Joystick

A seguir desenvolvemos, passo-a-passo, as etapas de síntese de um programa - em linguagem C - para ler a posição do joystick, presente na BitDogLab, e exibir o resultado no terminal do VS Code.

Atividade:

Vamos desenvolver um programa - em C - para ler a posição do Joystick analógico da BitDogLab, calcular a posição em uma barra de progresso e exibir o resultado no terminal. O programa deve ser estruturado para realizar estas tarefas de forma repetitiva, lendo e exibindo as informações continuamente.

Desenvolvimento:

Como ponto de partida podemos identificar os elementos, ou interfaces, de entrada e saída que serão usados no nosso hardware para implementar este projeto.

A interface de entrada é um joystick que converte a posição da sua alavanca em sinais eletrônicos. No caso da BitDogLab temos um joystick analógico em que a posição x e y da alavanca é convertida em dois níveis de tensão (sinais) que variam de 0 até 3,3V. A figura a seguir mostra a fotografia de um joystick ao lado do seu esquema elétrico simplificado.

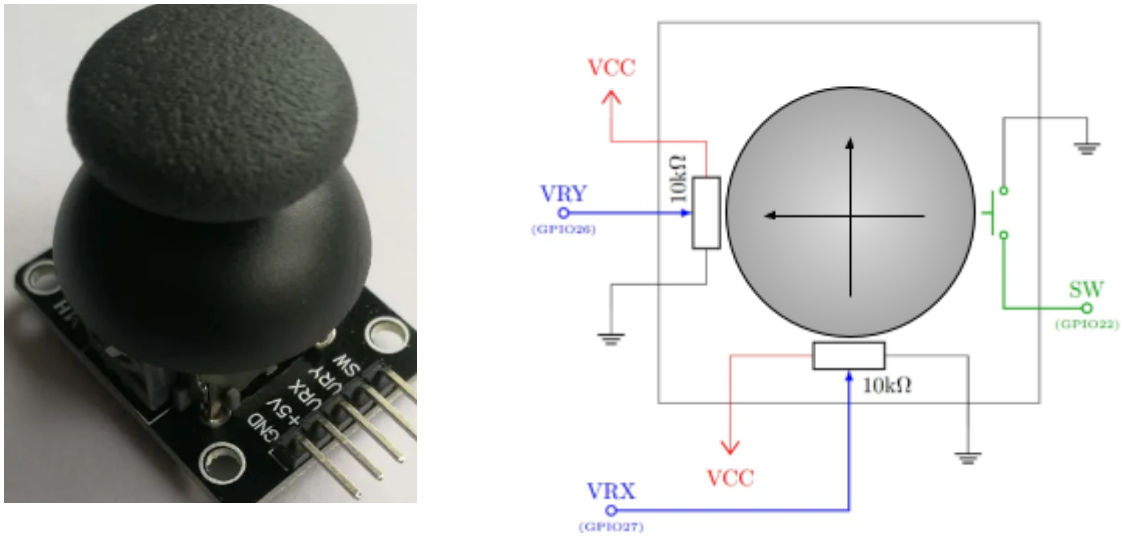


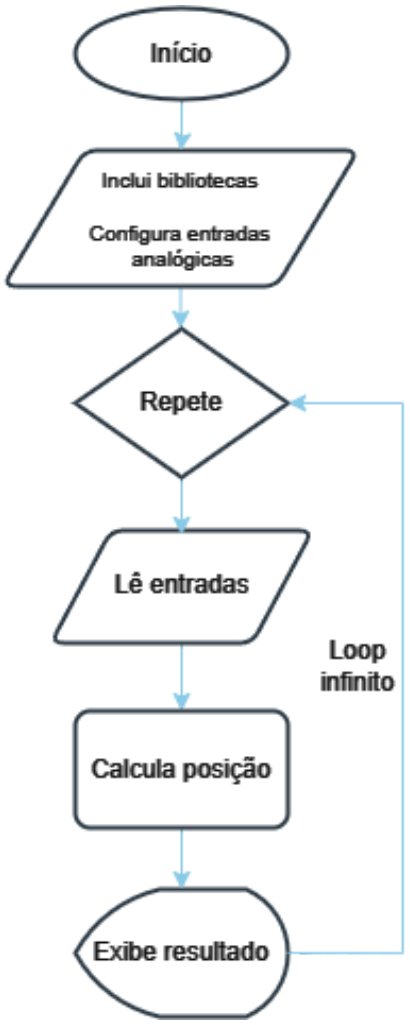
Figura: Foto do joystick e seu esquema elétrico simplificado.

Quando o joystick está na posição neutra os valores dos sinais são V_x = V_y = VCC/2. O movimento da alavanca do joystick, altera proporcionalmente, o valor destes sinais. O conversor Analógico Digital, acessível através dos GPIOs 26 e 27, do microcontrolador RP2040 converte estes sinais analógicos em palavras digitais que a partir daí estão prontos para a próxima etapa de processamento. Além disto, este joystick também possui um botão que pode ser acionado quando o usuário aperta a alavanca. Este botão está conectado ao GPIO 22, que deve ser configurado com entrada digital com *pull-up*, no RP2040.

Vamos usar como interface de saída o próprio terminal do VS Code. Desta forma, podemos exibir tanto o valor dos sinais analógicos como uma barra que movimenta proporcional a posição do joystick.

Tendo definidas as entradas e saídas podemos trabalhar na síntese do código. Um bom ponto de partida é começar a fazer um mapa mental usando o desenho de um fluxograma.

Fluxograma



OBS: Editado no Drawio

Neste fluxograma, vamos destacar e detalhar as seguintes etapas principais num novo documento chamado de pseudocódigo.

Início: Representa o ponto de partida do programa.

Configuração de Inicialização: O programa começa incluindo bibliotecas e configurando as entradas analógicas que serão usadas para ler o joystick.

Loop Infinito: Uma estrutura de repetição (loop) onde o programa lê continuamente os valores do joystick e exibe os resultados. Esse loop continuará a execução indefinidamente.

Leitura das Entradas: No loop, o programa lê os valores das entradas analógicas do joystick, tanto para o eixo X quanto para o eixo Y.

Cálculo da Posição: Com os valores lidos, o programa calcula a posição do joystick em uma barra de 40 caracteres de largura.

Exibição dos Resultados: O programa exibe no terminal uma barra de progresso que representa graficamente a posição do joystick.

Retorno ao Início do Loop: Após exibir o resultado, o programa espera brevemente e retorna ao início do loop para repetir o processo.

Um dos principais **benefícios dos fluxogramas e pseudocódigo** é que eles permitem aos desenvolvedores **planejar a lógica do programa** de maneira simplificada, **sem as restrições de sintaxe** ou estrutura de uma linguagem de programação específica. Isso torna **mais fácil identificar e corrigir potenciais erros na lógica** das funções ou no fluxo do programa **antes de começar** a escrever e depurar **o código final**.

Na etapa seguinte podemos transcrever o pseudocódigo em um programa escolhendo alguma linguagem específica, respeitando sua sintaxe e convenções. Esta construção pode ser realizada etapa por etapa respeitando a sequência do pseudocódigo ou então pode ser reaproveitada de um repositório. Normalmente é aqui que o desenvolvedor investe um certo tempo depurando o código e testando até que o resultado atenda as suas espectativas.

No caso desta atividade vamos usar C. Segue o código em linguagem C para a leitura e exibição da posição de um joystick:

Fonte de referência: [pico-examples/adc/joystick_display/joystick_display.c at master · raspberrypi/pico-examples · GitHub]

Pseudocódigo	Linguagem C

Início: Representa o ponto de partida do programa. Para começar, incluímos um comentário e a referência	`/**`
	` * Embarcatech adaptado de:`
	` * Copyright (c) 2020 Raspberry Pi (Trading) Ltd.`
	` * SPDX-License-Identifier: BSD-3-Clause`
	` */`

Configuração de Inicialização: O programa começa incluindo bibliotecas e
 	
configurando as entradas analógicas que serão usadas para ler o joystick.
	`#include <stdio.h>`
	`#include "pico/stdlib.h"`
	`#include "hardware/adc.h"`
	
	`int main() {`
	`    // Inicializa as interfaces de entrada e saída padrão (UART)`
	`    stdio_init_all();`
	`    // Inicializa o conversor analógico-digital (ADC)`
	`     adc_init();`
	
	`// Configura os pinos GPIO 26 e 27 como entradas de ADC (alta impedância, sem resistores pull-up)`
	`    adc_gpio_init(26);`
	`    adc_gpio_init(27);`

Loop Infinito: Uma estrutura de repetição (loop) onde o programa lê continuamente os valores do joystick e exibe os resultados. Esse loop continuará a execução indefinidamente.
 	
Leitura das Entradas: No loop, o programa lê os valores das entradas analógicas do joystick, tanto para o eixo X quanto para o eixo Y.
	`// Inicia o loop infinito para leitura e exibição dos valores do joystick`
	`    while (1) {`
	`        // Seleciona a entrada ADC 0 (conectada ao eixo X do joystick)`
	`        adc_select_input(1);`
	`        // Lê o valor do ADC para o eixo X`
	`        uint adc_x_raw = adc_read();`
	
	`        // Seleciona a entrada ADC 1 (conectada ao eixo Y do joystick)`
	`        adc_select_input(0);`
	`        // Lê o valor do ADC para o eixo Y`
	`        uint adc_y_raw = adc_read();`
	
	`        // Configuração da barra de exibição dos valores de X e Y no terminal`
	`    // Mostra a posição do joystick de uma forma`

Cálculo da Posição: Com os valores lidos, o programa calcula a posição do joystick em uma barra de 40 caracteres de largura.

Exibição dos Resultados: O programa exibe no terminal uma barra de progresso que representa graficamente a posição do joystick.

Retorno ao Início do Loop: Após exibir o resultado, o programa espera brevemente e retorna ao início do loop para repetir o processo.

```
como esta:
        // X: [            o            ]  Y: [
o         ]
        const uint bar_width = 40; // Define a
largura da barra
        const uint adc_max = (1 << 12) - 1; //
Valor máximo do ADC (12 bits, então 4095)

        // Calcula a posição do marcador 'o' na
barra de X e Y com base nos valores lidos
        uint bar_x_pos = adc_x_raw * bar_width /
adc_max;
        uint bar_y_pos = adc_y_raw * bar_width /
adc_max;

        // Exibe a barra do eixo X no terminal
        printf("\rX: [");
        for (uint i = 0; i < bar_width; ++i)
            putchar(i == bar_x_pos ? 'o' : ' ');
        printf("]  Y: [");

        // Exibe a barra do eixo Y no terminal
        for (uint i = 0; i < bar_width; ++i)
            putchar(i == bar_y_pos ? 'o' : ' ');
        printf("]");

        // Pausa o programa por 50 milissegundos
antes de ler novamente
        sleep_ms(50);
    }
}
```

Code Blocks

Language: auto

Theme: agate

No background

Código completo em C

```
/**
 * Embarcatech adaptado de:
 * Copyright (c) 2020 Raspberry Pi (Trading) Ltd.
 * SPDX-License-Identifier: BSD-3-Clause
 */

#include <stdio.h>
#include "pico/stdlib.h"
#include "hardware/adc.h"

int main() {
    // Inicializa as interfaces de entrada e saída padrão (UART)
    stdio_init_all();
    // Inicializa o conversor analógico-digital (ADC)
    adc_init();

    // Configura os pinos GPIO 26 e 27 como entradas de ADC (alta
impedância, sem resistores pull-up)
    adc_gpio_init(26);
    adc_gpio_init(27);

    // Inicia o loop infinito para leitura e exibição dos valores do
joystick
    while (1) {
        // Seleciona a entrada ADC 0 (conectada ao eixo X do joystick)
        adc_select_input(1);
        // Lê o valor do ADC para o eixo X
        uint adc_x_raw = adc_read();

        // Seleciona a entrada ADC 1 (conectada ao eixo Y do joystick)
        adc_select_input(0);
        // Lê o valor do ADC para o eixo Y
        uint adc_y_raw = adc_read();

        // Configuração da barra de exibição dos valores de X e Y no
terminal
    // Mostra a posição do joystick de uma forma como esta:
        // X: [            o            ]  Y: [             o
]
        const uint bar_width = 40; // Define a largura da barra
        const uint adc_max = (1 << 12) - 1; // Valor máximo do ADC (12
bits, então 4095)

        // Calcula a posição do marcador 'o' na barra de X e Y com base
nos valores lidos
        uint bar_x_pos = adc_x_raw * bar_width / adc_max;
        uint bar_y_pos = adc_y_raw * bar_width / adc_max;
```

```
        // Exibe a barra do eixo X no terminal
        printf("\rX: [");
        for (uint i = 0; i < bar_width; ++i)
            putchar(i == bar_x_pos ? 'o' : ' ');
        printf("]  Y: [");

        // Exibe a barra do eixo Y no terminal
        for (uint i = 0; i < bar_width; ++i)
            putchar(i == bar_y_pos ? 'o' : ' ');
        printf("]");

        // Pausa o programa por 50 milissegundos antes de ler novamente
        sleep_ms(50);
    }
}
```

Arquivo CMake

Além do arquivo em C (extensão .c), é necessário configurar um arquivo CMake para compilar e executar o programa na Raspberry Pi Pico. Esse arquivo, geralmente chamado CMakeLists.txt, define as configurações de *build* do projeto, como as bibliotecas que serão usadas, os arquivos de origem e as especificações do sistema.

Aqui está um exemplo básico do CMakeLists.txt para este projeto:

CMakeLists.txt

```
# Define o executável do projeto, especificando o arquivo principal (joystick_display.c)
add_executable(joystick_display
        joystick_display.c
        )

# Vincula as bibliotecas necessárias para o funcionamento do programa
# pico_stdlib: Inclui as bibliotecas padrão da Raspberry Pi Pico
# hardware_adc: Habilita o uso do ADC (Conversor Analógico-Digital)
target_link_libraries(joystick_display pico_stdlib hardware_adc)

# Gera arquivos adicionais como .map, .bin, .hex, etc., necessários para a programação do microcontrolador
pico_add_extra_outputs(joystick_display)

# Define a URL de referência para este exemplo (opcional)
# Isso é útil se você estiver compartilhando o código e quiser apontar para uma fonte online
example_auto_set_url(joystick_display)
```

Explicação dos principais comandos do CMAKE:

1. `add_executable`: **Define o executável para o projeto, especificando o arquivo fonte principal** `joystick_display.c`.
2. `target_link_libraries`: **Adiciona as bibliotecas necessárias.** `pico_stdlib` **é a biblioteca padrão da Raspberry Pi Pico, e** `hardware_adc` **permite o uso do ADC.**
3. `pico_add_extra_outputs`: **Gera arquivos adicionais, como** `.uf2`, `.bin`, **e** `.hex`, **para facilitar o carregamento do código na Pico.**
4. `example_auto_set_url`: **Define uma URL associada a este exemplo (geralmente um link para a documentação ou o repositório). Esse passo é opcional, mas útil para referência.**

Exercícios:

Faça uma adaptação neste código em C de forma que o programa saia do loop infinito e exiba uma mensagem de finalização no terminal quando o botão do joystick for apertado. Comece pelo fluxograma, depois modifique o pseudocódigo e por fim implemente e depure seu código em C. Faça um vídeo mostrando seu funcionamento e carregue no Moodle.

Faça uma adaptação neste código em C de forma que o joystick comande um efeito de deslocamento nos LEDs da matriz RGB da BitDogLab. Faça um vídeo, de no máximo 15 segundos, mostrando seu funcionamento e carregue no Moodle.