

Laboratório 01 - Roteiro 02

1 - Objetivos

Instalação de dispositivos USB no WSL2 e configuração da interface de programação e depuração de código **ST-LINK**.

2 - Pré-requisitos

- Windows Subsystem for Linux 2, versão do kernel 5.10.60.1 ou superior;
- Conhecimento básico da utilização de sistemas Linux;
- ST-LINK *in-circuit debugger and programmer*;

3 - Referências

[1] Conectar dispositivos USB ao WSL

[2] USBIPD-WIN

[3] WSL 2: Connect USB devices

[4] ST-LINK, ST-LINK/V2, ST-LINK/V2-1, STLINK-V3 USB driver

4 - Introdução

O *Windows Subsystem for Linux* permite que desenvolvedores Windows executem binários e *scripts* em Linux diretamente no Windows. Entretanto, a ausência de suporte USB impediu que desenvolvedores de sistemas embarcados adotassem o WSL.

O USB (*Universal Serial Bus*) é, provavelmente, uma das interfaces de computador mais importantes para o desenvolvimento de sistemas embarcados. É através desta interface que gravamos, depuramos o código e testamos o hardware.

No fim de 2021 a Microsoft anunciou que adicionou suporte USB ao WSL [1] permitindo que todo o ciclo de desenvolvimento de um sistema embarcado seja realizado diretamente do WSL. As seções seguintes mostram como utilizar o WSL para gravar um *firmware* no kit de desenvolvimento *STM32F411 Blackpill*.

5 - Instalar o USBIP no WSL2

O suporte à dispositivos USB não é nativo no WSL, é utilizado um sistema de compartilhamento de dispositivos USB através de uma rede IP denominado USB/IP ou *USB over IP*. Com o USB/IP é possível compartilhar um dispositivo USB, seja ele uma câmera, um HD externo, mouse, impressora, ou qualquer outro dispositivo utilizando uma rede IP.

O USB/IP abstrai uma conexão USB em um dispositivo genérico (servidor) e a partir daí transmite os pacotes de dados USB pra outro computador (cliente)

via rede. O cliente pode montar seu próprio *USB device* e utilizar os pacotes de dados USB que recebe via rede.

A Microsoft adicionou suporte ao USB/IP no WSL a partir do kernel 5.10.60.1. Assim, devemos primeiramente verificar qual a versão de kernel está instalada utilizando o comando **uname -a**.

```
foo@bar$ uname -a
```

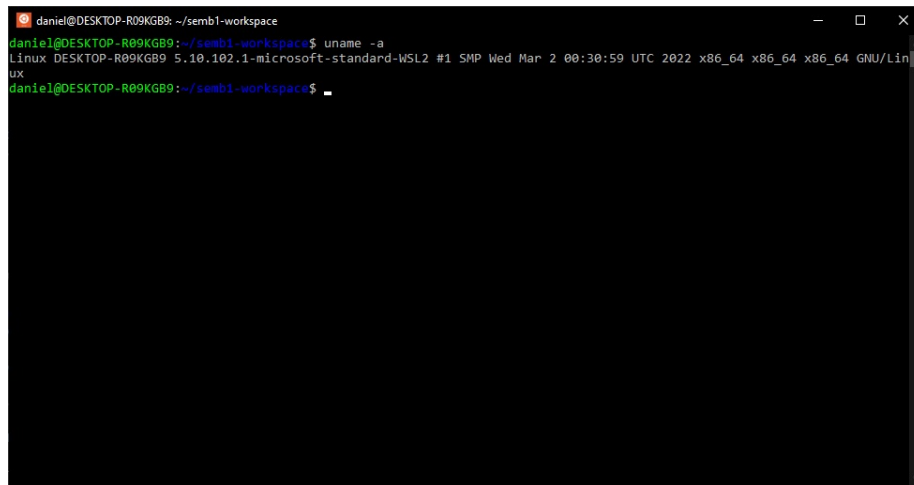
A screenshot of a Windows terminal window titled 'daniel@DESKTOP-R09KGB9: ~/seml-workspace'. The terminal shows the command 'uname -a' being executed, resulting in the output: 'Linux DESKTOP-R09KGB9 5.10.102.1-microsoft-standard-WSL2 #1 SMP Wed Mar 2 00:30:59 UTC 2022 x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux'. The prompt 'daniel@DESKTOP-R09KGB9: ~/seml-workspace\$' is visible at the bottom.

Figure 1: Ubuntu terminal

Caso sua versão do kernel seja inferior à requerida abra o *PowerShell* como administrador e execute o comando **wsl --update**.

Para compartilhar dispositivos USB a partir do Windows precisamos instalar o servidor do USB/IP, o **USBIP-WIN**, disponível em [2]. Faça o download e execute o arquivo *usbipd-win_x.msi*. Ao final do processo de instalação teremos

- um serviço chamado *usbipd* (USBIP Device Host);
- uma ferramenta de linha de comando chamada *usbipd*;
- uma regra de *firewall* para permitir que todas as subredes locais conectem ao serviço *usbipd*.

Após instalar o servidor no Windows devemos instalar o cliente USB/IP e o banco de dados de identificadores USB no Linux. No Ubuntu devemos instalar os seguintes pacotes **linux-tools-generic** e **hwdata**.

```
foo@bar$ sudo apt install linux-tools-generic hwdata
```

Para facilitar a atualização do cliente USB/IP vamos utilizar a ferramenta **update-alternatives**. Esta ferramenta permite que sejam utilizadas diferentes versões do cliente USB/IP de forma transparente.

```
foo@bar$ apt list -a linux-tools-generic
Listing... Done
linux-tools-generic/focal-updates,focal-security,now 5.4.0.107.111 amd64 [installed]
foo@bar$ sudo update-alternatives --install /usr/local/bin/usbip usbip \
/usr/lib/linux-tools/5.4.0-107-generic/usbip 20
```

Para maiores informações sobre a ferramenta **update-alternatives**

```
foo@bar$ man update-alternatives
```

6 - Conectar o gravador ST-LINK no WSL2

Antes de conectar o gravador **ST-LINK** na USB certifique-se que o terminal do Ubuntu está aberto e que o serviço *udev* está rodando.

```
foo@bar$ sudo service udev restart
```

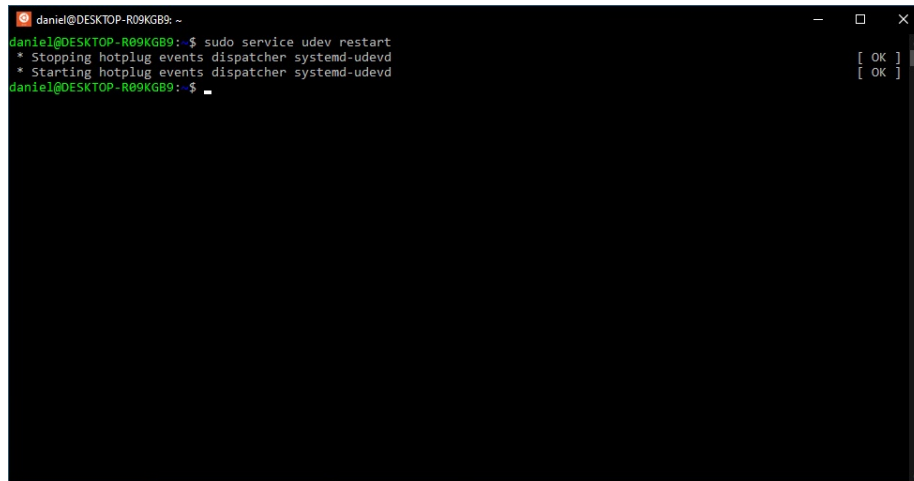


Figure 2: Ubuntu terminal

Para utilizar o gravador baixe e instale o *driver* USB do ST-LINK, disponível em [4]. Conecte o gravador e verifique se o driver foi instalado corretamente. Isto pode ser feito através do *Gerenciador de Dispositivos*.

Abra o *Windows PowerShell* como administrador e liste os dispositivos USB conectados.

```
PS > usbipd wsl list
```

Como podemos observar o gravador ST-LINK possui o **BUSID** 3-3. É importante ressaltar que o **BUSID** pode mudar de acordo com a porta utilizada para conectar o **ST-LINK**.

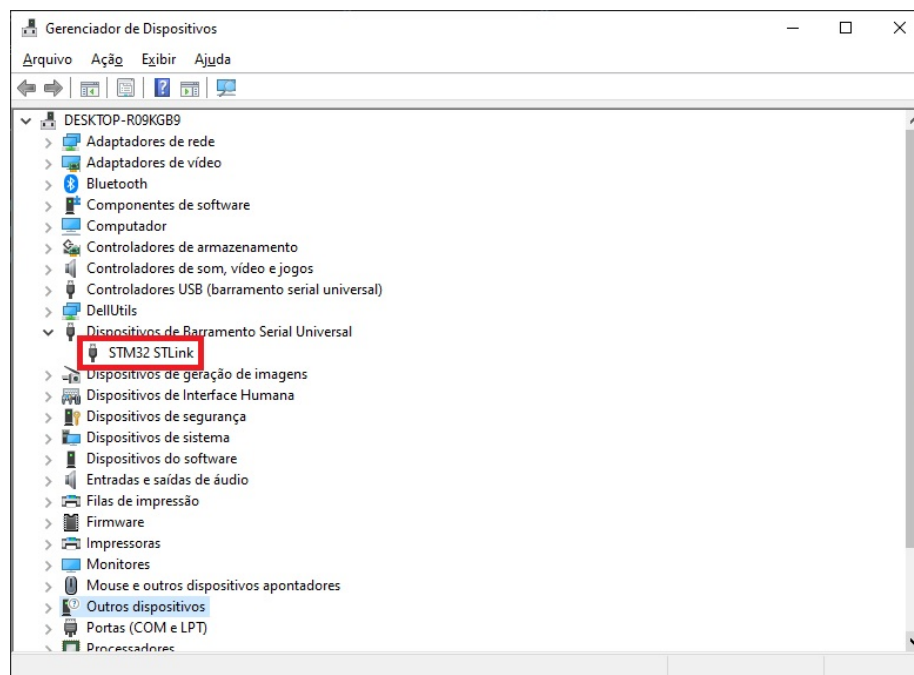


Figure 3: Gerenciador de Dispositivos

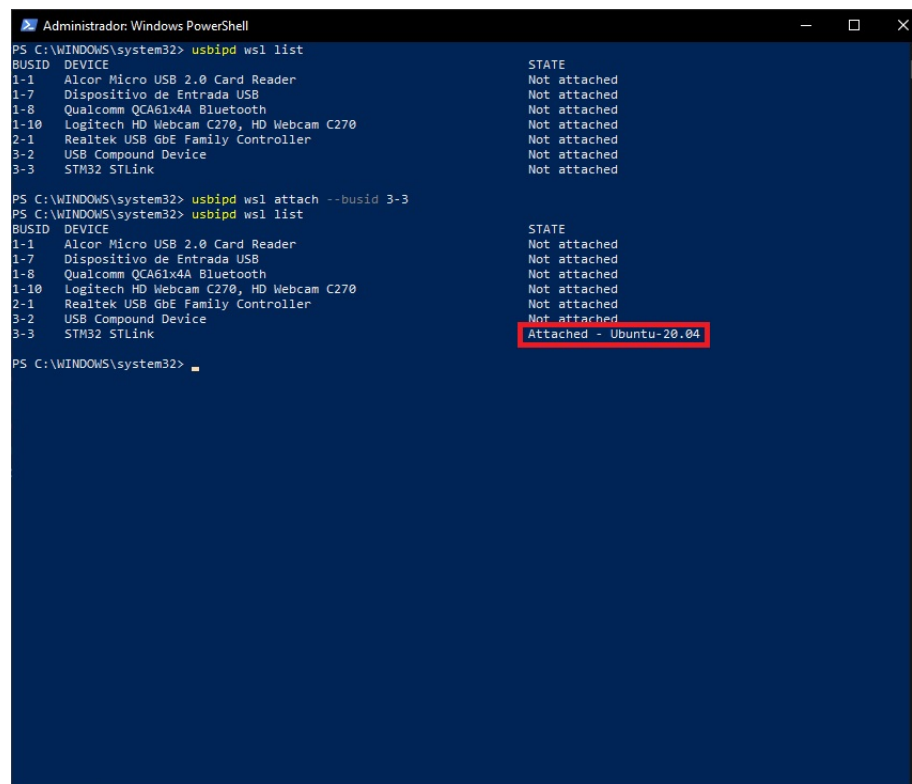
```
Administrador: Windows PowerShell
PS C:\WINDOWS\system32> usbipd wsl list
BUSID  DEVICE                                     STATE
1-1    Alcor Micro USB 2.0 Card Reader           Not attached
1-7    Dispositivo de Entrada USB               Not attached
1-8    Qualcomm QCA61x4A Bluetooth              Not attached
1-10   Logitech HD Webcam C270, HD Webcam C270  Not attached
2-1    Realtek USB GbE Family Controller         Not attached
3-2    USB Compound Device                      Not attached
3-3    STM32 STLink                             Not attached
PS C:\WINDOWS\system32>
```

Figure 4: Windows PowerShell

De posse do **BUSID** podemos conectar o gravador ST-LINK ao WSL. Para isso utilizamos o seguinte comando

```
PS > usbipd wsl attach --busid 3-3
PS > usbipd wsl list
```

Observe que ao listarmos novamente os dispositivos USB vemos que o estado do gravador ST-LINK foi de **Not attached** para **Attached - Ubuntu-20.04**.



```
Administrador: Windows PowerShell
PS C:\WINDOWS\system32> usbipd wsl list
BUSID  DEVICE                               STATE
1-1    Alcor Micro USB 2.0 Card Reader          Not attached
1-7    Dispositivo de Entrada USB               Not attached
1-8    Qualcomm QCA61x4A Bluetooth             Not attached
1-10   Logitech HD Webcam C270, HD Webcam C270  Not attached
2-1    Realtek USB GbE Family Controller        Not attached
3-2    USB Compound Device                     Not attached
3-3    STM32 STLink                           Not attached

PS C:\WINDOWS\system32> usbipd wsl attach --busid 3-3
PS C:\WINDOWS\system32> usbipd wsl list
BUSID  DEVICE                               STATE
1-1    Alcor Micro USB 2.0 Card Reader          Not attached
1-7    Dispositivo de Entrada USB               Not attached
1-8    Qualcomm QCA61x4A Bluetooth             Not attached
1-10   Logitech HD Webcam C270, HD Webcam C270  Not attached
2-1    Realtek USB GbE Family Controller        Not attached
3-2    USB Compound Device                     Not attached
3-3    STM32 STLink                           Attached - Ubuntu-20.04

PS C:\WINDOWS\system32>
```

Figure 5: Windows PowerShell

No terminal do Ubuntu verifique, utilizando o comando **lsusb**, se o gravador ST-LINK está disponível. Observe que o ST-LINK está disponível no **BUS 001** e **Device 003**.

```
foo@bar$ lsusb
```

Os sistemas operacionais baseados no Unix, dos quais o Linux faz parte, têm a capacidade de definir de forma detalhada os direitos de acesso aos arquivos, dispositivos e recursos do SO. Para verificar se seu usuário tem acesso ao ST-LINK execute o comando

```
foo@bar$ ls -l /dev/bus/usb/001/003
```

```
daniel@DESKTOP-R09KGB9: ~/semb1-workspace/lab-01
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~/semb1-workspace/lab-01$ lsusb
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0483:3748 STMicroelectronics ST-LINK/V2
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~/semb1-workspace/lab-01$
```

Figure 6: Ubuntu terminal

```
daniel@DESKTOP-R09KGB9: ~
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$ lsusb
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0483:3748 STMicroelectronics ST-LINK/V2
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$ ls -l /dev/bus/usb/001/003
crw-rw-rw- 1 root root 189, 2 May  3 14:04 /dev/bus/usb/001/003
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$
```

Figure 7: Ubuntu terminal

De acordo com a resposta ao comando *ls* este arquivo pertence ao grupo **root** e ao usuário **root**. Os direitos de acesso a este arquivo são detalhados pelo conjunto caracteres **crw-----**. O primeiro caractere indica a natureza do arquivo que pode ser

- -: arquivo clássico
- d: diretório
- l: link simbólico
- c: dispositivo do tipo caracter
- b: dispositivo do tipo bloco
- p: pipe (FIFO) ou “tubo”
- s: socket

no nosso caso o arquivo representa um dispositivo tipo caracter, o ST-LINK.

Em seguida, temos 3 grupos com 3 caracteres cada, indicando se o arquivo está autorizado para leitura, escrita ou execução (read, write e execute). Os 3 grupos correspondem aos direitos de acesso do proprietário, dos membros do grupo ao qual o usuário pertence e de outros usuários. As letras **rw** são usadas para simbolizar essas permissões. Se a permissão não for concedida, a letra em questão é substituída por -. Para este arquivo apenas o usuário **root** tem o direito de leitura e escrita. Logo, teremos que alterar os direitos de acesso a este arquivo para podermos utilizar o ST-LINK.

A melhor forma de alterar os direitos de acesso aos arquivos relacionados à dispositivos USB é utilizar o **udev**. O **udev** é um subsistema do Linux para gerenciamento de eventos de dispositivos. Falando de maneira simplificada o **udev** executa um *script* receber um evento de algum dispositivo, por exemplo, ao conectarmos um dispositivo USB.

Os *scripts* necessários para ajustar os direitos de acesso ao **ST-LINK** estão na pasta **lab-01**. Acesse a pasta do laboratório e copie todos os arquivos do diretório **config/udev/rules.d** para o diretório **/etc/udev/rules.d**

```
foo@bar$ sudo cp config/udev/rules.d/49-stlink* /etc/udev/rules.d
```

Reinicie o serviço **udev** e recarregue as regras

```
foo@bar$ sudo service udev restart
foo@bar$ sudo udevadm control --reload
```

Para verificar se as permissões serão configuradas corretamente desconecte o ST-LINK do WSL. Vá até o terminal do *PowerShell* e digite

```
PS > usbipd wsl detach --busid 3-3
PS > usbipd wsl list
```

Conecte novamente o ST-LINK ao WSL

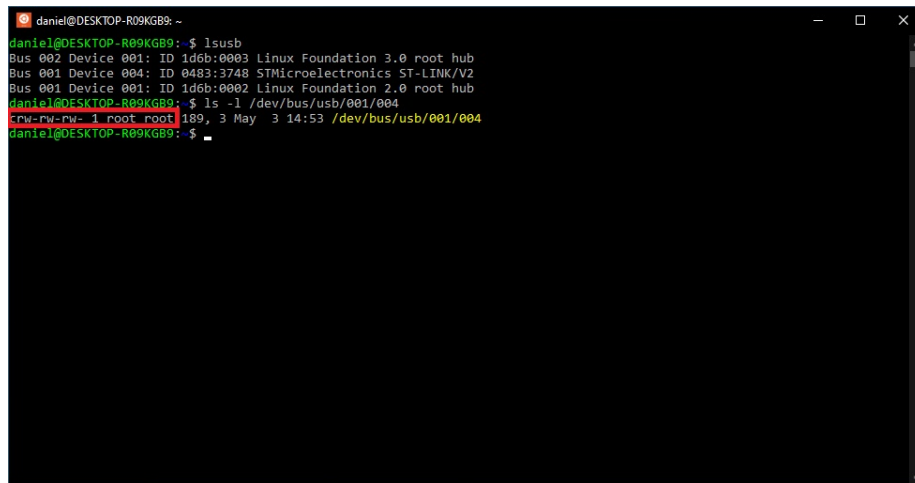

```
Administrador: Windows PowerShell
PS C:\WINDOWS\system32> usbipd wsl detach --busid 3-3
PS C:\WINDOWS\system32> usbipd wsl list
BUSID  DEVICE                                     STATE
1-1    Alcor Micro USB 2.0 Card Reader               Not attached
1-7    Dispositivo de Entrada USB                     Not attached
1-8    Qualcomm QCA61x4A Bluetooth                   Not attached
1-10   Logitech HD Webcam C270, HD Webcam C270        Not attached
2-1    Realtek USB GbE Family Controller              Not attached
3-2    USB Compound Device                           Not attached
3-3    STM32 STLink                                  Not attached
PS C:\WINDOWS\system32>
```

Figure 8: Windows PowerShell

```
PS > usbipd wsl attach --busid 3-3
```

vá até o terminal do Ubuntu e verifique os direitos de acesso ao dispositivo. Observe que o número de dispositivo vinculado ao ST-LINK mudou. Agora ele está disponível no **BUS 001** e **Device 004**.

```
foo@bar$ lsusb  
foo@bar$ ls -l /dev/bus/usb/001/004
```



```
daniel@DESKTOP-R09KGB9: ~  
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$ lsusb  
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub  
Bus 001 Device 004: ID 0483:3748 STMicroelectronics ST-LINK/V2  
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub  
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$ ls -l /dev/bus/usb/001/004  
crw-rw-rw- 1 root root 189, 3 May  3 14:53 /dev/bus/usb/001/004  
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$
```

Figure 9: Ubuntu terminal

Como pôde notar os direitos de acesso foram alterados de forma que qualquer usuário tenha acesso a leitura e escrita no dispositivo ST-LINK.

Conecte o programador **ST-LINK**, sem nada conectado a ele, e execute o seguinte comando

```
foo@bar$ lsusb  
foo@bar$ ls -l /dev/bus/usb/001/004
```

Caso o sistema tenha sido configurado corretamente você deverá obter uma resposta como a da figura abaixo

```
daniel@DESKTOP-R09KGB9: ~  
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$ st-info --probe  
Failed to parse flash type or unrecognized flash type  
Found 1 stlink programmers  
  version: V2J3957  
  serial: 180027000700004E43504D4E  
  flash: 0 (pagesize: 0)  
  sram: 0  
  chipid: 0x000  
  
detected chip_id parameters  
  
# Device Type: unknown  
# Reference Manual: RM0000  
#  
chip_id 0x0  
flash_type 0  
flash_size_reg 0x0  
flash_pagesize 0x0  
sram_size 0x0  
bootrom_base 0x0  
bootrom_size 0x0  
option_base 0x0  
option_size 0x0  
flags 0  
  
dev-type: unknown  
daniel@DESKTOP-R09KGB9:~$
```

Figure 10: Ubuntu terminal