Explicação Detalhada: Código Bluetooth + Wi-Fi no Raspberry Pi Pico W

# Parte 1 – Análise do Código de Exemplo

O código analisado é um exemplo avançado fornecido pela Raspberry Pi para o Pico W, integrando Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi e sensores. Ele utiliza a pilha BTstack para Bluetooth, lwIP para rede, e suporte ao chip CYW43439 via cyw43\_arch. A seguir, apresentamos a explicação detalhada por componentes.

## 1. Heartbeat Handler

Função executada periodicamente (a cada 1 segundo). Realiza:  
- Piscar o LED de bordo  
- Ler temperatura do sensor interno a cada 10 segundos  
- Enviar notificação BLE se habilitada  
- Reagendar a si mesma com o async\_context

## 2. iperf\_report()

Callback chamado ao final de uma transferência iperf TCP.  
Calcula e exibe a taxa de transferência e acumula o total transmitido desde o início.

## 3. main()

Função principal que realiza as seguintes tarefas:  
- Inicializa UART, LED e sensor de temperatura (ADC)  
- Inicia BLE: L2CAP, Security Manager, ATT server  
- Registra handler de eventos BLE  
- Inicia o Wi-Fi e conecta à rede local  
- Inicia um servidor iperf TCP  
- Ativa o Bluetooth com hci\_power\_control  
- Entra em loop infinito enquanto os eventos assíncronos operam em segundo plano

## 4. Integrações importantes

Este exemplo integra diversas camadas do sistema:  
- BTstack: controle total do BLE  
- lwIP: comunicação IP sobre Wi-Fi  
- cyw43\_arch: abstração do chip CYW43439  
- async\_context: agendamento de tarefas periódicas sem bloqueio

# Parte 2 – Explicação sobre o Suporte a Bluetooth no Pico W

## 1. O Hardware do Pico W

O Raspberry Pi Pico W utiliza o chip CYW43439, que suporta Wi-Fi 2.4 GHz e também Bluetooth 5.2 (incluindo BR/EDR e BLE). Isso significa que o hardware tem capacidade física completa para Bluetooth.

## 2. Limitação do SDK Oficial (pico-sdk)

O SDK oficial do Pico (pico-sdk) não fornece suporte nativo à pilha Bluetooth. Ele inclui apenas suporte a Wi-Fi, através da biblioteca cyw43\_arch, e à pilha de rede lwIP.

## 3. Solução: Integração com BTstack

A equipe da Raspberry Pi integrou a pilha Bluetooth chamada BTstack, desenvolvida pela BlueKitchen, para possibilitar o uso de Bluetooth no Pico W. Essa integração é feita manualmente e incluída em alguns exemplos oficiais do SDK, como no projeto 'bluetooth/ble\_heart\_rate\_monitor'.

O BTstack fornece suporte completo ao Bluetooth Low Energy (BLE) e se comunica com o chip CYW43439 através de um driver especial chamado cyw43-bt-driver.

## 4. Como funciona na prática

Nos exemplos fornecidos, a estrutura típica do projeto inclui o BTstack como subdiretório e links no CMakeLists.txt. As funções de BLE são disponibilizadas por meio da integração do BTstack com o sistema de eventos assíncronos do SDK (async\_context).

## 5. O que ensinar aos alunos

1. O Pico W possui suporte físico a Bluetooth, mas o SDK não fornece isso diretamente.  
2. O BTstack é uma pilha externa necessária para ativar o Bluetooth.  
3. A integração Bluetooth nos exemplos depende dessa pilha.  
4. Saber incluir e integrar bibliotecas externas é uma habilidade essencial em sistemas embarcados.

## 6. Conclusão

O suporte a Bluetooth no Pico W é possível graças à integração com BTstack, apesar da ausência de suporte nativo no pico-sdk. Essa situação oferece uma excelente oportunidade de ensino sobre integração de software, uso de pilhas externas e limitações reais de SDKs embarcados.

Professor: Francisco Borges Carreiro