


<div> <i>Instituto Nacional de Telecomunicações</i></div>	RELATÓRIO 2	Data: / /	
	Disciplina: E209		
	Prof: João Pedro Magalhães de Paula Paiva Monitores: Thalita Domingos, João Henrique Delfino, Pedro Fraga		
Conteúdo: Revisão de Linguagem C			
Tema: Revisão Linguagem C e Máquina de Estados			
Nome:		Matrícula:	Curso:

OBJETIVOS:

- Desenvolver e aplicar os conceitos de máquinas de estados finitos;
- Extrair um diagrama de estados de um programa em C;
- Desenvolver um programa em C a partir de um diagrama de estados.

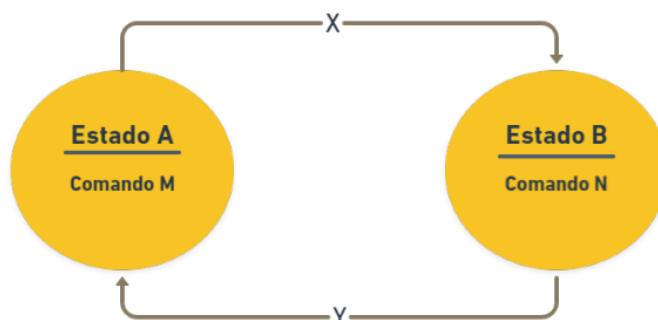
Parte Teórica

Definição de Máquinas de Estado:

Uma máquina de estados finitos é um modelo matemático usado para representar programas de computadores ou circuitos lógicos. O conceito é concebido como uma máquina abstrata que deve estar em um de seus finitos estados. **A máquina está em apenas um estado por vez** e este estado é chamado de **estado atual**. Uma **transição** indica uma mudança de estado e ocorre quando uma condição for satisfeita.

Diagramas de Estado

A partir dos diagramas de estado podemos desenvolver as lógicas de controle a serem implementadas. Os diagramas de estado assemelham-se ao seguinte modelo:



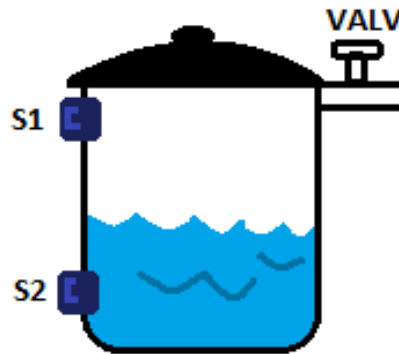
Onde temos:

- **X e Y** = transições -> condições necessárias para que ocorra transição de um estado para o outro;
- No **estado A** é executado o **Comando M** e no **estado B** é executado o **Comando N**;
- Se a máquina estiver no **estado A** e a **condição X for verdadeira**, o sistema irá mudar do **estado A para o estado B** (transição de A para B);
- Se a máquina estiver no **estado B** e a **condição Y for verdadeira**, o sistema irá mudar do **estado B para o estado A** (transição de B para A).

Exemplo de Máquina de Estado aplicada:

No exemplo a seguir é ilustrado o funcionamento de um sistema de controle de nível de um reservatório de água. O diagrama de estados descreve a lógica de abertura da válvula a partir de dois sensores de nível.

Deseja-se desenvolver um circuito que faça o controle de nível de um reservatório. Existem 2 sensores, MAX (S1) e MIN (S2), e uma válvula VALV. Quando o nível estiver abaixo do mínimo, a válvula é ligada. Ela continua acionada até que o nível ultrapasse o valor máximo.



Assim, para resolver o problema, o primeiro passo é identificar os estados do sistema: **vazio** e **cheio**.

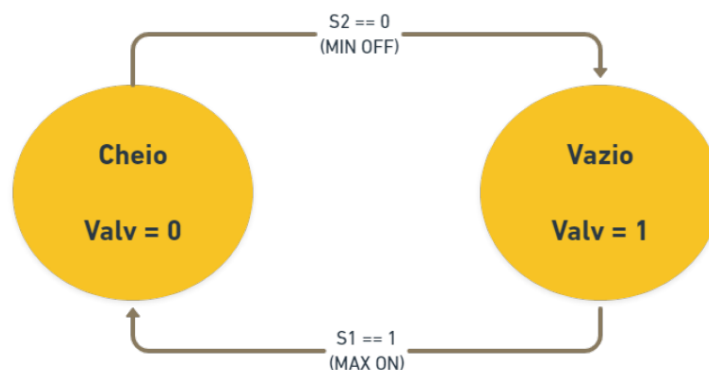
O próximo passo é **identificar a(s) saída(s)**: válvula (VALV), assim é possível verificar o que ocorre com o(s) valor(es) da(s) saída(s) para cada estado: no **vazio** a **VALV** fica ligada (1) e no **cheio** a **VALV** fica desligada (0).

O passo seguinte é **identificar a(s) entrada(s)**: sensor **MAX(S1)** e sensor **MIN(S2)**.

O final é analisar o problema e **determinar quais condições das entradas fazem com que ocorra a transição de estados**. Ambos sensores são ALTO-ATIVO, ou seja, fornecem nível lógico alto (1) quando ativos.

Por exemplo: sensor **MAX(S1)** em nível lógico alto ($S1 == 1$) indica o reservatório **cheio** e sensor **MIN(S2)** em nível lógico baixo ($S2 == 0$) indica o reservatório **vazio**.

A figura a seguir demonstra o diagrama de estados para o problema.



Implementação da máquina de estados em linguagem C:

```
#define CHEIO 5
#define VAZIO 0

unsigned char estado_atual = VAZIO, sensor_min = 0, sensor_max = 0, valvula = 1;

int main(void)
{
    for (;;)
    {
        switch (estado_atual)
        {
            case CHEIO:
                valvula = 0;
                if (sensor_min == 0)
                    estado_atual = VAZIO;
                break;

            case VAZIO:
                valvula = 1;
                if (sensor_max == 1)
                    estado_atual = CHEIO;
                break;

            default:
                break;
        }
    }
}
```

OBS.: Note que a saída não é alterada diretamente pelo valor de entrada, mas sim pelo valor do **estado_atual** da máquina de estados, uma variável do tipo char não sinalizada (positiva).

Parte Prática

- 1)** Para representar o funcionamento de um semáforo de trânsito, crie uma máquina de estados, sabendo que:

O tempo de cada estado é: Verde – 12s / Amarelo – 3s / Vermelho – 15s

- a) Elabore o diagrama de estados que satisfaça a operação do semáforo. As transições e saídas podem ser representadas de maneira simples
- b) Desenvolva um programa em C que obedeça ao diagrama de estados do item 2) a). Utilize variáveis com nomes objetivos para ilustrar os estados. Compile o projeto e execute para conferir a lógica elaborada na máquina de estados. Para isso, use os pinos 2, 3 e 4 do Arduino Uno e o programa disponibilizado pelo monitor.

Dicas:

Para fazer com que o programa espere um tempo **T**, utilize a função **`_delay_ms(T em ms)`** -> ex: **`_delay_ms(500)`** para **500ms**.

- 2)** Analise o **programa anexo** e extraia o diagrama de estados para as condições previstas. Represente cada transição com o valor de entrada e em cada estado o valor da saída.

3) Exercício Proposto:

Elabore um diagrama de estados de um dispositivo ou processo à sua escolha.

-> ex: Funcionamento de uma lâmpada, de uma porta, de uma máquina de café, etc.

ANEXO) PROGRAMA POR MÁQUINA DE ESTADOS

```
#define BUTTON_ON !(PIND & 0b00010000)

#define LED_RED_ON PORTD = PORTD | 0b10000000
#define LED_RED_OFF PORTD = PORTD & ~(0b10000000)
#define LED_GREEN_ON PORTD = PORTD | 0b00100000
#define LED_GREEN_OFF PORTD = PORTD & ~(0b00100000)

#define DELAY _delay_ms(500)
char estado = 0;

int main(void)
{
    DDRD = DDRD | 0b10100000; // Configurando pino 5 e 7 como saída
    PORTD = PORTD | 0b00010000; // Habilita resistor de PULL-UP
    for (;;)
    {
        switch (estado)
        {
            case 0:
                LED_RED_OFF; //desliga led do pino 7
                LED_GREEN_OFF; //desliga led do pino 5
                if (BUTTON_ON)
                {
                    estado = estado + 1; //incrementa o estado
                    DELAY; // delay para evitar o Bouncing
                }
                break;

            case 1:
                LED_RED_ON; //liga led do pino 7
                LED_GREEN_OFF; //desliga led do pino 5
                if (BUTTON_ON)
                {
                    estado = estado + 1; //incrementa o estado
                    DELAY; // delay para evitar o Bouncing
                }
                break;

            case 2:
                LED_RED_OFF; //desliga led do pino 7
                LED_GREEN_ON; //liga led do pino 5
                if (BUTTON_ON)
                {
                    estado = estado + 1; //incrementa o estado
                    DELAY; // delay para evitar o Bouncing
                }
                break;

            case 3:
                LED_RED_ON; //liga led do pino 7
                LED_GREEN_ON; //liga led do pino 5
                if (BUTTON_ON)
```

```
{
    estado = estado + 1; //incrementa o estado
    DELAY;              // delay para evitar o Bouncing
}
break;

default:
    estado = 0;
    break;
}
}
}
```