



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA

PROJETO DE SISTEMAS EMBUTIDOS

Lista de Exercícios 03

Aluno:

Giovanni Martins de Sá Júnior

Matrícula:

2017001850

15 de dezembro de 2023

1. Para cada um dos blocos básicos abaixo, reescreva na forma de assinalamento único (single-assignment form), e desenhe o seu respectivo CDFG.

- $x = a + b$:
 - $t1 = a + b$
 - $x = t1$
- $y = c + d$:
 - $t2 = c + d$
 - $y = t2$

2. Desenhe o CDFG para os trechos de código C abaixo.

```
if (y == 2) {
    r = a + b;
    s = c - d;
}
else r = a - c;
```

3. Você tem um temporizador de 16 bits, com função output compare e com um prescaler com divisões por 1, 2, 4 e 8. Você tem disponível um clock com frequência de 12 Mhz. Qual o valor de contagens para gerar os seguintes intervalos e suas respectivas precisões:

Para calcular o valor de contagem necessário para gerar intervalos específicos em um temporizador, podemos usar a fórmula:

Valor da Contagem = Frequência do Clock x Intervalo desejado / Prescaler

- **1 ms:**
 - Prescaler = 1: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 1 \text{ ms} / 1 = 12.000$
 - Prescaler = 2: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 1 \text{ ms} / 2 = 6.000$
 - Prescaler = 4: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 1 \text{ ms} / 4 = 3.000$
 - Prescaler = 8: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 1 \text{ ms} / 8 = 1.500$
- **3 ms:**
 - Prescaler = 1: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 3 \text{ ms} / 1 = 36.000$
 - Prescaler = 2: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 3 \text{ ms} / 2 = 18.000$
 - Prescaler = 4: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 3 \text{ ms} / 4 = 9.000$
 - Prescaler = 8: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 3 \text{ ms} / 8 = 4.500$
- **380 us:**

- Prescaler = 1: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 380 \text{ us} / 1 = 4.560$
- Prescaler = 2: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 380 \text{ us} / 2 = 2.280$
- Prescaler = 4: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 380 \text{ us} / 4 = 1.140$
- Prescaler = 8: Contagem = $12 \text{ Mhz} \times 380 \text{ us} / 8 = 570$

4. Resolva o problema proposto do Contador de RPM:

- Um motor gira com velocidade que varia entre 100 rpm e 1000 rpm
- Um sensor do tipo optical encoder está ligado ao eixo e produz 60 pulsos por ciclo.
- Você tem um uC com 2 C/T de 16 bits, um prescaler com divisões de 1, 2, 4 ou 8, e recebe um clock estável e ajustável entre 500 kHz e 8MHz.
- Você tem um display com 4 dígitos decimais.
- Proponha uma solução que utilize os dois C/T para obter o valor das RPMs e envie para a interface do display. Considere que a interface do display recebe um número do tipo inteiro.

Para resolver o problema proposto de um contador de RPM utilizando um microcontrolador (uC) com dois contadores/timers (C/T) de 16 bits, um prescaler com divisões de 1, 2, 4 ou 8, e um display de 4 dígitos decimais, podemos seguir as seguintes etapas:

(a) Calcular o valor de contagem para os contadores:

- Dado que o motor varia entre 100 RPM e 1000 RPM e o encoder produz 60 pulsos por ciclo, podemos calcular o número máximo de pulsos por minuto (PPM).
- $\text{PPM} = \text{RPM} \times \text{Pulsos por Ciclo}$
- Para o valor máximo de RPM (1000 RPM), teríamos $\text{PPM} = 1000 \times 60 = 60,000 \text{ PPM}$

(b) Escolher um prescaler:

- Escolha um prescaler adequado para que o contador de 16 bits possa contar o número máximo de pulsos por minuto.
- O prescaler deve ser escolhido de forma a garantir que o contador não transborde durante o intervalo de RPM especificado.

(c) Configurar os contadores/timers:

- Configurar os dois contadores/timers para operar em modo de contagem ascendente até o valor máximo de contagem calculado.
- Configurar o prescaler conforme escolhido.

(d) Contar pulsos e calcular RPM:

- Conectar o encoder ao uC e contar os pulsos usando os dois contadores.
 - Calcular as RPM usando a seguinte fórmula:
 - $RPM = PPM / \text{Pulsos Contados}$
- (e) Enviar valor das RPMs para o display:
- Converter o valor calculado das RPM para um número inteiro.
 - Enviar esse valor para o display de 4 dígitos decimais.
- (f) Ajustar o clock do microcontrolador:
- Ajustar o clock do microcontrolador para uma frequência adequada, considerando a faixa de 500 kHz a 8 MHz, de forma a otimizar o desempenho do sistema.