcional usando BLE. Aunque al principio se siente algo confuso, ya que hay que entender UUIDs, características y servicios, al final vimos que todo se puede manejar bien si se sigue la lógica paso a paso. También me gustó ver que la app hecha en MIT App Inventor puede interactuar con el ESP32 sin retrasos, lo que demuestra que BLE es muy eficiente para este tipo de proyectos.

Itzel: Para mí, este proyecto fue una buena experiencia porque combinamos electrónica, programación y diseño de interfaces. Ver que el foco respondía en tiempo real a los comandos enviados desde el celular fue una buena señal de que el sistema estaba bien implementado. Además, comprobamos que BLE es una tecnología ligera pero muy útil para controlar dispositivos simples. En general, creo que logramos un resultado estable y entendimos mejor cómo aplicar BLE en proyectos prácticos.