

Universidade Federal de Ouro Preto

Instituto de Ciência Exatas e Aplicadas

Departamento de Engenharia Elétrica

Laboratório de Microprocessadores e Microcontroladores – CEA580

Prática 3

Alunos: Matheus Fernandes Gomes e Grazielle de Cassia Rodrigues

Matrículas: 17.2.5941 e 21.1.8120

Objetivos

Compreender o princípio de funcionamento das instruções lógicas, de deslocamento e de salto.

Referências

Mazidi and Naimi “The STM32F103 Arm Microcontroller and Embedded Systems”, Cap. 3 e 4.

Installing the Keil for STM32F10x step by step tutorial

STM32 Assembly Programming in Keil step by step tutorial

Lista de Materiais

Hardware

Item	Descrição	Quantidade
1	STM32F103C8 Blue Pill	1
2	ST-Link V2	1
3	Protoboard	1
4	Push-Button	4
5	Resistor 1k	2
6	Led	2
7	Cabos para conexão	

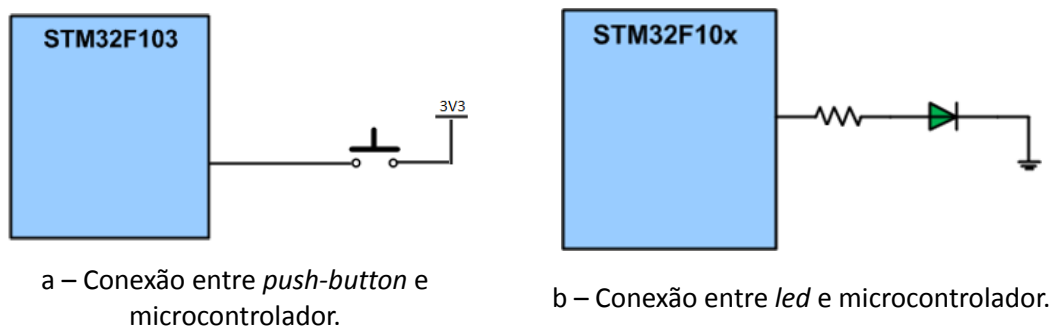
Software

Descrição	Link para download
Keil IDE - MDK-ARM	http://www.keil.com/
Keil.STM32F1xx_DFP.2.4.0.pack	https://www.keil.com/dd2/pack/

Conexões elétricas

A Figura 1 apresenta o esquema de ligação que deverá ser utilizado para conexão entre microcontrolador, chaves e leds.

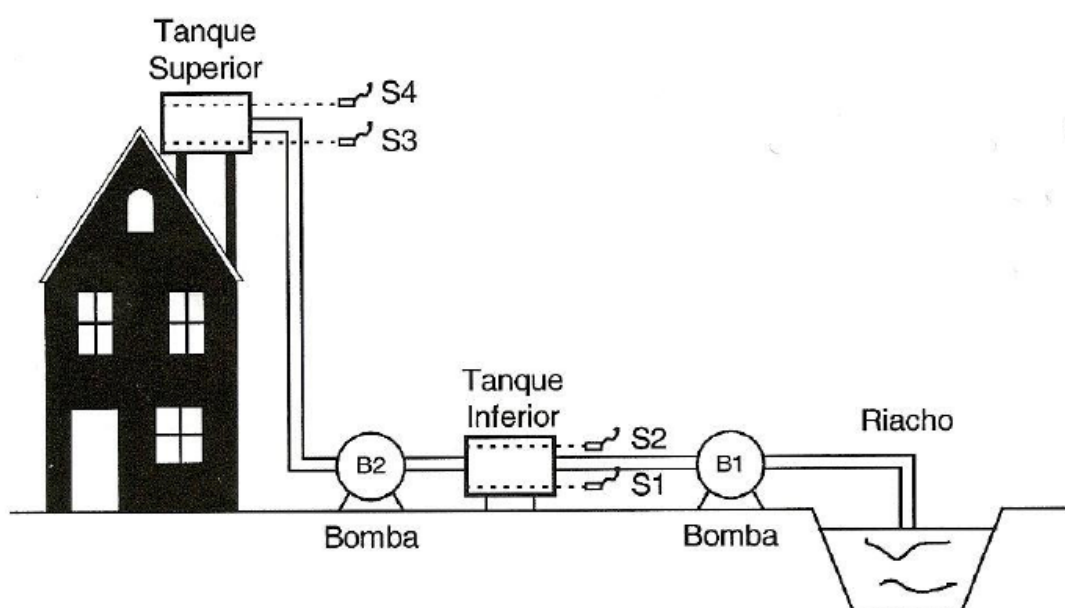
Figura 1 – Conexão entre microcontrolador, chaves e leds.



Problema

A Figura 1 apresenta o modelo de um sistema hidráulico utilizado por uma empresa de abastecimento de água. O sistema apresentado é utilizado para bombear água de um riacho até a caixa d'água de um edifício.

Figura 1 – Sistema hidráulico utilizado para enviar água até a caixa d'água de um edifício.



Especificações do sistema hidráulico

Bombeamento de água

O sistema utiliza duas bombas hidráulicas:

- Bomba B1: bombeia água do riacho até o tanque inferior;
- Bomba B2: bombeia água do tanque inferior até o tanque superior.

Sensores de nível

O sistema possui dois sensores de nível para cada tanque:

- S1 e S2: tanque inferior
- S3 e S4: tanque superior.

Cada sensor apresenta dois níveis lógicos de saída:

- 0: nível de água baixo;
- 1: nível de água alto.

Condições de operação dos tanques

Tanque inferior

- S1 = 0 e S2 = 0: tanque com nível baixo;
- S1 = 1 e S2 = 0: tanque com nível intermediário;
- S1 = 1 e S2 = 1: tanque com nível alto;

Tanque superior

- S3 = 0 e S4 = 0: tanque com nível baixo;
- S3 = 1 e S4 = 0: tanque com nível intermediário;
- S3 = 1 e S4 = 1: tanque com nível alto;

Condições de operação das bombas

Bomba 1

- ON: sempre que o nível do tanque inferior for baixo;
- OFF: somente quando o nível do tanque inferior for alto.

Bomba 2

- ON: sempre que o nível do tanque superior for baixo, desde que o nível do tanque inferior seja intermediário ou máximo;
- OFF: somente quando o nível do tanque superior for alto.

Especificações do projeto

Para resolver as atividades apresentadas na sequência, deve-se utilizar instruções lógicas, de deslocamento e de salto. Além disso, deve-se realizar as conexões elétricas listadas abaixo:

Sensores

- Chave S1: Conectar ao pino PA0
- Chave S2: Conectar ao pino PA1
- Chave S3: Conectar ao pino PA2
- Chave S4: Conectar ao pino PA3

Bombas

- Bomba 1: conectar led vermelho ao pino PB0
- Bomba 2: conectar led verde ao pino PB1

$$B1 = S2'S1' + S2S1B1_antes$$

- b) Escreva um algoritmo usando instruções em Assembly para implementar a função lógica que representa o circuito projetado. Apresente o algoritmo desenvolvido, comentando as partes principais.

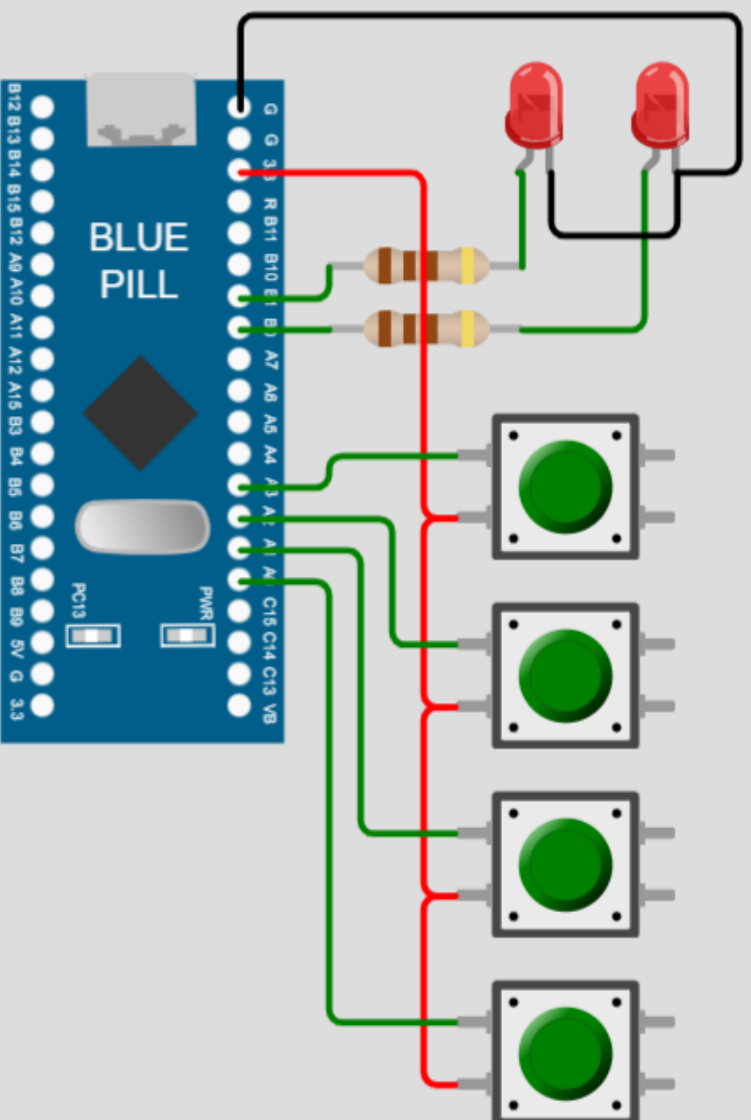
```
CONTROLE_BOMBA1
    AND R5, R1, R2 ;quando S1 e S2 pressionados R5 é 1
    CMP R5, #1     ;se R5 é 1 tanque inferior está cheio
    BEQ DESLIGA_BOMBA1 ;desliga_bombal
    B LIGA_BOMBA1   ;liga bomba_1

DESLIGA_BOMBA1
    MOV R11, #0
    MOV R9, R11
    B BOMBA2

LIGA_BOMBA1
    MOV R11, #1
    MOV R9, R11
    B CONTROLE_BOMBA1
```

2 – Controle das bombas B1 e B2

- a) Projete um circuito digital para controlar as bombas B1 e B2. Apresente o diagrama esquemático e a tabela verdade do circuito eletrônico proposto.



Exemplo 1 2 2

S4	S3	S1	B2
0	0	0	0
0	0	1	1
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	x → não pode ocorrer
1	1	0	0
1	1	1	0

$$B2 = (S4' S3' S1) + (S4' S3 S1 B2_antes)$$

- b) Escreva um algoritmo usando instruções em Assembly para implementar a função lógica que representa o circuito projetado. Apresenta o algoritmo desenvolvido, comentando as partes principais.

```
RCC_APB2ENR EQU 0x40021018
```

```
GPIOA_CRL EQU 0x40010800
```

```
GPIOA_CRH EQU 0x40010804
```

```
GPIOA_IDR EQU 0x40010808
```

```
GPIOA_ODR EQU 0x4001080C
```

```
GPIOB_CRL EQU 0x40010C00
```

```
GPIOB_CRH EQU 0x40010C04
```

```
GPIOB_IDR EQU 0x40010C08
```

```
GPIOB_ODR EQU 0x40010C0C
```

```
EXPORT __main
```

```
AREA MAIN, CODE, READONLY
```

```
__main
```

```
LDR R1,=RCC_APB2ENR
```

```
LDR R0,[R1]
```

```
ORR R0,R0,#0xFC
```

```
;enable the clocks for GPIOs
```

```
STR R0,[R1]
```



```

LDR R1,=GPIOB_CRL
LDR R0,=0x33333333
STR R0,[R1]                ;PB0 to PB7 as outputs

LDR R1,=GPIOB_CRH
LDR R0,=0x33333333
STR R0,[R1]                ;PB8 to PB15 as outputs

LDR R1,=GPIOA_CRL
LDR R0,=0x88888888
STR R0,[R1]                ;PA0 to PA7 as inputs

LDR R1,=GPIOA_CRH
LDR R0,=0x88888888
STR R0,[R1]                ;PA8 to PA15 as inputs

LDR R1,=GPIOA_ODR
LDR R0,=0x0000
STR R0,[R1]                ;PA0 to PA15 pull-down

```

LOOP

```

; LEITURA DOS SENSORES
LDR R10,=GPIOA_IDR
LDR R0,[R10]                ;R0 = value of GPIOA_IDR

;SENSORES
; R1 = S1
AND R1,R0,#0x01
; R2 = S2
LSR R0,R0,#0x01             ;Logical Shift Right
AND R2,R0,#0x01
; R3 = S3
LSR R0,R0,#0x01             ;Logical Shift Right
AND R3,R0,#0x01
; R4 = S4
LSR R0,R0,#0x01             ;Logical Shift Right
AND R4,R0,#0x01

```

; Inicio do algoritmo de controle

```

;Inicio B2
AND R5, R1, R2
CMP R5, #1
BEQ DESLIGA
MOV R11, #1
MOV R9, R11
B B2

```

DESLIGA

```

MOV R11, #0

```

```

MOV R9, R11

B2
;INICIO B2
MVN R6, R4
MVN R7, R3
AND R8, R6,R7
AND R6, R8, R1
CMP R6, #1
BEQ LIGA
MOV R12, #0
B FIM

LIGA
MOV R12, #1

FIM

; Fim do algoritmo de controle

; BOMBAS
; R11 = BOMBA 1
;MOV R11,R1 ; Bomba 1 = S1
; R12 = BOMBA 2
;MOV R12,R2 ; Bomba 2 = S2
; CONCATENA RESPOSTA EM R12
LSL R12,R12,#0x01
ORR R12,R12,R11

; LIGA/DESLIGA BOMBAS
LDR R10,=GPIOB_ODR
STR R12,[R10] ;GPIOB_ODR = R12
B LOOP

END

```