

## Trabalho Prático 4

### Terça-feira, 13 de Setembro de 2022

#### Projeto 1

Descreva em VHDL o contador de década do CI comercial 74HC190, representado na Fig. 1 e cujo diagrama de tempo está mostrado na Fig. 2. As entradas e saídas estão especificadas a seguir:

**CLK** : entrada de clock (borda de subida).

**D/Ub (Down/Up)** : quando igual a 1, a contagem é decrescente; quando igual a 0, a contagem é crescente.

**LOADb** : carrega as entradas **D<sub>3</sub> D<sub>2</sub> D<sub>1</sub> D<sub>0</sub>**, de maneira que a contagem inicia com esse valor.

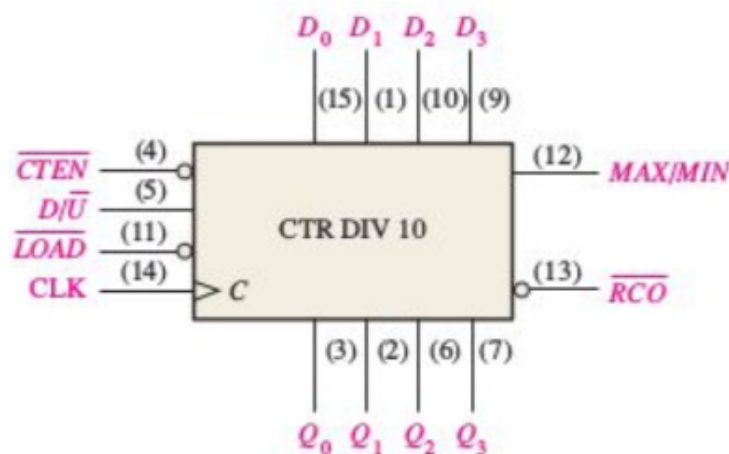
**CTENb** : habilita (=0) ou desabilita (=1) a contagem.

**D<sub>3</sub> D<sub>2</sub> D<sub>1</sub> D<sub>0</sub>**: entradas de dados.

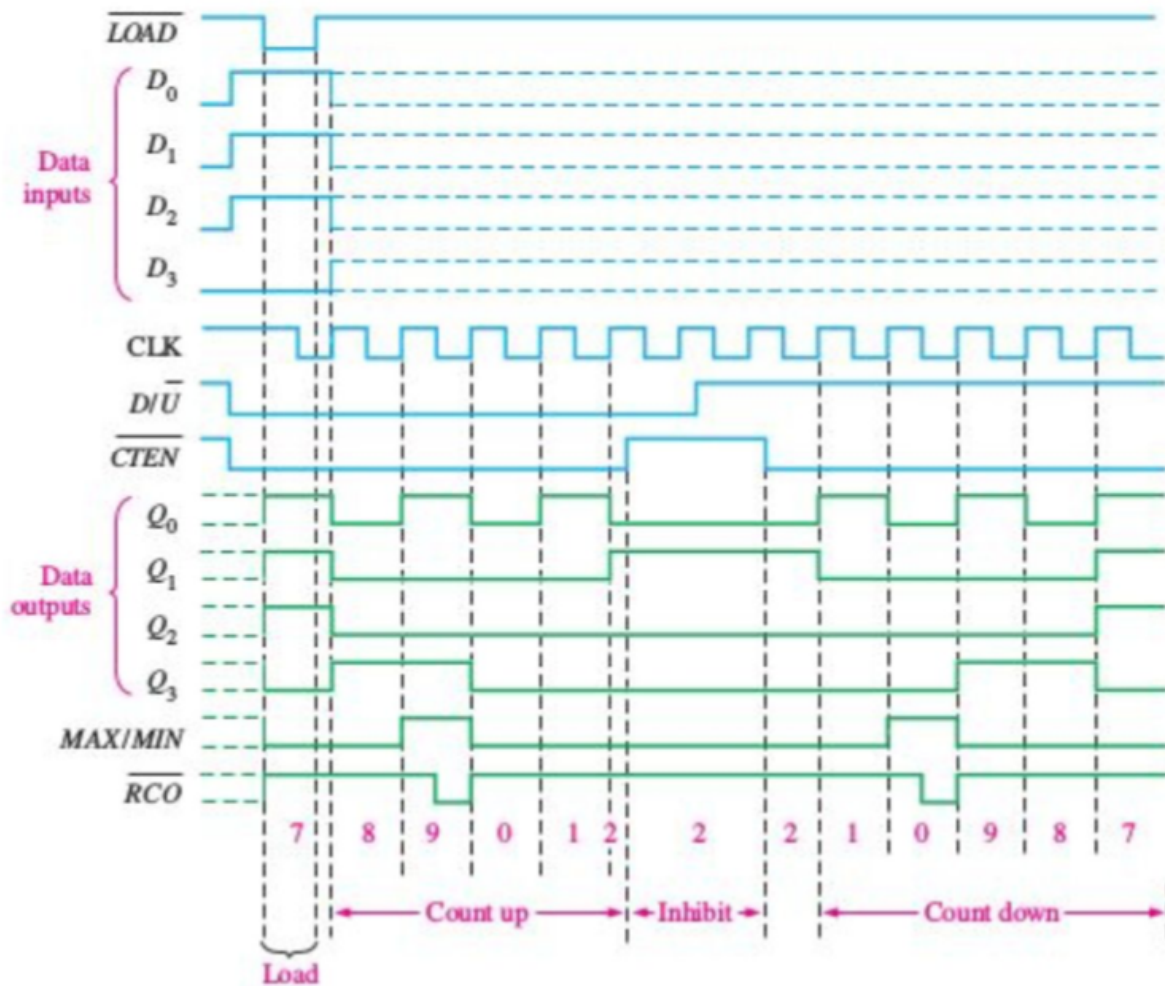
**Q<sub>3</sub> Q<sub>2</sub> Q<sub>1</sub> Q<sub>0</sub>**: saídas de dados.

**MAX/MIN** : saída cujo valor é 1 se as saídas de dados do contador forem iguais a 0000 (MIN) ou 1001 (MAX).

**RCOb** : saída que é igual a 0 quando o contador atinge o valor máximo.



**Fig. 1** – Contador de década 74HC190



**Fig. 2** – Funcionamento do 74HC190

Sugestão de sequência para estímulos do *testbench*:

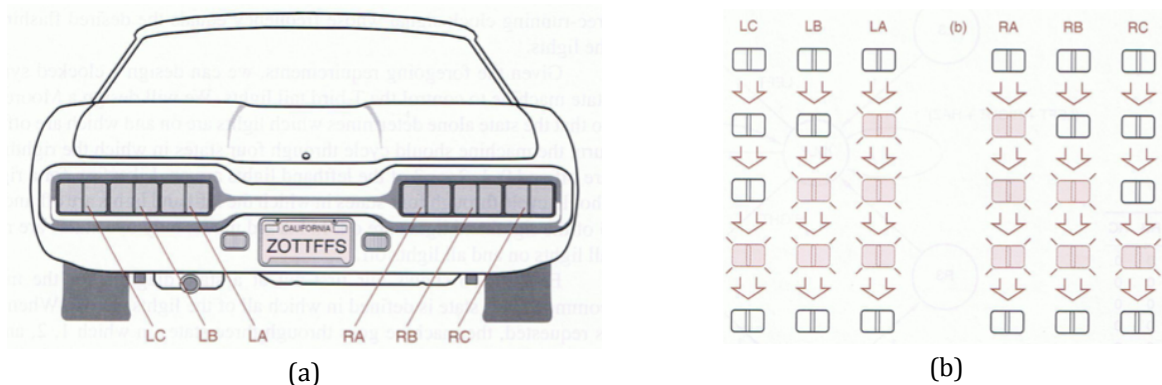
1. Carregar o valor do último dígito do seu número de matrícula
2. Incrementar a contagem por 16 ciclos de clock
3. Inibir a contagem por um ciclo de clock
4. Carregar o valor do penúltimo dígito do seu número de matrícula
5. Decrementar a contagem por 16 ciclos de clock

**Visto 1:**

Implementar o projeto 1 na Basys3, mostrando o resultado da contagem no display e 7 segmentos (em hexadecimal, de 0 a F).

## Projeto 2:

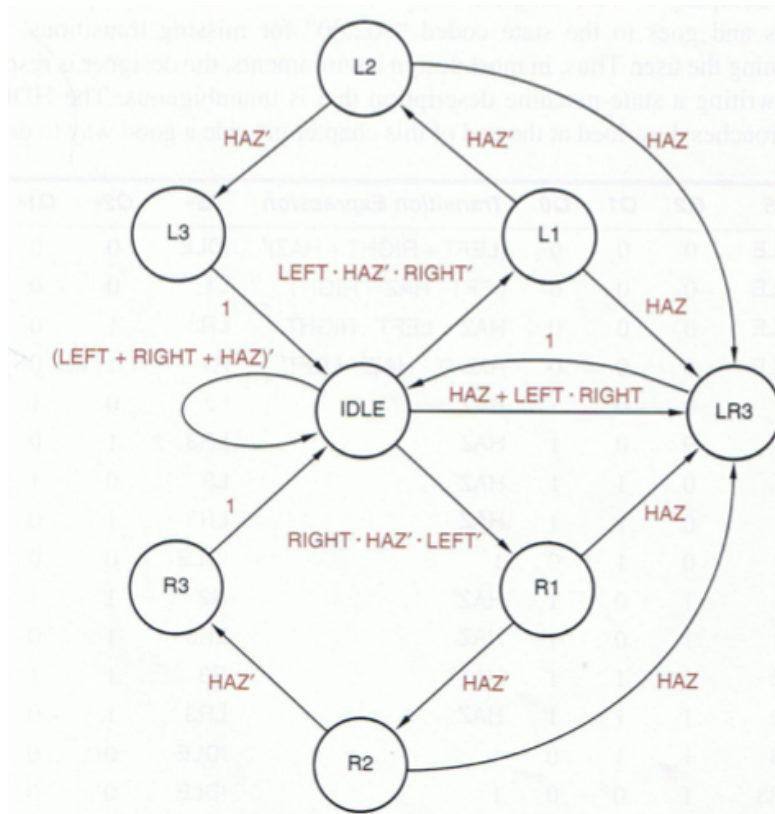
Em [1], o exemplo do item 7.5 descreve uma máquina de estados que controla as luzes dos faróis traseiros do *Ford Thunderbird 1965*. Em cada um dos faróis, há três luzes que são acionadas de forma sequencial para mostrar a direção (esquerda ou direita) quando o motorista aciona a seta correspondente. Caso o botão de pisca alerta seja acionado, todas as luzes piscarão de forma intermitente.



**Fig. 3** – (a) Luzes traseiras do Ford Thunderbird e (b) sequência de acendimento [1]

A FSM possui dois sinais de entrada, **LEFT** e **RIGHT**, que indicam se o motorista quer virar à esquerda ou à direita, respectivamente. Se, por exemplo, o motorista acionar a entrada **LEFT**, as luzes **LA**, **LB** e **LC** do farol traseiro acenderão na sequência mostrada na Figura 3. Se acionar a entrada **RIGHT**, as luzes **RA**, **RB** e **RC** acenderão na mesma sequência. Uma terceira entrada é o botão de pisca-alerta (**HAZ**) que, ao ser acionado, faz com que as seis luzes pisquem ao mesmo tempo.

A Figura 4 mostra o diagrama de estados da FSM e a tabela de saídas. Observe que o estado inicial é **IDLE** e o sinal ' é usado para indicar negação. Descreva a FSM em VHDL e implemente o circuito resultante na placa **Basys 3**, usando as chaves para representar as setas de direção e o botão de pisca-alerta, e os leds para representar as luzes de ambos os faróis. Utilize um divisor de clock para que a FSM use uma frequência de 1 Hz, de modo a tornar possível ver as alterações nas saídas.



Output Table

| State | LC | LB | LA | RA | RB | RC |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| IDLE  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| L1    | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| L2    | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| L3    | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| R1    | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| R2    | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  |
| R3    | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| LR3   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

(b)

(a)

**Figura 4** – (a) Diagrama de estados e (b) tabela de saídas [1]

### Visto 2:

Demonstrar o funcionamento do projeto 2 na placa Basys3.

### Referência:

[1] Wakerly, John F., *Digital Design: Principles and Practices*, 4th ed., Prentice Hall, 2005.

**Bom trabalho!**