

# LAB. DIGITAIS I

Setembro 2013

Versão de 18 set 2013

apple.com/iwork

UPF  
ENGENHARIA ELÉTRICA  
LED - Edifício H2  
Campus Bairro São José  
TELEFONE  
(54) 3316 8234  
E-MAIL  
FPASSOLD@UPF.BR

## Lab. 7) DECodificador de 3/8 + Efeito Visual

Este laboratório objetiva observar e entender na prática o funcionamento e aplicação de um DECodificador.

### OBJETIVOS

Aplicar os conhecimentos adquiridos na disciplina de Circuitos Digitais, especialmente sobre o uso e funcionamento de um DECodificador para criar um efeito visual de “vai-e-vêm” sobre 5 leds.

Inclui montagem de um circuito que gera o efeito visual de vai-e-vêm em 5 leds usando um CI contador (7493) + DEC (74138) + Portas AND (7408).

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Para gerar um efeito visual se fazem necessários 4 blocos básicos (ver figura 1):

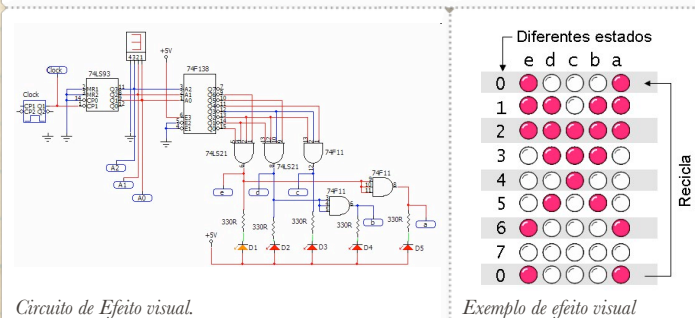
#### CIRCUITO GERADOR DE CLOCK:

Necessário para dar o “passo” para o circuito, ou estabelecer a velocidade com que o circuito transita entre diferentes estados de operação. Necessário para que o circuito possa evoluir pelos seus diferentes estados dependendo da sua “velocidade” (frequência). Na prática, um circuito integrado multivibrador poderia ser usado como o CI 555. A frequência na qual oscila este circuito (gera uma onda quadrada para fins de circuitos digitais) é a que determina a “velocidade” do efeito.

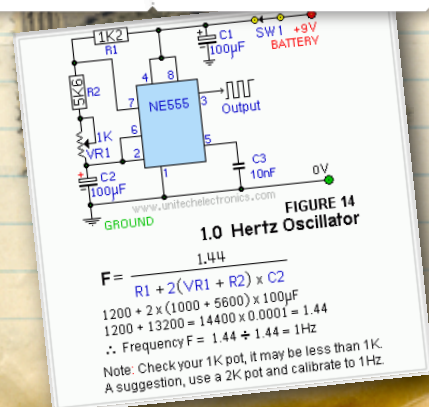
#### ESTÁGIO CONTADOR



Fig. 1. Diagrama em blocos geral de um gerador de efeito visual.



#### Circuito gerador de efeito visual.



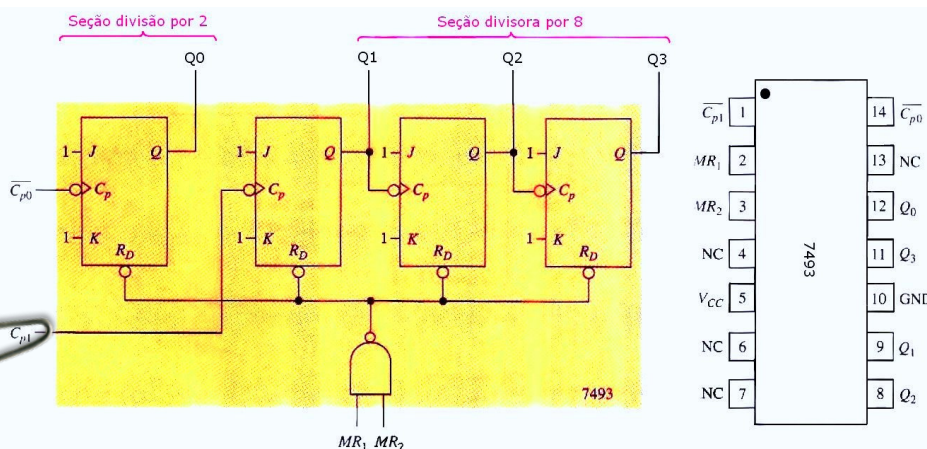
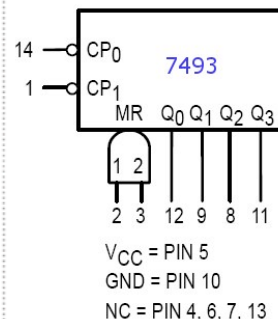


Fig. 2. Diagrama em blocos geral de um gerador de efeitos visuais.



Pinagem do CI 7493

Necessário para definir a “pauta”, comprimento do efeito visual à ser gerado. Notar que o efeito visual é gerado um “quadro” (ou estado distinto) de cada vez. Tantos quadros (ou estados) quantos os necessários para gerar certo efeito visual, definem o tamanho da contagem. Este exemplo em particular requer 8 estados diferentes para compor o efeito visual de “vai-e-vêm” sobre seus 5 leds. Isto significa que é necessário um contador que conte de 0 à 7 e que resete automaticamente (recomeça a contagem em zero no passo seguinte ao 7). Isto garante a continuidade do efeito visual enquanto o circuito estiver sendo alimentado.

## ESTÁGIO GERADOR DE FUNÇÕES LÓGICAS

É o circuito (bloco) onde se “programa” o efeito visual desejado. Pode fazer uso somente de portas lógicas básicas ou ainda de um MUX (Multiplexador) ou DEC (Decodificador). Os últimos 2 componentes (MUX e DEC) podem ser usados como geradores de funções lógicas.

## ESTÁGIO DE SAÍDA

Composto pelos leds e eventuais drivers de corrente (potência).

## DETALHES DO FUNCIONAMENTO

### ESTÁGIO CONTADOR

O projeto em questão usa o CI 7493, que é um contador assíncrono contendo 2 blocos internos separados – guiar-se pela figura 2. Por isto, duas entradas de clock: CP0 para o 1º bloco, que é um simples divisor de frequência por 2, e CP1, a entrada de clock para o 2º bloco, um divisor de frequência por 8. Se a saída Q0 do primeiro bloco for conectada à entrada de clock do segundo estágio, seria formado um contador capaz de contar de 0 à 15 (contador hexadecimal), já que na última saída, Q3, veríamos a frequência de clock entregue na entrada CP0 dividida por 16 ( $\div 2$ ,  $\div 8$ ). Mas neste circuito precisamos apenas que sejam gerados 8 diferentes estados de saída, portando usaremos apenas o 2º bloco do CI 7493 ( $\div 8$ ). Assim ele contará naturalmente de 0 à 7, reiniciando automaticamente a partir do 7, não sendo necessário fazer uso das suas duas entradas assíncronas para forçar um “Reset” (quando e enquanto for mantido nível lógico ALTO nos pinos MR1 e MR2, todas as saídas deste contador vão à zero =  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0000_{(2)}$ ).

Detalhes de funcionamento interno do circuito.

Descrição das funcionalidades por blocos lógicos.

A figura 3 deixa mais claro os 8 diferentes estados do circuito (ou do efeito visual sendo estabelecido).

A tabela 1 mostra uma relação entre o código binário presente na saída do contador e o correspondente estado (quadro) do efeito visual sendo gerado.

### BLOCO GERADOR DE FUNÇÕES LÓGICAS

Para cada led (saída) que faz parte do efeito visual se faz necessário uma equação (ou função) booleana que defina exatamente quando o mesmo deve ser ativado de acordo com o estado de saída do estágio (bloco) anterior: o circuito contador. Isto significa que para cada sequência binária gerada pelo contador, deve ser definido se determinado led deve ou não ser ativado.

Uma função lógica pode ser determinada a partir de uma apropriada combinação de portas lógicas básicas obtida a partir da tabela verdade do efeito a se gerado (para cada uma de suas saídas). Um conjunto de equações pode ser levantado a partir da tabela 1 e

depois, usando propriedades e teoremas de álgebra de Boole, este conjunto de equações pode ser simplificado, levando um circuito mais reduzido. Ou um Mapa da Karnaugh pode ser levando para cada saída do circuito (cada led). Neste caso, resultando também num circuito composto por portas lógicas básicas. Ou ainda, podemos usar um circuito integrador DEC (Decodificador) para “programar” a função lógica necessária para cada saída (led) do circuito. Ou ainda, um MUX (Multiplexador) pode ser adotado para realizar a mesma síntese de uma função lógica. So- mente que no caso de se optar pelo MUX, será necessário um MUX para cada saída do circuito, o que obviamente encarece e mesmo torna quase impraticável o circuito. Já um DEC permite que mais de uma função lógica seja executada programando de forma correta suas saídas (mais de uma saída pode ser gerada) sem entretanto exigir mais de 1 DEC. Portanto, para este projeto foi eleito o uso do DEC como gerador de funções lógicas o que permitiu alcançar uma solução compacta.

Neste caso como são 8 os estados gerados e portanto, somente 3 bits do contador são usados, o CI 74138 é adotado. Trata-se de um DEC de 3 linhas de entrada para 8 linhas de saída. Se habilitado (pinos E3=1,  $\sim$ E2=0 e  $\sim$ E1=0), ele ativa (saídas em nível lógico baixo), apenas a linha de saída (saídas Q<sub>i</sub>) correspondente ao código binário presente nas suas entradas (pinos A2A1A0, sendo A0=LSB). Por exemplo: se o código na sua entrada for: A2 A1 A0 = 110 = 6(10), apenas a saída Q<sub>6</sub> irá para nível lógico BAIXO, as demais permanecerão em nível lógico alto.

Então conforme o CI 7493 conta, isto é, gera um código binário na sua saída, o DEC 3/8 ativa sua correspondente linha de saída que por sua vez ativará ou não um LED conforme ele esteja conectado diretamente à sua saída ou numa combinação baseada em portas AND. Esta lógica presente na saída do DEC é a responsável por gerar o efeito visual desejado de vai-e-vem – ver tabela 3.

Note que podemos facilmente determinar as equações booleanas que determinam a ativação de cada um dos leds de saída presentes no

Pulso de Clock	Saídas do 7493				Estado Saída	Led's Ativos				
	Q3	Q2	Q1	Q0		E	D	C	B	A
0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	X	1	0	0	0	1	0
2	0	1	0	X	2	0	0	1	0	0
3	0	1	1	X	3	0	1	0	0	0
4	1	0	0	X	4	1	0	0	0	0
5	1	0	1	X	5	0	1	0	0	0
6	1	1	0	X	6	0	0	1	0	0
7	1	1	1	X	7	0	0	0	1	0
8	0	0	0	X	0	0	0	0	0	1
9	0	0	1	X	1	0	0	0	1	0
10	0	1	0	X	2	0	0	1	0	0

Tabela 1. Relação entre saída binária do contador e “quadro” sendo gerado.

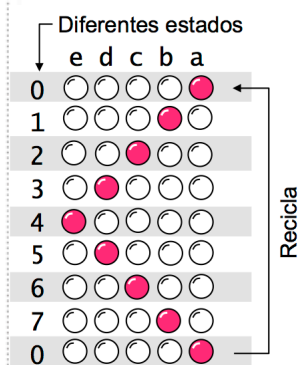


Tabela 2. Sequência do efeito visual.



Pulso de Clock	Saídas do Contador				Saídas do DEC								LED Ativo				
	Q3	Q2	Q1	Q0	$\overline{Q7}$	$\overline{Q6}$	$\overline{Q5}$	$\overline{Q4}$	$\overline{Q3}$	$\overline{Q2}$	$\overline{Q1}$	$\overline{Q0}$	E	D	C	B	A
0	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	0	0	1	X	1	1	1	1	1	1	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	0	1	0	X	1	1	1	1	1	0	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	0	1	1	X	1	1	1	1	0	1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	1	0	0	X	1	1	1	0	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	1	0	1	X	1	1	0	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	1	1	0	X	1	0	1	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	1	1	1	X	0	1	1	1	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Onde: ☒ indica LED acesso e ☐ indica LED apagado.

Tabela 3. Tabela Verdade do Circuito de Efeito Visual.

circuito (baseado no efeito visual que se pretende criar). Neste caso:

$$\begin{aligned}\overline{A} &= \overline{Q0} \quad \therefore A = Q0 \\ \overline{B} &= \overline{Q1} \cdot \overline{Q7} \quad \therefore B = Q1 + Q7 \\ \overline{C} &= \overline{Q2} \cdot \overline{Q6} \quad \therefore C = Q2 + Q6 \\ \overline{D} &= \overline{Q3} \cdot \overline{Q5} \quad \therefore D = Q3 + Q5 \\ \overline{E} &= \overline{Q4} \quad \therefore E = Q4\end{aligned}$$

Para gerar as 5 equações anteriores, apenas 1 CI composto por 4 portas AND de 2 entradas (74LS08) permite resolver o problema da “programação” do DEC. Note que as portas AND trabalham com leds da configuração ativo baixo (situação na qual as portas TTL conseguem drenar maior corrente de saída).

## PARTE PRÁTICA

O diagrama elétrico final do circuito aparece na figura 3. Notar como as diferentes pastilhas são alimentadas:

CI	+VCC	GND
7493	5	10
74138	16	8
7408	14	7

O circuito apresentado na figura 3 não prevê o estágio gerador de clock, portanto, se faz necessário o uso de um gerador de sinal com saída TTL, onda quadrada variando entre 0,5 até 12 Hz.

Um gerador de clock poderia ser implementado usando o CI 555 na configuração de multivibrador astável. No caso do 555, um potenciômetro pode ser usado na malha RC (constante de tempo) para possibilitar que o usuário varie a “velocidade” do efeito visual (na realidade, varia a frequência do sinal de clock para o contador).

Se o usuário assim desejar, na saída do estágio de contagem (saídas Q3, Q2 e Q1 do contador 7493) um módulo de display de 7 segmentos pode ser conectado – apenas para comprovar o correto funcionamento deste estágio (uma sequência de contagem entre 0 à 7 deve aparecer no display).

## Parte Prática:

### LISTA DE MATERIAL:

- 1 CI 7408 - 4 portas AND/2 entradas;
- 1 CI 7493 - Contador assíncrono ÷2 e ÷8, #;
- 1 CI 74138 - DEC 3/8 saídas ativo BAIXO;
- 5 Resistores de 330R;
- 1 Módulo de Display de 7 segmentos;
- 1 Gerador de sinais (onda quadrada, saída TTL, 2 Hz).

## CIRCUITO E PARTE FINAL

### RELATÓRIOS:

#### PRÉ-LAB:

Não há.

#### PÓS-LAB

Crie uma variação para o efeito visual apresentado neste laboratório. Isto é, gere um padrão diferente para acionamento de 5 leds. Eventualmente será necessário alterar a configuração de saída do CI contador 7493 para fazê-lo resetar em outro estado. Apresente o circuito, e uma **documentação explicando o (novo) efeito criado nos mesmos moldes desta documentação\***. Deve incluir equações, tabelas verdade e circuito elétrico.

\* Explicitamente se pretende que o aluno aprenda a gerar um documento o mais próximo possível de um artigo técnico (ou acadêmico). Entre 4 à 6 páginas, fonte tamanho 10 no máximo, espaço simples.

e	d	c	b	a	Estado
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
0	0	1	0	0	3
0	1	0	0	0	4
1	0	0	0	0	5
0	0	0	1	1	6
0	0	1	1	0	7
0	1	1	0	0	8
1	1	0	0	0	9
0	0	0	0	0	10
0	0	0	0	1	11

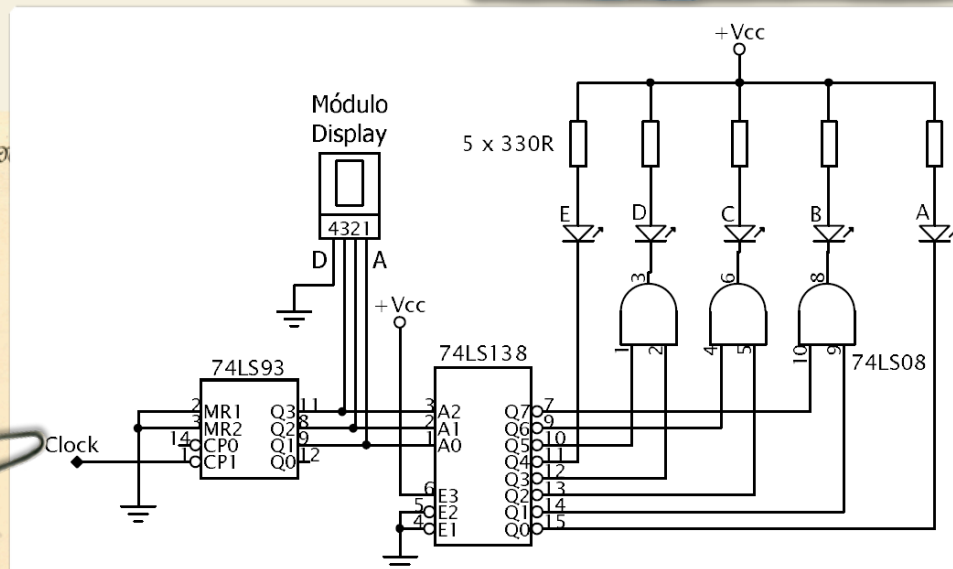


Fig 3. Circuito do Efeito Visual.

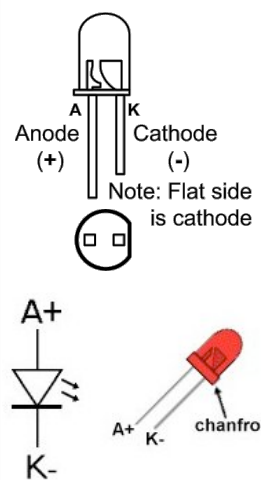


Fig 4. Pinagem do Led.