Edição online

EMBARCADOS

Seminário de Sistemas Embarcados e IoT 2020

Palestra

Crie sua aplicação Bluetooth Low Energy com Zephyr e VSCode

Felipe Neves

Sobre mim:

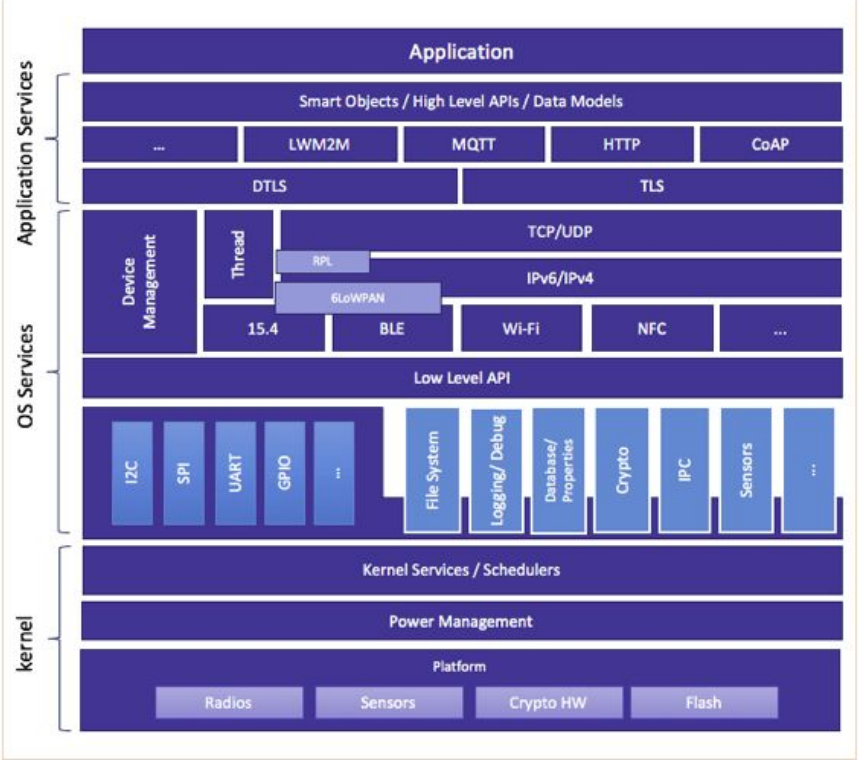
- Atuo com sistemas embarcados desde 2005, entusiasta da filosofia maker e projetos open source;
- Mestre em Engenharia Elétrica pela USP, Tecnólogo em Eletrônica Automotiva pela FATEC São Paulo, Técnico em Mecatrônica pela ETEC;
- Interessado em tópicos envolvendo: sistemas de tempo real, robótica, controle digital e IoT;
- Atualmente trabalho na Espressif Systems como Engenheiro de Software Sênior, cuidando da pilha de software embarcado dos módulos ESPs.

AGENDA

- Revisitando o Zephyr RTOS, as mudanças dos novos LTS;
- Revisitando o protocolo Bluetooth Low Energy - BLE:
  - Central Role e Peripheral Role;
  - Advertising e Scan Cycle;
  - Troca de dados em conexão ativa.
- A Stack BLE do Zephyr:
  - Controller layer e Host layer;
  - Configurando a stack;
  - Descrevendo um GATT service para simular uma UART;
  - Iniciando a stack BLE, registrando o serviço GATT e fazendo sua descoberta no master.
- Colocando tudo junto no VSCode:
  - Detalhes após a instalação do Zephyr;
  - Configurando o Debug com JLink usando o Cortex Debug Plugin;
  - Configurando o Zephyr e realizando o build do app exemplo;
  - Iniciando uma sessão de debug, breakpoints, watch e steps.
- Wrap-up
  - Onde conseguir os fontes dessa demonstração;
  - Onde acessar os guias de instalação do Zephyr;
  - Dúvidas.

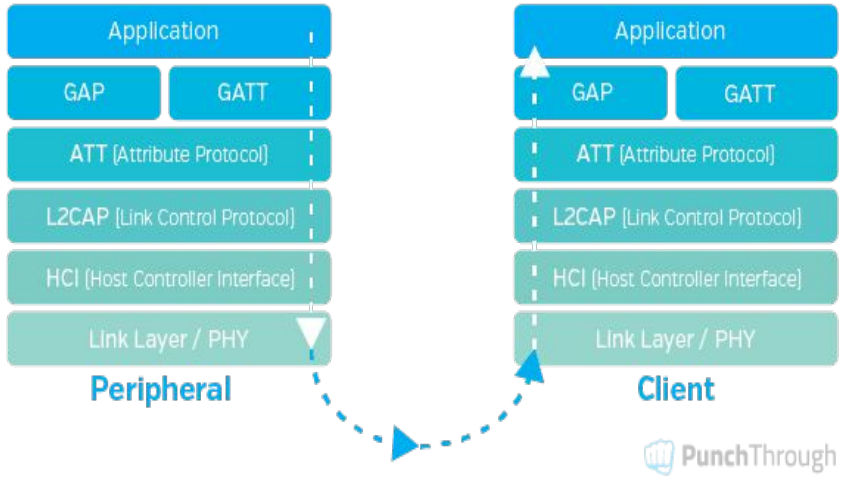
Revisitando Zephyr RTOS:

- RTOS escalável, vendor neutral;
- Device model uniforme;
- Suporta várias arquiteturas;
- Atualmente mantido por um comite, o TSC;
- Long Term Support a partir da versão 1.14;
- Stack BLE 5.1 certificada pelo SIG;



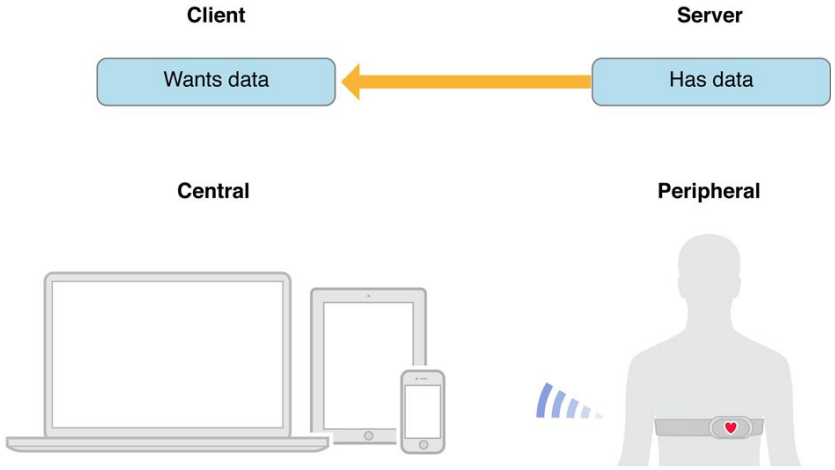
Revisitando o protocolo BLE:

- Variação do Bluetooth clássico, voltado para prover conexão sem fios aliado a baixo consumo de energia;
- Na versão 5.0 em diante a PHY é capaz de prover largura de banda de até 2Mbps;
- Possui padronização consistente mantido pelu grupo Bluetooth SIG, garantindo interoperabilidade.



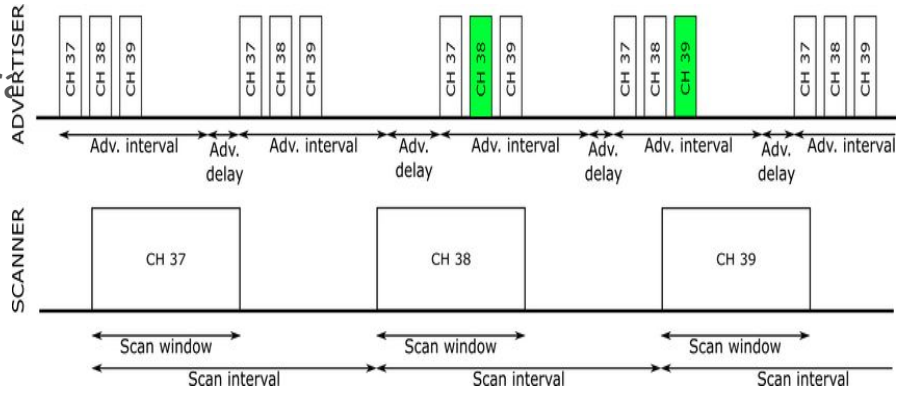
Central Role E Peripheral Role:

- **Central**: Efetua conexão, procura por Peripherals, pode conectar em mais de um dispositivo;
- **Peripheral**: Geralmente a fonte de dados (sensores), publica sua presença para o Central, apenas 1 conexão por Central.



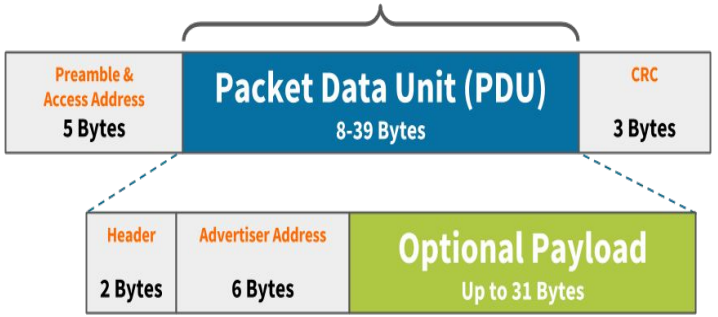
O Scanner:

- Realizado pelo Central, procura por dispositivos conectáveis;
- Passado o intervalo de scan, o Central poderá conectar nos dispositivos descobertos durante esse intervalo;
- Esse ciclo pode ser utilizado para troca de dados sem conexão.



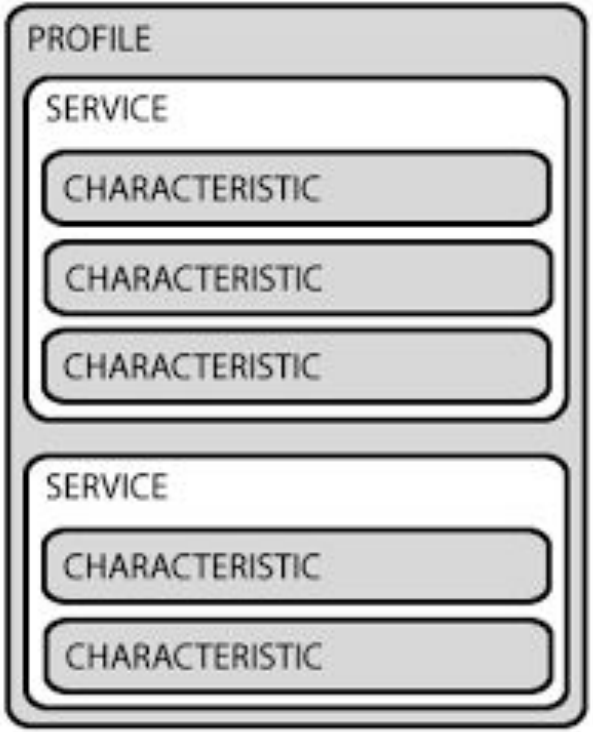
O Advertisement:

- Realizado pelo Peripheral, que envia periodicamente um pacote de dados para que uma Central próxima saiba de sua presença;
- O pacote de Advertisement pode conter dados específicos do Peripheral, usado em Beacons para troca de dados sem conexão



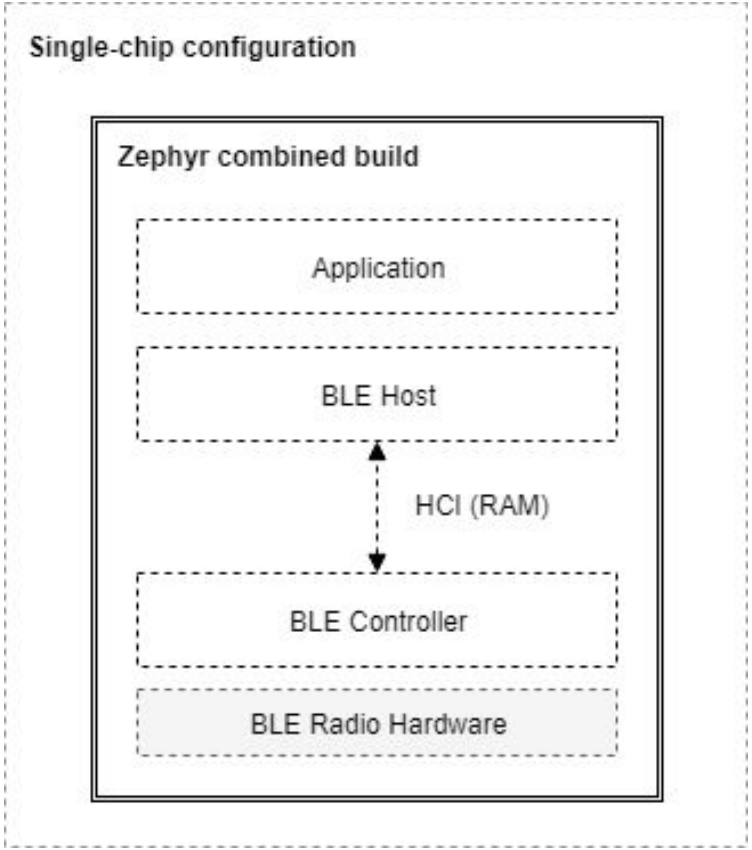
Trocando dados em conexão:

- Uma vez conectado, o Central realiza a descoberta dos serviços do Peripheral;
- Os serviços contém características e descritores que determinam a direção, conteúdo e permissões de acesso aos dados;
- As propriedades mais comuns são: WRITE_WITHOUT_RESPONSE, WRITE, NOTIFY e READ;
- As permissões mais comuns são PERM_WRITE e PERM_READ.



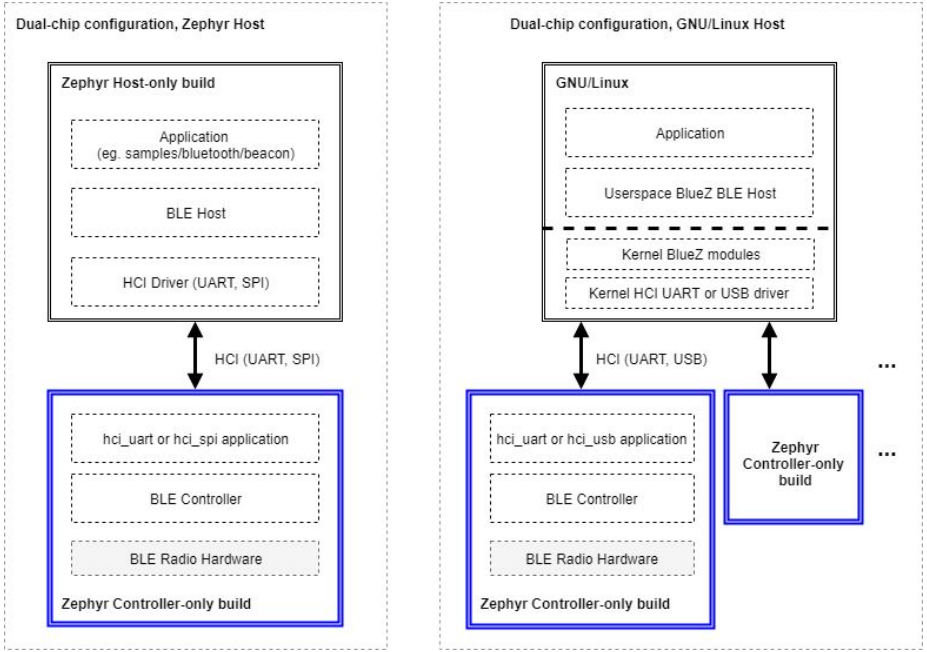
A Stack BLE do Zephyr

- Stack BLE 5.1 certificada pelo Bluetooth SIG.
- Suporte a Controller+Host, Host-Only ou Controller-Only, dependendo da plataforma;
- Muito configurável;
- Código aberto.



Controller layer e Host Layer

- A stack do zephyr é flexível para suportar diferentes tipos de build.

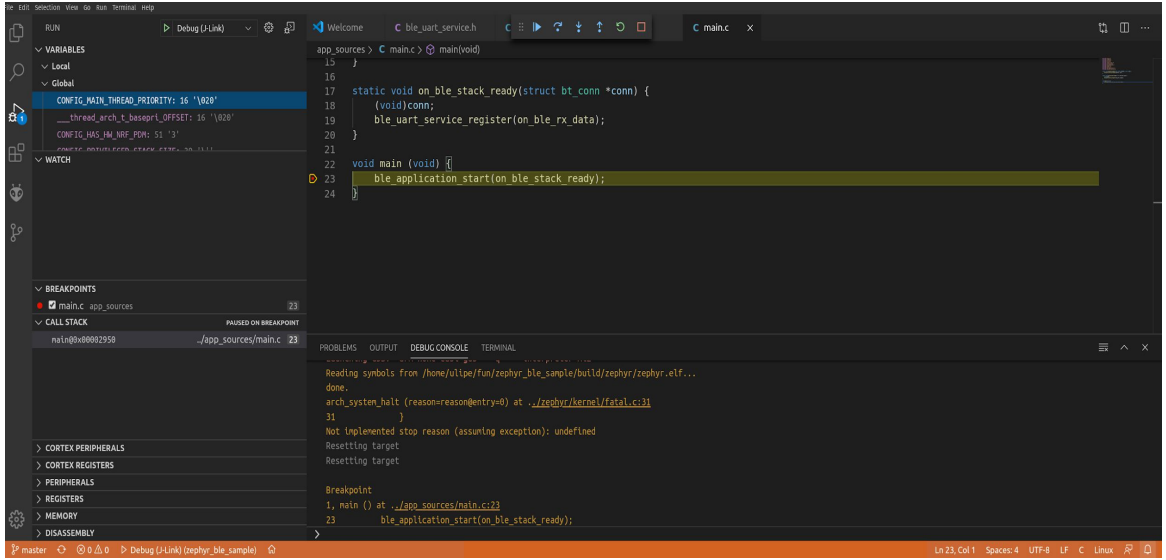


A stack BLE do Zephyr, continuação

```
(Top) → Bluetooth
                                                Zephyr Kernel Configuration
    Bluetooth Stack Selection (HCI-based)  --->
[ ] RAW HCI access
[ ] RAW HCI H:4 transport
[ ] RAW HCI Command Extension
[*] Peripheral Role support
[ ] Central Role support
[ ] Extended Advertising and Scanning support [EXPERIMENTAL]
    Observer  --->
    GATT Services  --->
(1) Maximum number of simultaneous connections
[ ] Controller to Host ACL flow control support
[ ] Enable fetching of remote version
    ↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓
[Space/Enter] Toggle/enter  [ESC] Leave menu           [S] Save
[O] Load                    [?] Symbol info            [/] Jump to symbol
[F] Toggle show-help mode   [C] Toggle show-name mode  [A] Toggle show-all mode
[Q] Quit (prompts for save) [D] Save minimal config (advanced)
```

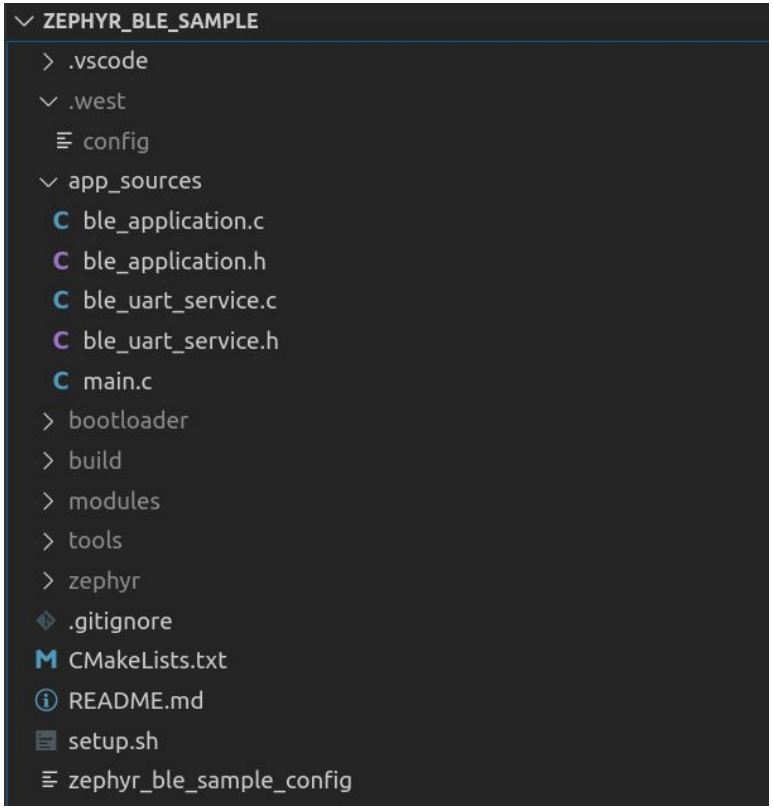
Colocando tudo junto no VSCode:

- Apesar do suporte em linha de comando, é possível usar uma IDE para desenvolver com o Zephyr;
- O VSCode oferece um IDE leve, poderoso e com plugins interessantes, incluindo sessões de debug.



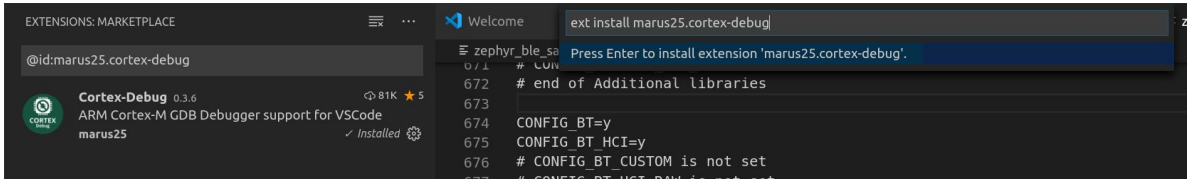
Detalhes após instalar o Zephyr

- Colocar o código de aplicação em modo out-of-tree;
- Inicialize o west no diretório de sua aplicação;
- Crie um arquivo para preparar o ambiente para o Zephyr;
- Configure o kernel e salve a configuração para uso futuro.



O Ambiente de Debug com JLink

- Instalando o cortex debug usando o VSCode;
- Adicione uma pasta .vscode na sua aplicação;
- Crie o Arquivo de configuração de debug launch.json;
- Aponte nesse arquivo local do executável, serviço de debug e demais opções, template ao lado.



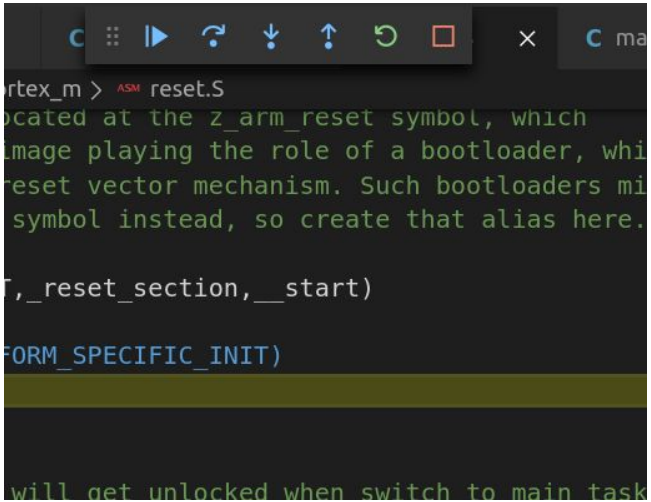

```
{
    "version": "0.2.0",
    "configurations": [
        {
            "type": "cortex-debug",
            "request": "launch",
            "servertype": "jlink",
            "cwd": "${workspaceRoot}",
            "executable": "build/zephyr/zephyr.elf",
            "name": "Debug (J-Link)",
            "device": "nRF52832_xxAB",
            "interface": "swd",
        }
    ]
}
```

Build de aplicação, flash e debug:

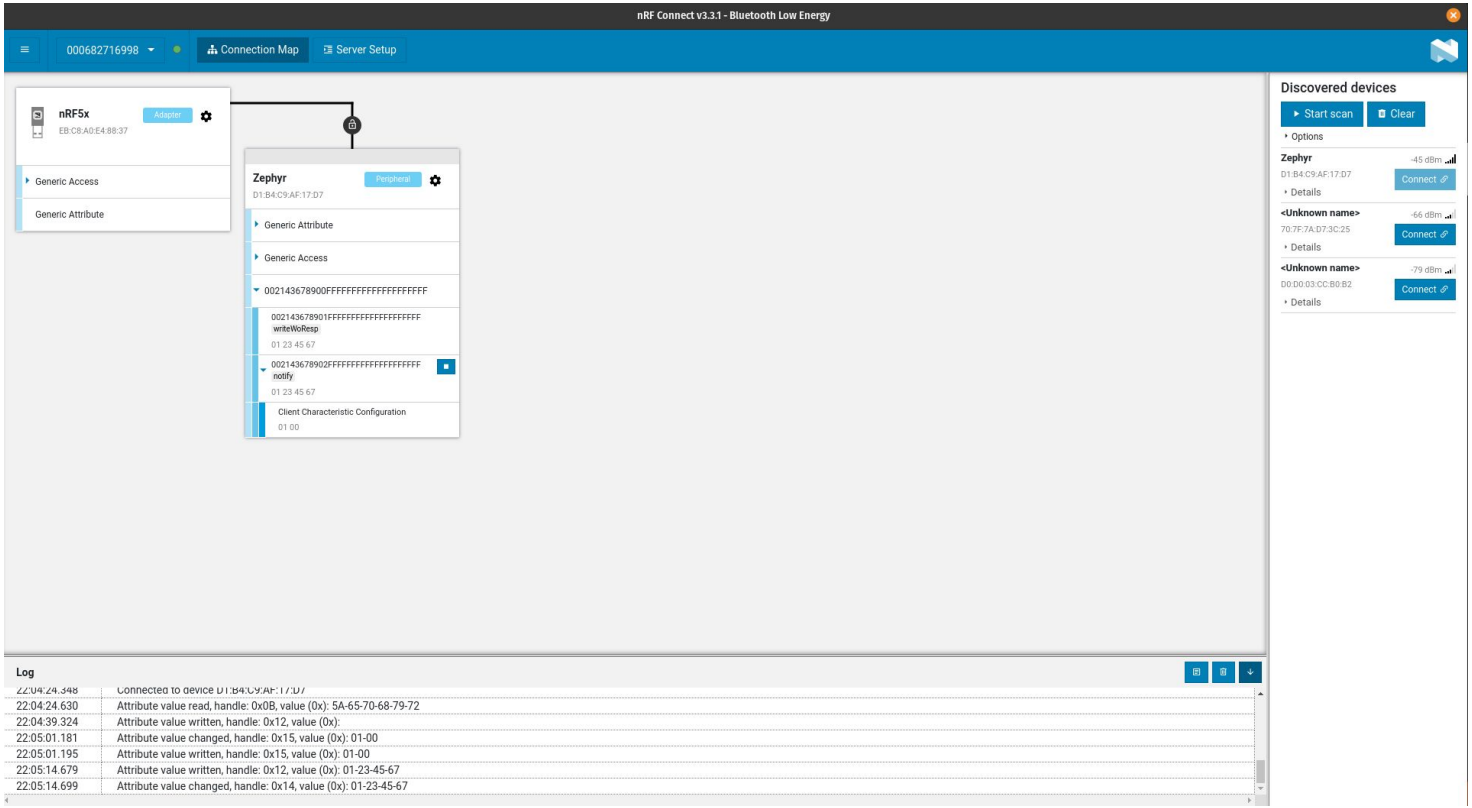
```
ulipe@pop-os:~/fun/zephyr_ble_sample/build$ cmake -GNinja -DBOARD=nrf52dk_nrf52832  ..
```

```
ulipe@pop-os:~/fun/zephyr_ble_sample/build$ ninja build
```

```
ulipe@pop-os:~/fun/zephyr_ble_sample/build$ ninja menuconfig
```



Interagindo com o BLE usando o NRF Connect (ou similar) :



Wrap-up:

- O fato do Zephyr ser um projeto complexo, não torna sua utilização necessariamente complexa;
- O Bluetooth Low Energy é muito mais que apenas Beacon;
- O VSCode com suas extensões pode ser uma alternativa ao Eclipse;

Wrap-up, continuação:

- O projeto exemplo dessa apresentação: https://github.com/uLipe/zephyr_ble_sample ;
- Cortex Debug plugin para o VSCode: https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=marus25.cortex-debug;
- Guia completo de instalação para o Zephyr: https://docs.zephyrproject.org/latest/getting_started/index.html ;
- Pacote de software Segger para uso com JLink (EDU ou PRO): https://www.segger.com/downloads/jlink/?p=805#J-LinkSoftwareAndDocumentationPack
- NRF Connect, ferramenta Desktop para teste de dispositivos Bluetooth: https://www.nordicsemi.com/Software-and-tools/Development-Tools/nRF-Connect-for-desktop
- CySmart, alternativa ao NRF Connect, somente Windows: https://www.cypress.com/documentation/software-and-drivers/cysmart-bluetooth-le-test-and-debug-tool
- BLEFruit, Ferramenta de teste BLE em Python: https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_BluefruitLE
- GATTLib, Lib para construção de aplicação BLE Central Side (*Nix apenas):https://github.com/labapart/gattlib

Dúvidas?

Contatos:

- Meu github (Aparece coisa útil de vez em quando): https://github.com/uLipe
- Linkedin (Não, não to procurando trampo): https://www.linkedin.com/in/felipe-neves-a8092619/
- Meu e-mail (Profissional, ou pessoal mesmo): ryukokki.felipe@gmail.com

Seminário de Sistemas Embarcados e IoT 2020

EMBARCADOS

OBRIGADO!

Apoio

MOUSER ELECTRONICS