



Codificadores e Decodificadores e Saídas de Alta Impedância

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Computação
Prof. João Henrique de Souza Pereira

Créditos dos slides para o Prof. Dr. Daniel D. Abdala

Na Aula Passada ...

- Motivação do Problema de correção de erros;
- Método de Paridade;
- Código de Hamming;
- Circuito gerador de paridade;
- Circuito verificador de paridade;
- Código de Hamming(7,4).

Nesta Aula

- Implementação de circuitos codificadores;
- Codificador binário-BCD8421;
- Código Johnson;
- Código Excesso de 3;
- Código Gray;
- Código ASCII;
- Display de 7 segmentos;
- Saídas de alta impedância (buffers).

Codificadores/Decodificadores

- Circuitos combinacionais que transformam um código em outro;
- As denominações codificador e decodificador dependem da base de referência;
- Construídos a partir da tabela verdade dos códigos.

BCD 8421 – Excesso de 3

BCD 8421				Excesso de 3			
A	B	C	D	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	--	--	--	--
1	0	1	1	--	--	--	--
1	1	0	0	--	--	--	--
1	1	0	1	--	--	--	--
1	1	1	0	--	--	--	--
1	1	1	1	--	--	--	--

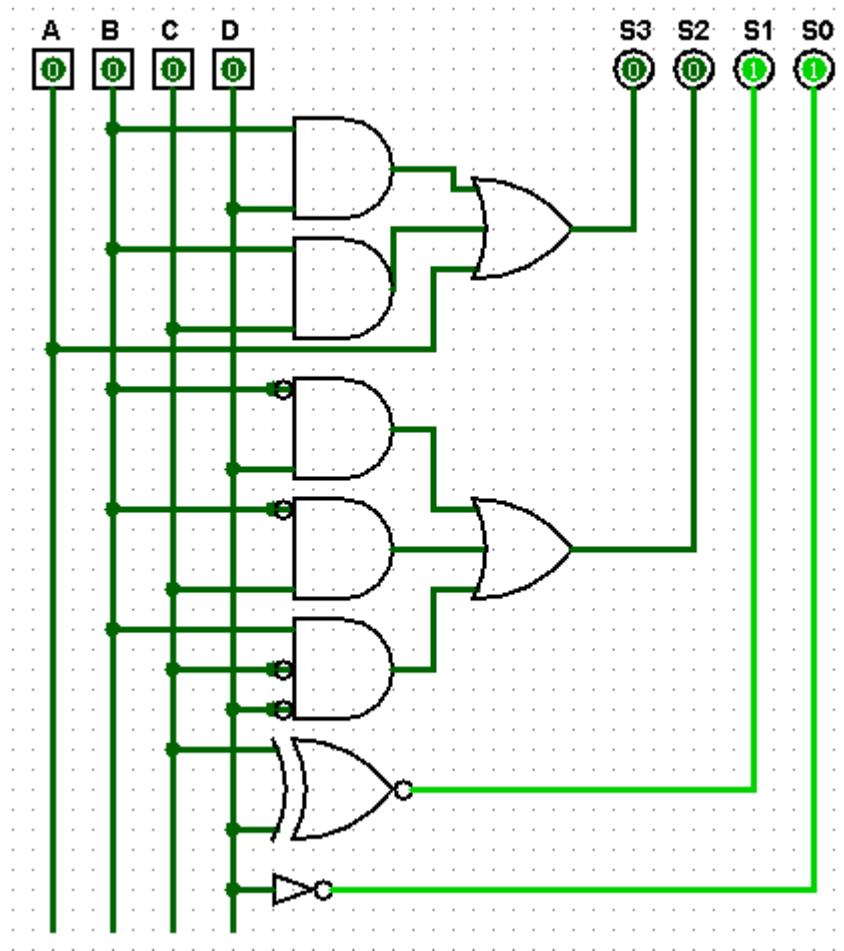
BCD 8421 – Excesso de 3

- Da tabela da verdade, extraímos as seguintes expressões de saída:
 - $S3 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D$
 - $S2 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D$
 - $S1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
 - $S0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

BCD 8421 – Excesso de 3

- Após a simplificação, obtêm-se as seguintes expressões de saída:
 - $S3 = A + BD + BC$
 - $S2 = \bar{B}D + \bar{B}C + B\bar{C}\bar{D}$
 - $S1 = \bar{C}\bar{D} + CD = C \otimes D$
 - $S0 = \bar{D}$

BCD 8421 – Excesso de 3



Excesso de 3 – BCD 8421

Excesso de 3				Excesso de 3			
A	B	C	D	S8	S4	S2	S1
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	--	--	--	--
1	1	1	0	--	--	--	--
1	1	1	1	--	--	--	--
0	0	0	0	--	--	--	--
0	0	0	1	--	--	--	--
0	0	1	0	--	--	--	--

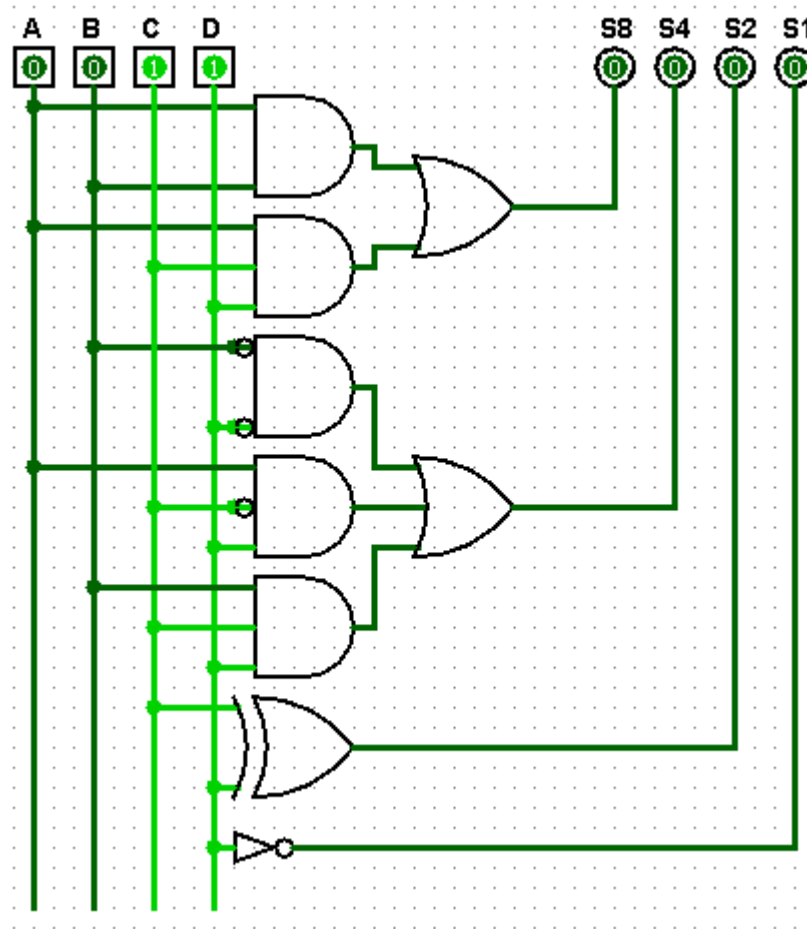
Excesso de 3 – BCD 8421

- Da tabela verdade, obtêm-se as seguintes expressões de saída:
 - $S_8 = \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
 - $S_4 = \bar{A}BCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}$
 - $S_2 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}$
 - $S_1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

Excesso de 3 – BCD 8421

- Após a simplificação, obtêm-se as seguintes expressões de saída:
 - $S_8 = AB + ACD$
 - $S_4 = \bar{B}\bar{D} + A\bar{C}D + BCD$
 - $S_2 = \bar{C}D + C\bar{D} = C \oplus D$
 - $S_1 = \bar{D}$

Excesso de 3 – BCD 8421



BCD8421 - 9876543210

BCD 8421				9876543210									
A	B	C	D	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	0	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	1	0	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	1	0	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	1	1	0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	1	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

BCD8421 - 9876543210

Da tabela verdade, extraímos as seguintes expressões:

- $S1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
- $S2 = \bar{A}\bar{B}C\bar{D}$
- $S3 = \bar{A}\bar{B}CD$
- $S4 = \bar{A}B\bar{C}\bar{D}$
- $S5 = \bar{A}B\bar{C}D$
- $S6 = \bar{A}BC\bar{D}$
- $S7 = \bar{A}BCD$
- $S8 = A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
- $S9 = A\bar{B}\bar{C}D$
- $S0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

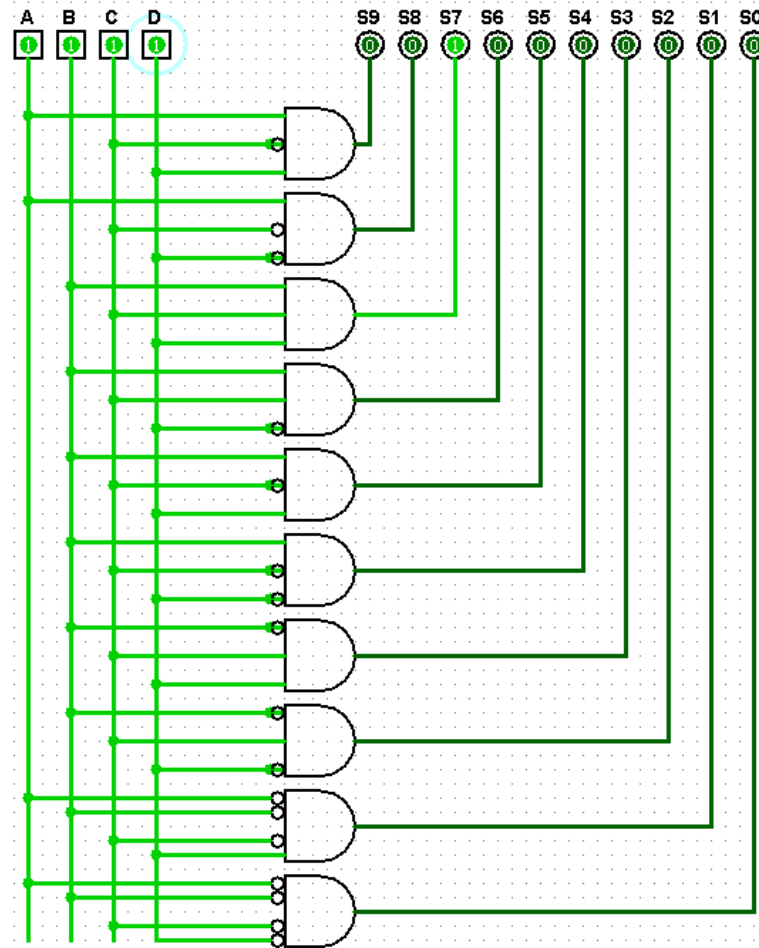
Transpondo cada saída para um diagrama de Veitch-Karnaugh, obtemos:

BCD8421 - 9876543210

- $S1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$
- $S2 = \bar{B}\bar{C}\bar{D}$
- $S3 = \bar{B}C\bar{D}$
- $S4 = B\bar{C}\bar{D}$
- $S5 = B\bar{C}D$
- $S6 = BC\bar{D}$
- $S7 = BCD$
- $S8 = A\bar{C}\bar{D}$
- $S9 = A\bar{C}D$
- $S0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

*obs: note que para obter as simplificações acima utilizamos os estados don't care:

BCD8421 - 9876543210



Decodificador BCD 8421 para 2 entre 5

BCD 8421				2 entre 5				
A	B	C	D	S4	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0	0
1	0	1	0	--	--	--	--	--
1	0	1	1	--	--	--	--	--
1	1	0	0	--	--	--	--	--
1	1	0	1	--	--	--	--	--
1	1	1	0	--	--	--	--	--
1	1	1	1	--	--	--	--	--

BCD 8421 - Johnson

BCD 8421				Johnson				
A	B	C	D	S4	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	1	0	--	--	--	--	--
1	0	1	1	--	--	--	--	--
1	1	0	0	--	--	--	--	--
1	1	0	1	--	--	--	--	--
1	1	1	0	--	--	--	--	--
1	1	1	1	--	--	--	--	--

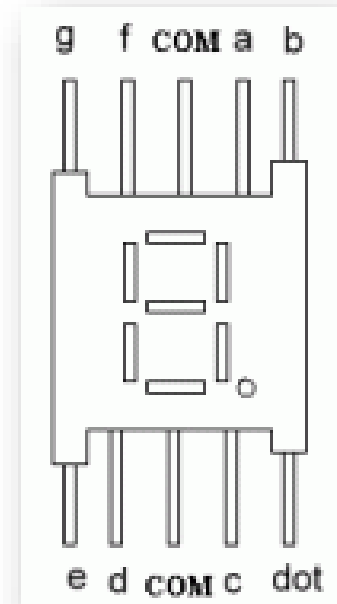
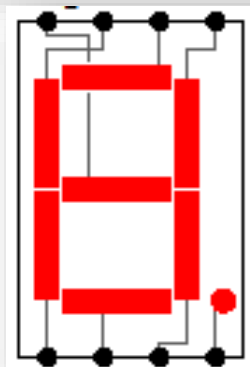
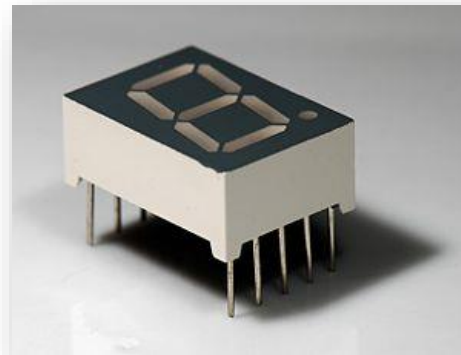
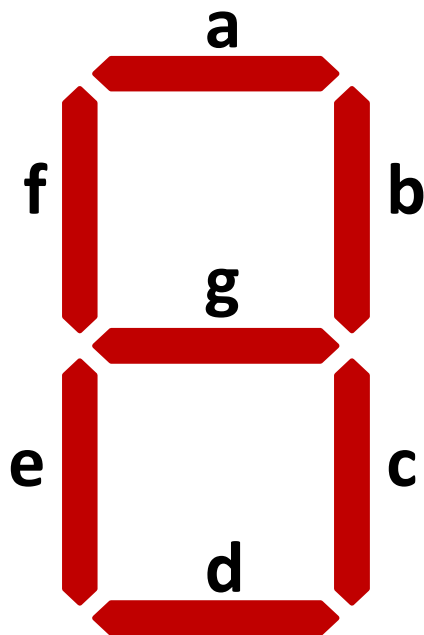
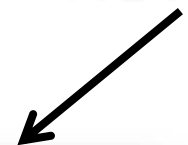
BCD 8421 - Gray

BCD 8421				Gray			
A	B	C	D	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

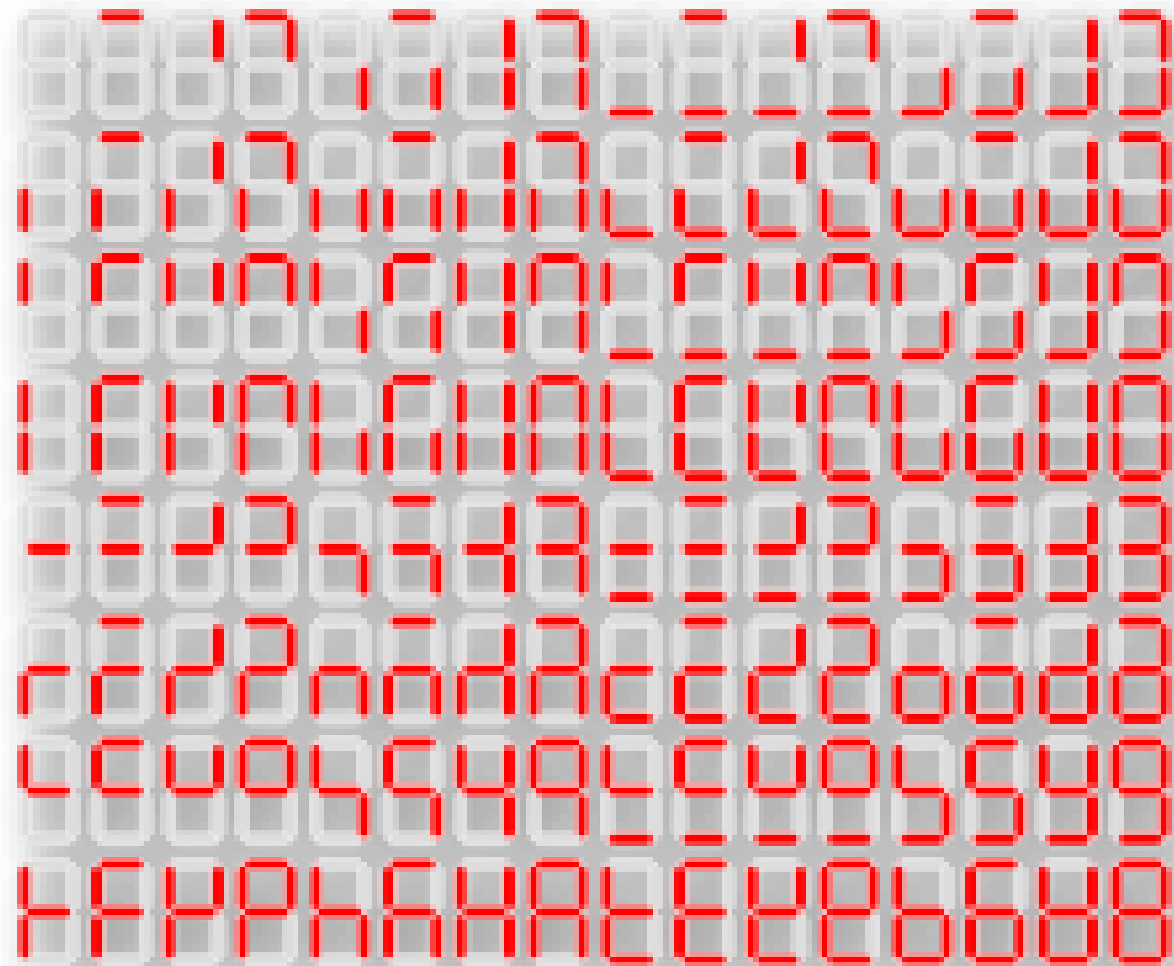
Display de 7 Segmentos

- Componente eletrônico muito comum
- Possibilita a apresentação de dígitos

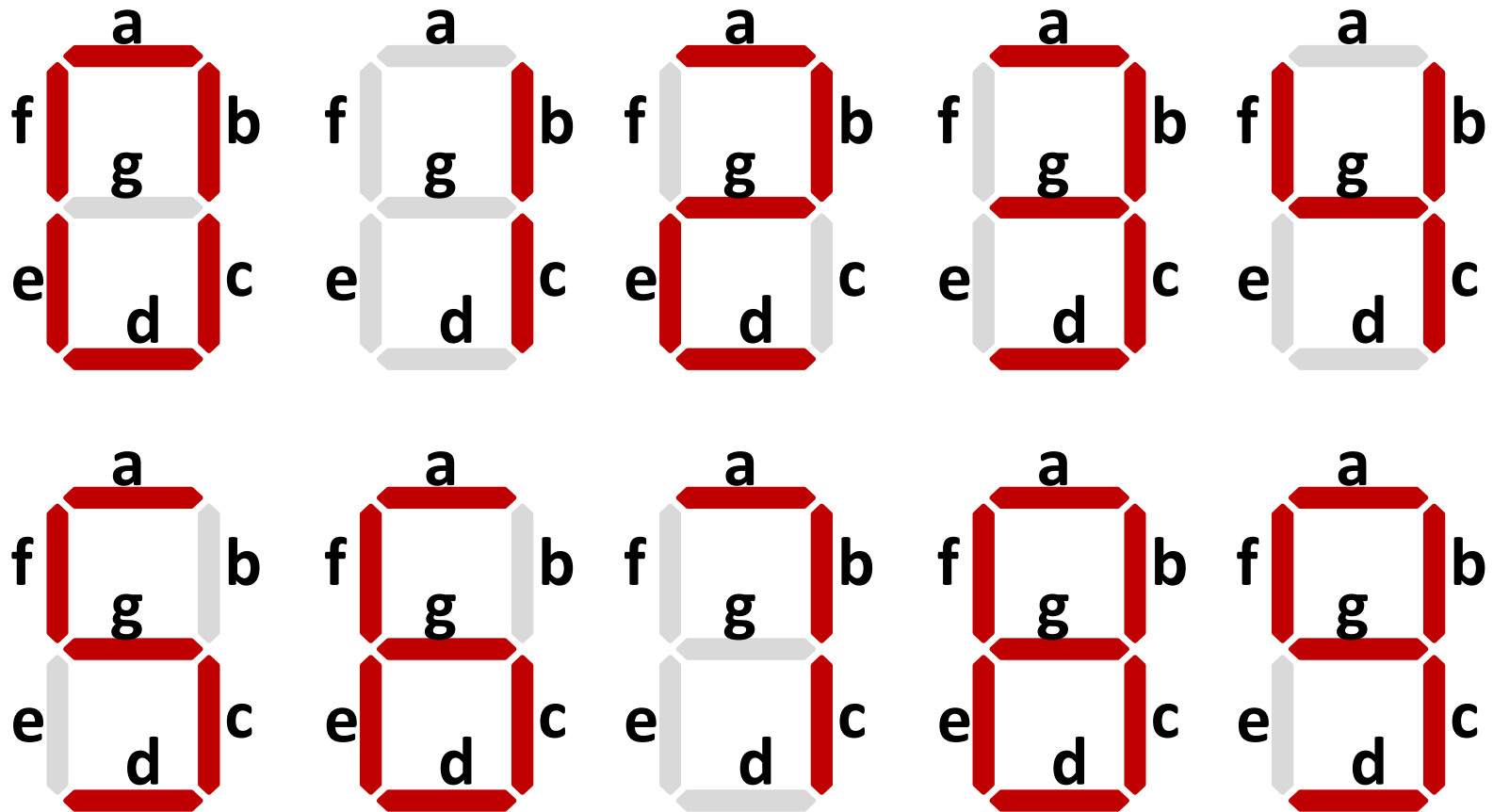
TTL TIL321



Display de 7 Segmentos



Display de 7 Segmentos



Decimal – 7 Segmentos

Decimal	7 Segmentos						
	a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1

Decimal – 7 Segmentos

Decimal	BCD 8421				7 Segmentos						
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
--	1	0	1	0	--	--	--	--	--	--	--
--	1	0	1	1	--	--	--	--	--	--	--
--	1	1	0	0	--	--	--	--	--	--	--
--	1	1	0	1	--	--	--	--	--	--	--
--	1	1	1	0	--	--	--	--	--	--	--
--	1	1	1	1	--	--	--	--	--	--	--

Decimal – 7 Segmentos

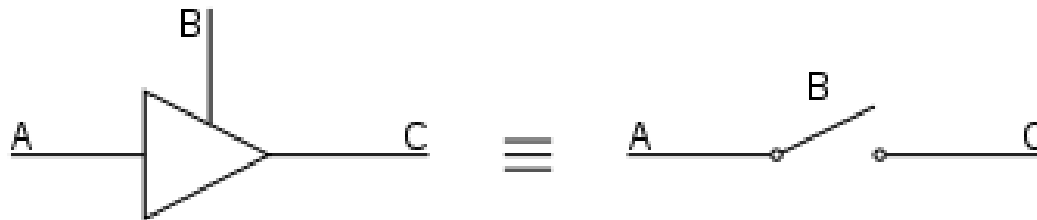
- Extraíndo os mintermos para cada uma das saídas e simplificando, obtêm-se:
 - $a = A + C + \bar{B}\bar{D} + BD = A + C + B \otimes D$
 - $b = B + \bar{C}\bar{D} + CD = B + C \otimes D$
 - $c = \bar{C} + B + D$
 - $d = A + \bar{B}\bar{D} + \bar{B}C + C\bar{D} + B\bar{C}D$
 - $e = \bar{B}\bar{D} + CD$
 - $f = A + \bar{C}\bar{D} + B\bar{C} + B\bar{D}$
 - $g = A + \bar{C}B + \bar{B}C + \bar{D}C = A + \bar{D}C + B \oplus C$

Saída 3-State

- Portas lógicas com saída 3-state permitem a geração de valores 0, 1 ou Z.
- O estado Z é considerado como uma saída desconectada do resto do circuito, pois esta se apresenta em um estado de alta impedância.
- A real intenção do terceiro estado (Z) é para efetivamente remover a influência de uma dada parte do circuito do restante.
- Permitem a implementação eficiente de multiplexadores.

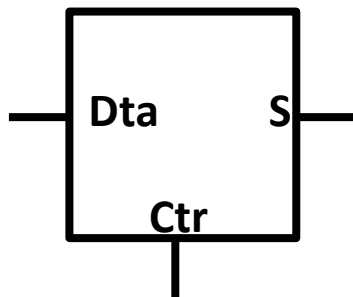
Saída 3-State

- 'A' = entrada
- 'B' = "chave"
- 'C' = 'A' se 'B' = 1
- 'A' = Z se 'B' = 0 (Z = alta impedância)



Circuitos para Habilitar e Desabilitar

- Idea: projetar um circuito que receba como entrada um sinal de controle **Ctr** e um sinal de dados **Dta**. **Dta** será copiado para a saída do circuito apenas de **Ctr** estiver habilitado.



- $S = Dta$, se $Ctr = 1$
- $S = Z$, se $Ctr = 0$

Pro lar

- Leitura (Tocci): 4.4 (pp. 106)
- Leitura (Capuano): 5.2 – 5.2.10 (pp. 145 - 161)
- Exercícios (Capuano:) 5.2.11 (pp. 168)

Bibliografia Comentada

- TOCCI, R. J., WIDMER, N. S., MOSS, G. L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações.** 11ª Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, S.P., 2011, Brasil.
- CAPUANO, F. G., IDOETA, I. V. **Elementos de Eletrônica Digital.** 40ª Ed. Editora Érica. São Paulo. S.P. 2008. Brasil.