



Aula 5

CÓDIGOS E DISPLAY DE 7

SEGMENTOS

Projeto de Ensino

Material didático para lógica digital I: circuitos combinacionais

Bolsista: Everalina Guimarães Barbosa

Orientador: César Alberto Bravo Pariente

Sumário

1. CÓDIGOS

1.1. Introdução	3
1.2. Código BCD	4
1.2.1. BCD 8421	5
1.2.2. BCD 7421, 5211, 2421	6
1.3. Código Excesso 3	12
1.4. Código Gray	14
1.5. Código 2 entre 5	16
1.6. Código Johnson	17
1.7. Código 9876543210	18

2. DISPLAY DE 7 SEGMENTOS

.....	20
2.1. Tabela Verdade	21
2.2. Mapa de Karnaugh	33
2.3. Circuito combinacional	44
2.4. Simulação	45

3. REFERÊNCIAS

BIBLIOGRÁFICAS	46
----------------------	----

Códigos – Introdução

- Na eletrônica digital há vários códigos para representar números em decimal, cada um tem suas vantagens em cenários específicos.
- Os mais conhecidos e os que serão abordados aqui são:

Códigos de 4 bits:

- Código BCD
- Código Excesso 3
- Código Gray

Códigos de 5 bits:

- Código 2 entre 5
- Código Johnson

Códigos de 10 bits:

- Código 9876543210

Códigos – Código BCD

- A sigla BCD significa: “Binary Coded Decimal”, e é uma codificação de decimal em binário.
- O código BCD mais utilizado é o BCD 8421, em que cada número (8421) significa uma potência de dois (2^3 , 2^2 , 2^1 , 2^0), que pode ser usada na conversão para decimal, como exemplificado na “[Aula 01](#)”.
- Além do BCD 8421, também existem vários outros tipos de código BCD, os principais sendo: BCD 7421, BCD 5211 e BCD 2421. A conversão de binário para decimal nesses códigos acontece de maneira análoga à conversão de BCD 8421 para decimal.
- A seguir as tabelas verdades dos códigos citados:

Códigos – Código BCD 8421

	BCD 8421			
DECIMAL	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Códigos – Código BCD 7421, 5211 e 2421

	BCD 7421				BCD 5211				BCD 2421			
DECIMAL	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
7	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
8	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
9	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Códigos – Código BCD 7421, 5211 e 2421

	BCD 7421				BCD 5211				BCD 2421			
DECIMAL	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
8	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0

- Esses códigos têm representações diferentes da conversão usual.
- Por exemplo o número 8, que em binário e BCD 8421 equivale a 1000_2 , tem representação 1001, 1101 e 1110 nos códigos BCD 7421, 5211 e 2421 respectivamente.

Códigos – Código BCD 7421, 5211 e 2421

	BCD 7421				BCD 5211				BCD 2421			
DECIMAL	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
8	1×7	0×4	0×2	1×1	1×5	1×2	0×1	1×1	1×2	1×4	1×2	0×1

- Esses códigos têm representações diferentes da conversão usual.
- Por exemplo o número 8, que em binário e BCD 8421 equivale a 1000_2 , tem representação 1001, 1101 e 1110 nos códigos BCD 7421, 5211 e 2421 respectivamente.

Códigos – Código BCD 7421, 5211 e 2421

	BCD 7421				BCD 5211				BCD 2421			
DECIMAL	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
8	7	0	0	1	5	2	0	1	2	4	2	0

- Esses códigos têm representações diferentes da conversão usual.
- Por exemplo o número 8, que em binário e BCD 8421 equivale a 1000_2 , tem representação 1001, 1101 e 1110 nos códigos BCD 7421, 5211 e 2421 respectivamente.

Códigos – Código BCD 7421, 5211 e 2421

	BCD 7421				BCD 5211				BCD 2421			
DECIMAL	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
8	7 + 1				5 + 2 + 1				2 + 4 + 2			

- Esses códigos têm representações diferentes da conversão usual.
- Por exemplo o número 8, que em binário e BCD 8421 equivale a 1000_2 , tem representação 1001, 1101 e 1110 nos códigos BCD 7421, 5211 e 2421 respectivamente.

Códigos – Código BCD 7421, 5211 e 2421

	BCD 7421				BCD 5211				BCD 2421			
DECIMAL	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
8	8				8				8			

- Esses códigos têm representações diferentes da conversão usual.
- Por exemplo o número 8, que em binário e BCD 8421 equivale a 1000_2 , tem representação 1001, 1101 e 1110 nos códigos BCD 7421, 5211 e 2421 respectivamente.

Códigos – Código Excesso 3

- O código Excesso 3 trata-se de uma conversão normal “decimal \rightarrow binário”, em que após realizada é adicionado 3 ao resultado.
- Por exemplo:

$$0_{10} = 0000_2 \rightarrow 0000_2 + 0011_2 = 0011$$

$$1_{10} = 0001_2 \rightarrow 0001_2 + 0011_2 = 0100$$

$$2_{10} = 0010_2 \rightarrow 0010_2 + 0011_2 = 0101$$

- Esse código é utilizado em circuitos aritméticos.
- A seguir a tabela verdade do “Código Excesso 3”:

Códigos – Código Excesso 3

	EXCESSO 3			
DECIMAL	A	B	C	D
0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0

Códigos – Código Gray

- O código Gray funciona de tal maneira que ao colocá-lo em um mapa de Karnaugh, as casas seguem uma ordem sequencial.
- Uma característica do código Gray é que há apenas um bit de diferença entre cada linha.
- A seguir a tabela verdade do código Gray:

BCD 8421

		\bar{C}		C		
\bar{A}		0	1	3	2	\bar{B}
		4	5	7	6	B
A		12	13	15	14	
		8	9	11	10	\bar{B}
		\bar{D}		D		\bar{D}

Gray

		\bar{C}		C		
\bar{A}		0	1	2	3	\bar{B}
		7	6	5	4	B
A		8	9	10	11	
		15	14	13	12	\bar{B}
		\bar{D}		D		\bar{D}

Códigos – Código Gray

	Gray			
DECIMAL	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1
6	0	1	0	1
7	0	1	0	0

	Gray			
DECIMAL	A	B	C	D
8	1	1	0	0
9	1	1	0	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	0
12	1	0	1	0
13	1	0	1	1
14	1	0	0	1
15	1	0	0	0

Códigos – Código 2 entre 5

	2 ENTRE 5				
DECIMAL	A	B	C	D	E
0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
2	0	0	1	1	0
3	0	1	0	0	1
4	0	1	0	1	0
5	0	1	1	0	0
6	1	0	0	0	1
7	1	0	0	1	0
8	1	0	1	0	0
9	1	1	0	0	0

- No código 2 entre 5 sempre há dois bits iguais a 1 em cada caso.
- Essa característica pode ser notada na tabela verdade do Código 2 entre 5 ao lado.

Códigos – Código Johnson

	2 ENTRE 5				
DECIMAL	A	B	C	D	E
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	0
7	1	1	1	0	0
8	1	1	0	0	0
9	1	0	0	0	0

- Esse código é utilizado no contador de Jonhson.
- Ao lado a tabela verdade do Código Johnson.

Códigos – Código 9876543210

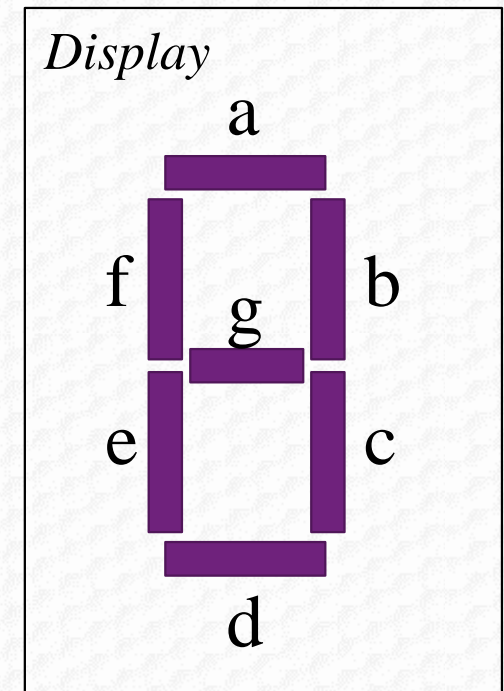
- Esse código apresenta 10 bits e sempre há apenas uma saída verdadeira em cada caso.
- O código 9876543210 era utilizado na época dos computadores de válvulas eletrônicas. Isso significava que a saída verdadeira da tabela verdade era a que acendia a válvula.
- A seguir a tabela verdade do Código 9876543210:

Códigos – Código 9876543210

DECIMAL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

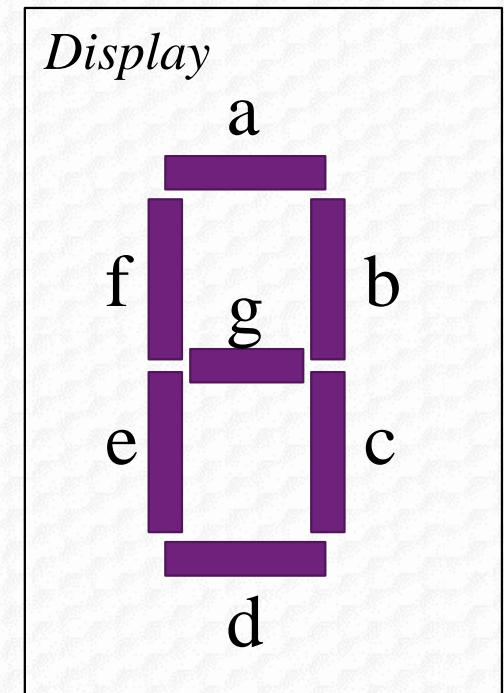
Display de 7 segmentos

- Um display de 7 segmentos possibilita visualizar símbolos, como letras ou números.
- Displays LED podem ser catodo comum, que usa nível 1 para acender os segmentos, ou anodo comum, que usa nível 0.
- Ao lado uma representação de um display de 7 segmentos com cada segmento rotulado.
- A seguir será demonstrado o projeto de display de 7 segmentos catodo comum, para números de 0 a 9.

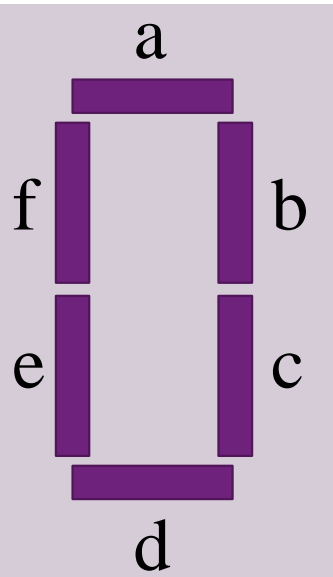


Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

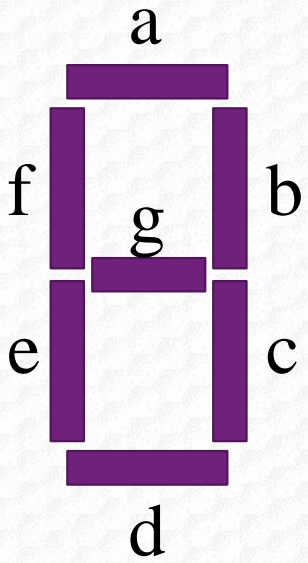
- Primeiramente, cada número que pode ser representado no display é analisado individualmente em relação aos segmentos ativos naquele caso. Por exemplo, o número 8 (representado ao lado) tem todos os segmentos (a, b, c, d, e, f e g) ativos.
- Em seguida, os resultados são dispostos ao lado dos seus equivalente em código BCD 8421.
- Logo, para o número 8, as saídas obtidas estariam relacionadas a linha 1000.




Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
0	0000		a	b	c	d	e	f	g
			1	1	1	1	1	1	0

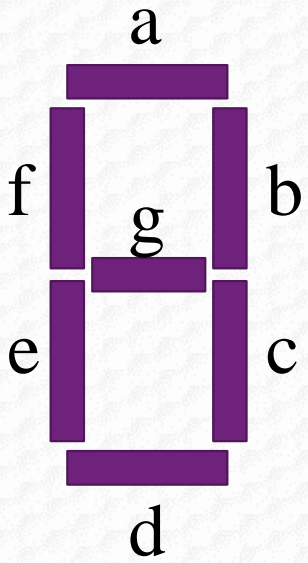
Display



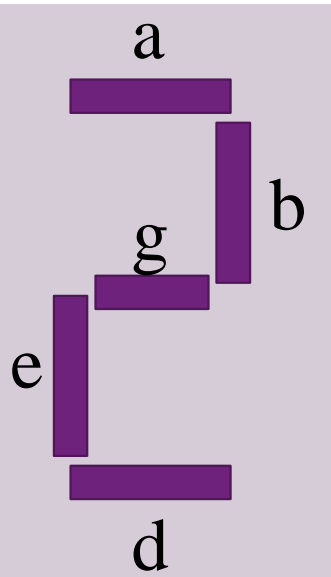
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
1	0001		a	b	c	d	e	f	g
			0	1	1	0	0	0	0

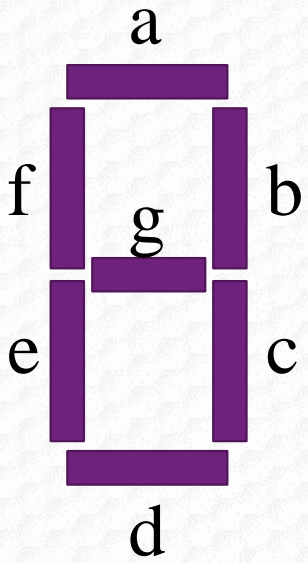
Display



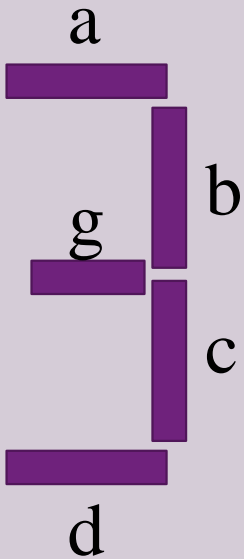
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
2	0010		a	b	c	d	e	f	g
			1	1	0	1	1	0	1

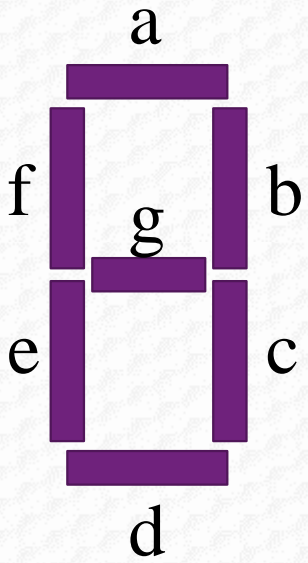
Display



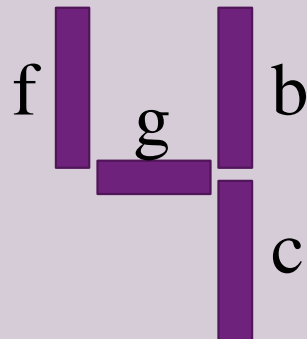
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

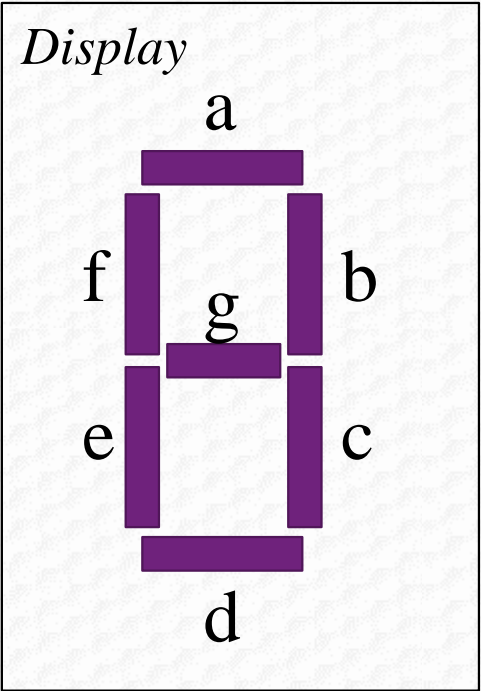
Caso	Binário	Display	Saídas						
3	0011		a	b	c	d	e	f	g
			1	1	1	1	0	0	1

Display

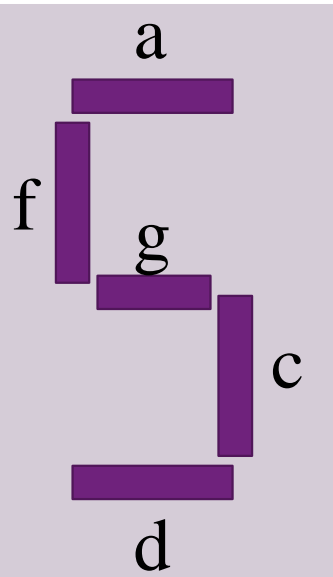


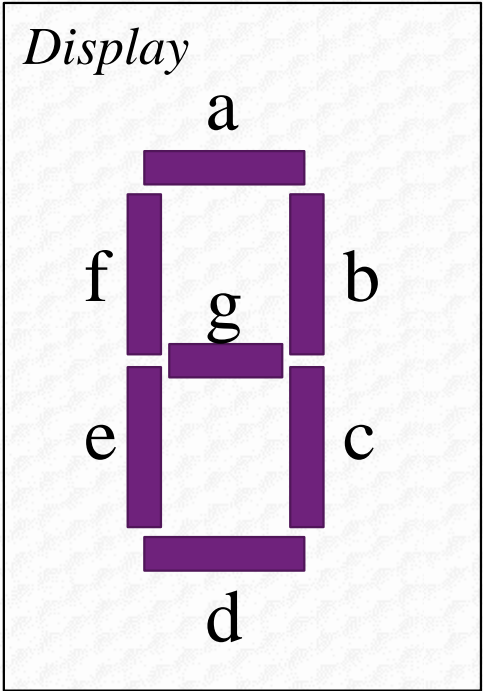
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
4	0100		a	b	c	d	e	f	g
			0	1	1	0	0	1	1

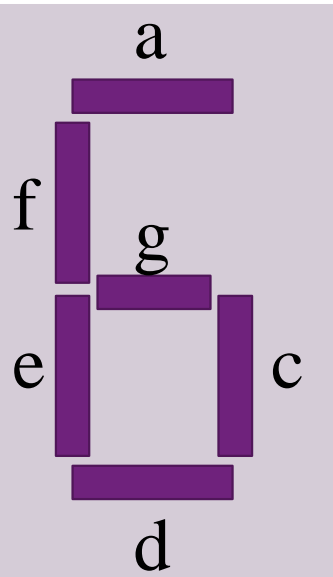


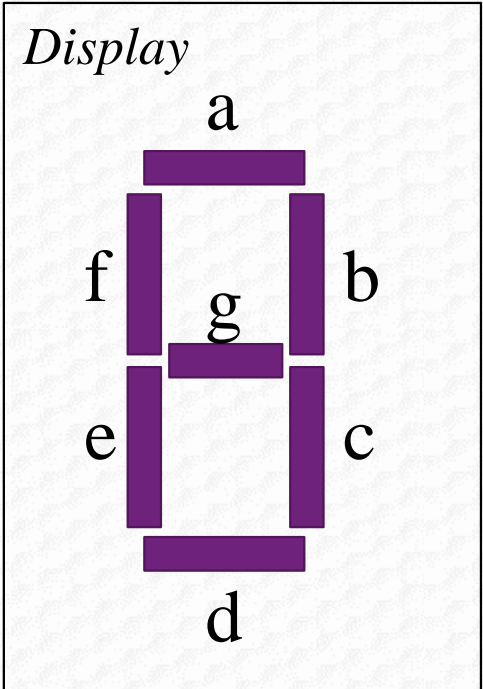
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
5	0101		a	b	c	d	e	f	g
			1	0	1	1	0	1	1

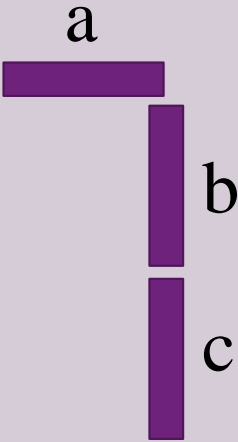


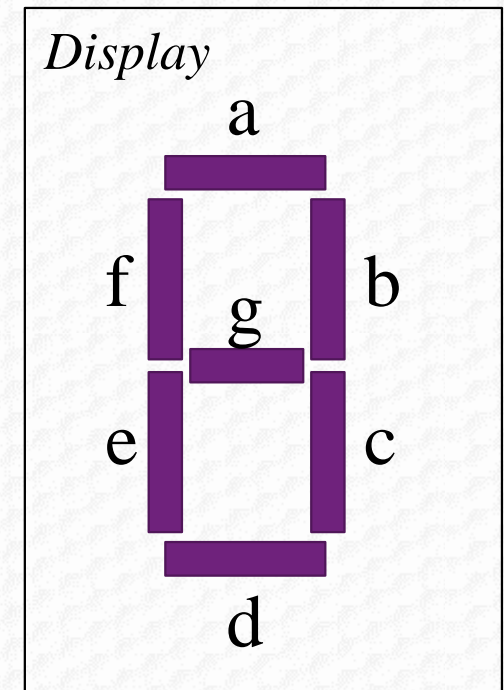
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
6	0110		a	b	c	d	e	f	g
			1	0	1	1	1	1	1

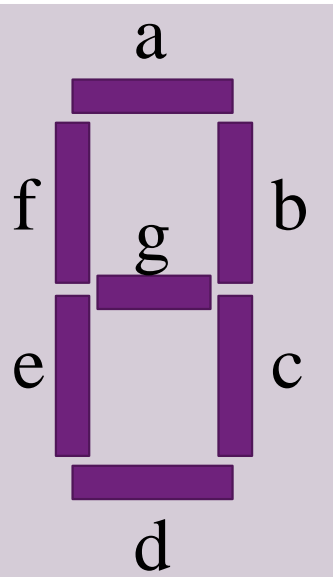


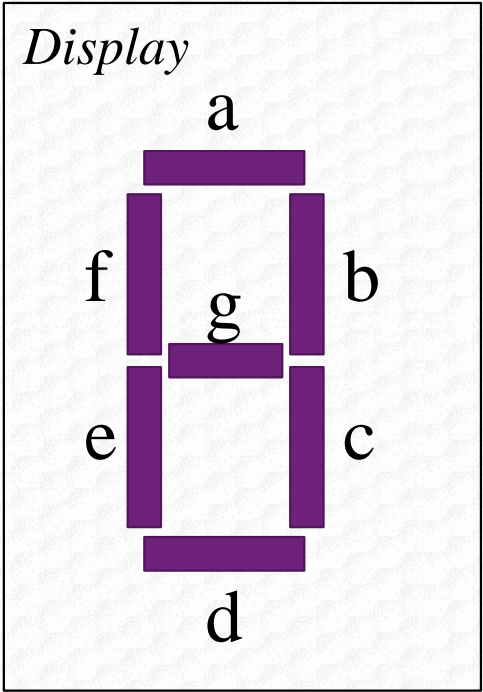
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
7	0111		a	b	c	d	e	f	g
			1	1	1	0	0	0	0

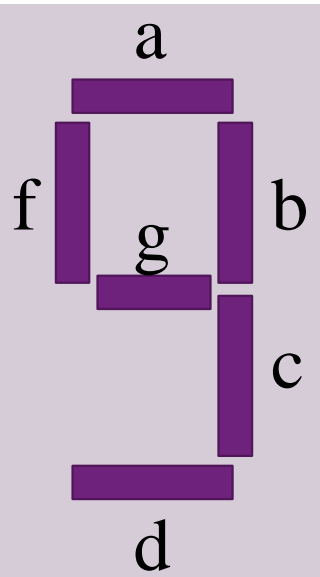


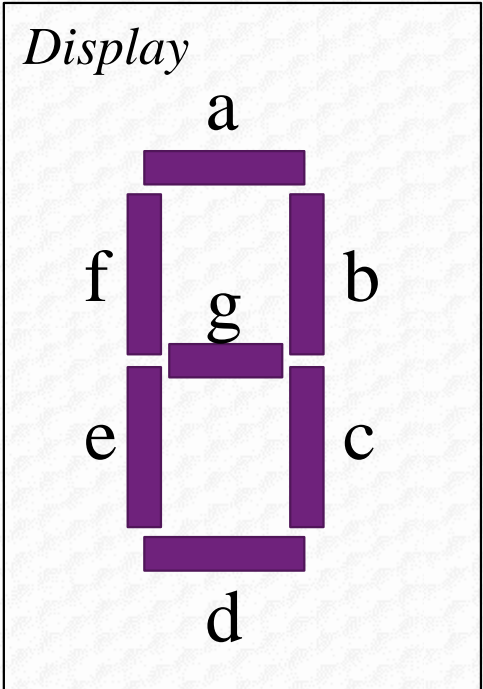
Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
8	1000		a	b	c	d	e	f	g
			1	1	1	1	1	1	1



Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

Caso	Binário	Display	Saídas						
9	1001		a	b	c	d	e	f	g
			1	1	1	1	0	1	1



Display de 7 segmentos – Tabela Verdade

BCD 8421				Display de 7 segmentos						
A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

- Agora os segmentos serão analisados individualmente como saídas para as entradas ABCD do código BCD 8421.
- Esse código possui 4 entradas e, o mapa de Karnaugh para esse número de variáveis tem 16 casas, porém estamos representando apenas 10 dígitos.
- Portanto, os casos que não estão explícitos na tabela verdades serão representados por um X, já que não são relevantes para o resultado final. Eles são selecionados nos agrupamentos de forma circunstancial, normalmente para se obter um agrupamento maior.

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

- Por exemplo, no mapa abaixo é possível fazer agrupamentos, com mais de uma casa, de 4 formas distintas.
- O preferível nessa situação seria o mapa 4, pois tem o maior agrupamento possível.

1

	\bar{C}	C	
\bar{A}	X	1	X
A			
	\bar{D}	D	\bar{D}

$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$

2

	\bar{C}	C	
\bar{A}	X	1	X
A			
	\bar{D}	D	\bar{D}

$\bar{A}\bar{B}D$

3

	\bar{C}	C	
\bar{A}	X	1	X
A			
	\bar{D}	D	\bar{D}

$\bar{A}\bar{B}C$

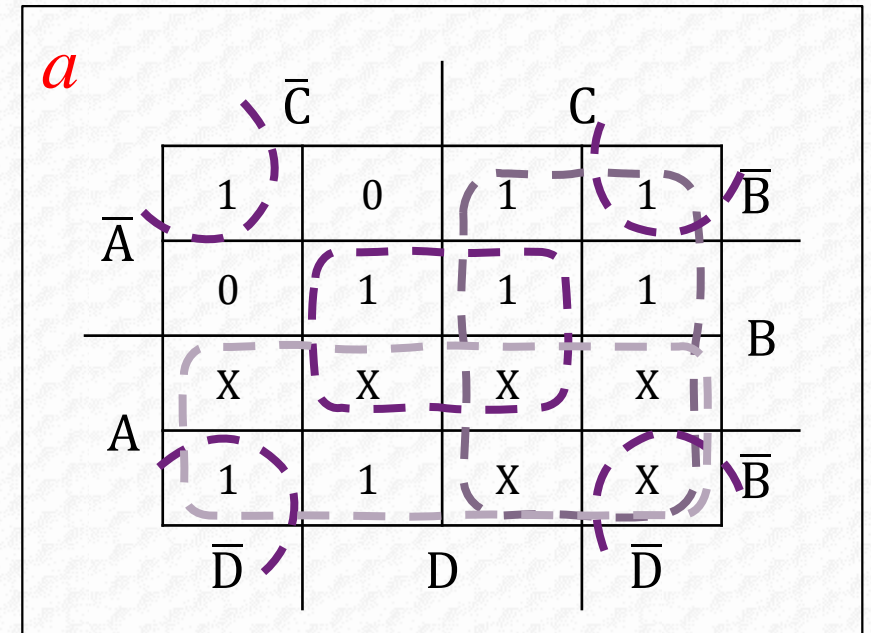
4

	\bar{C}	C	
\bar{A}	X	1	X
A			
	\bar{D}	D	\bar{D}

$\bar{A}\bar{B}$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

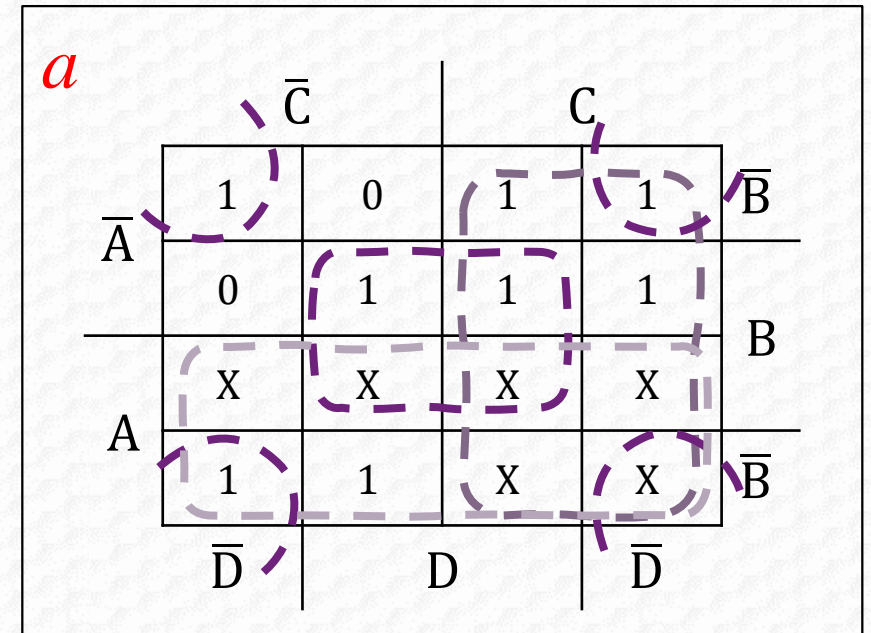
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	a
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$a = A + C + \bar{B}\bar{D} + BD$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

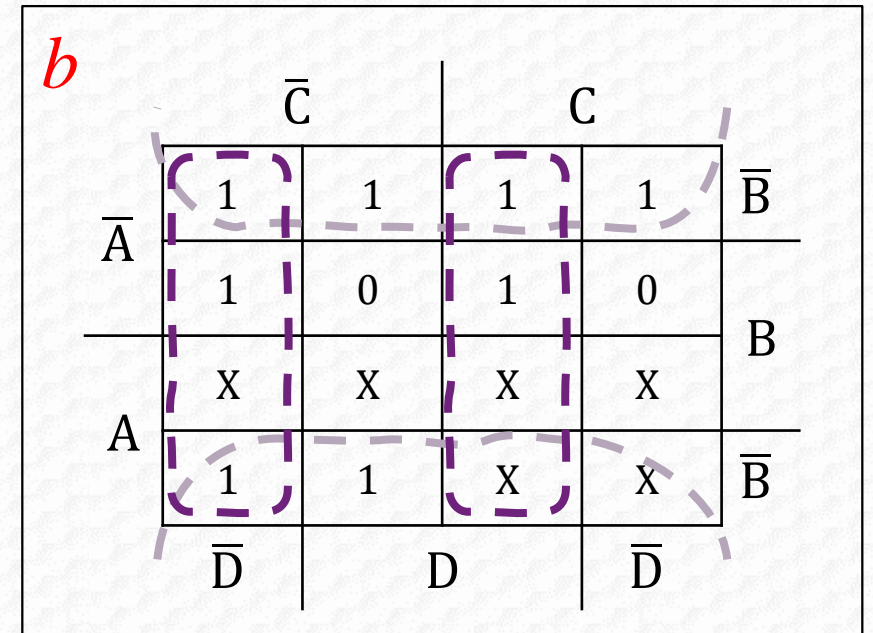
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	a
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$a = A + C + (B \odot D)$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

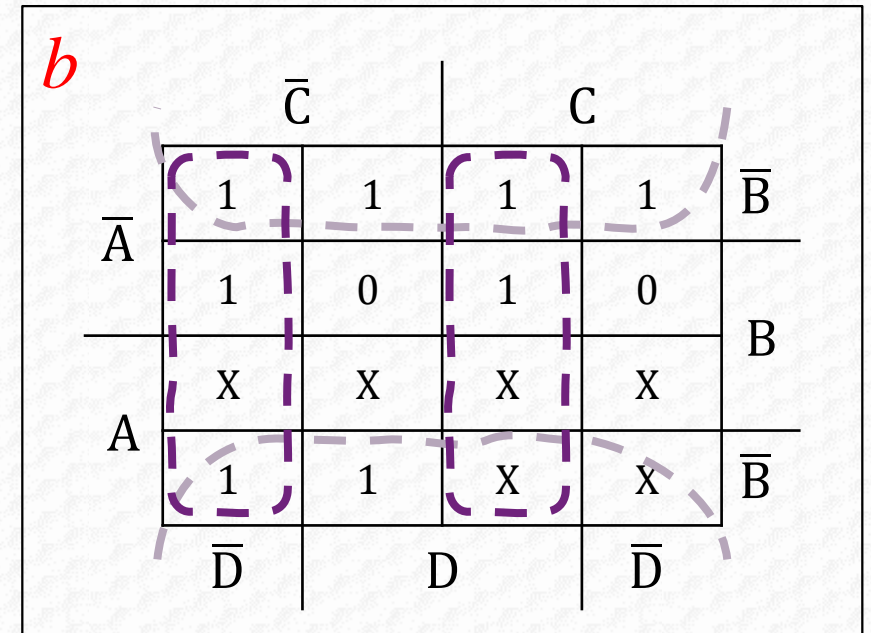
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	b
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$b = \bar{B} + \bar{C}\bar{D} + CD$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

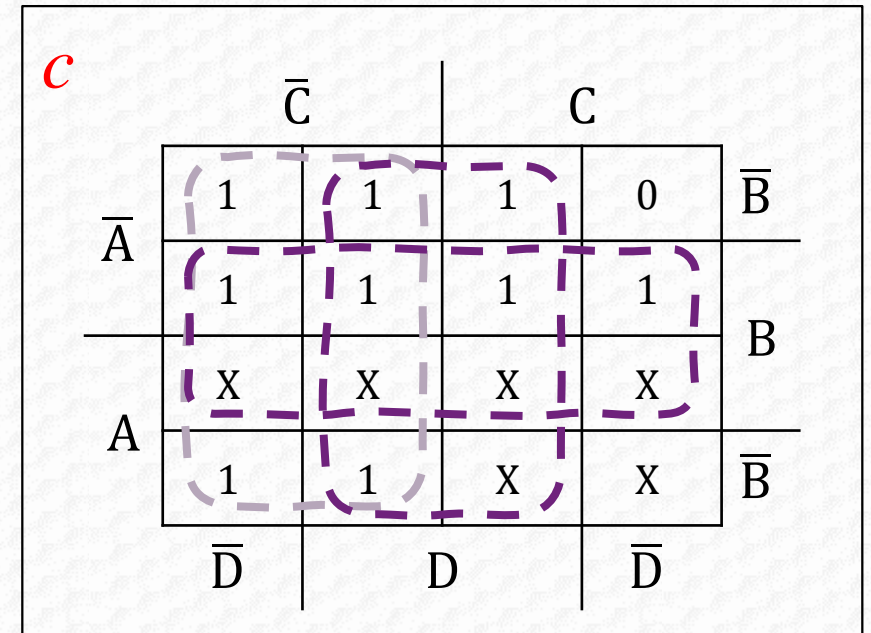
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	b
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$b = \bar{B} + (C \odot D)$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

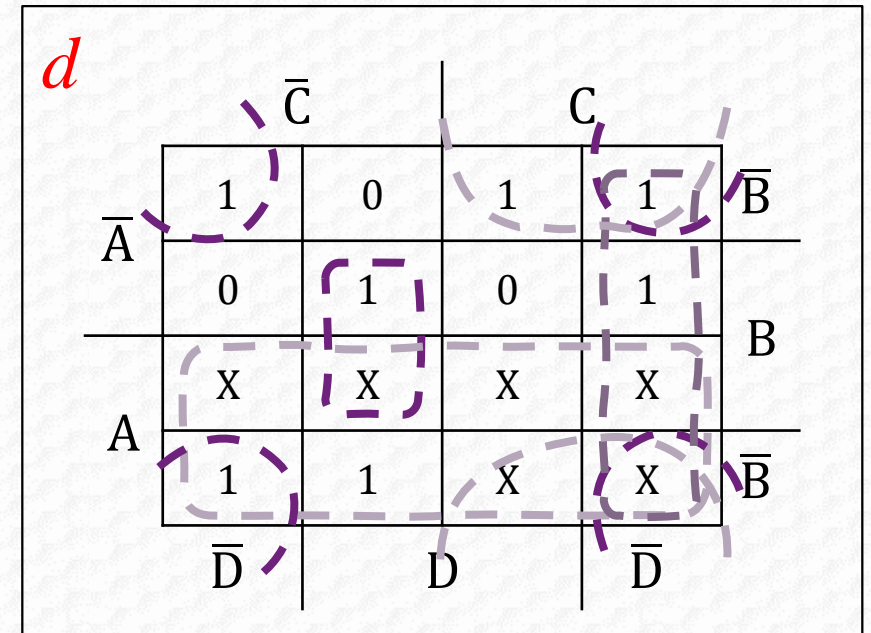
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	c
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$c = B + \bar{C} + D$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

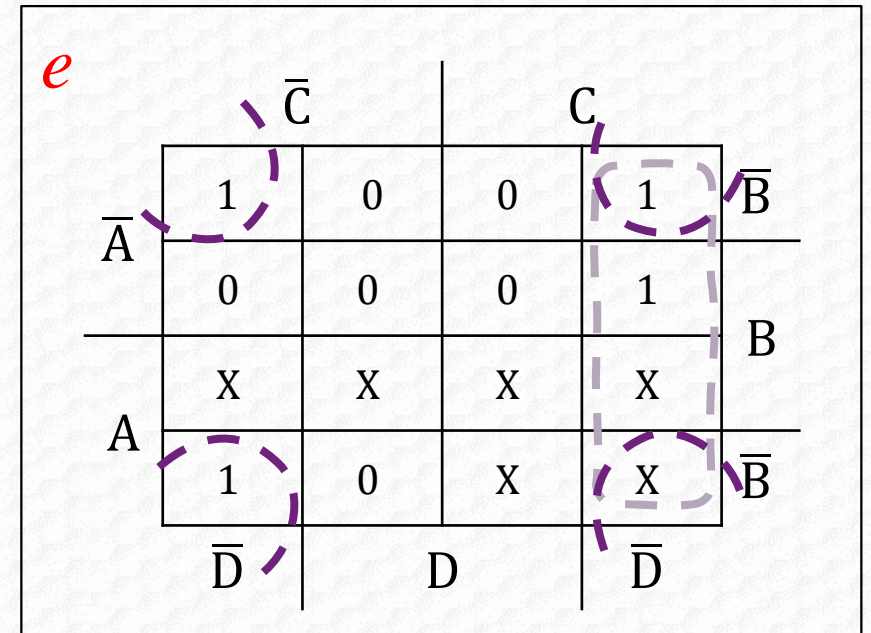
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	d
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$d = A + \bar{B}\bar{D} + C\bar{D} + \bar{B}C + B\bar{C}D$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

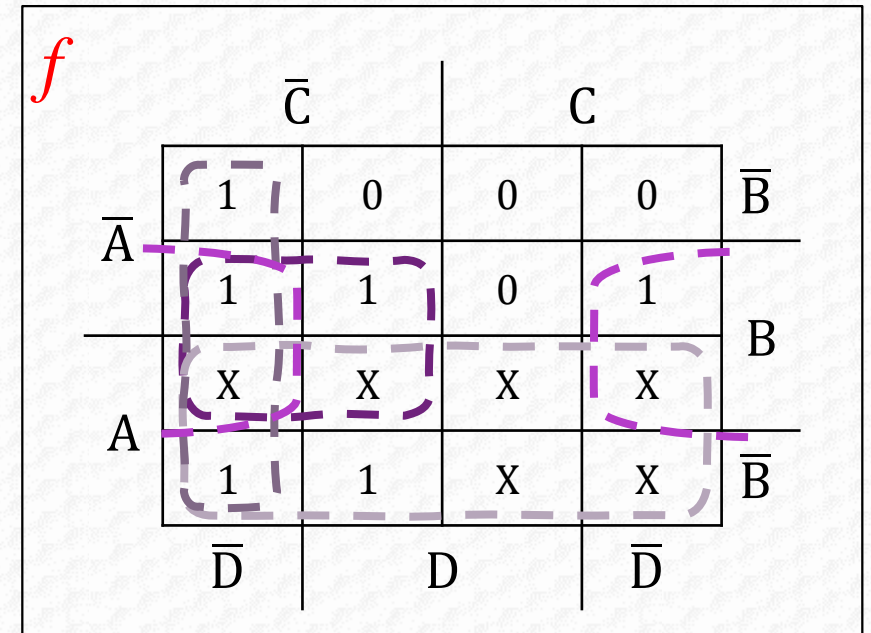
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	e
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0



$$e = C\bar{D} + \bar{B}\bar{D}$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

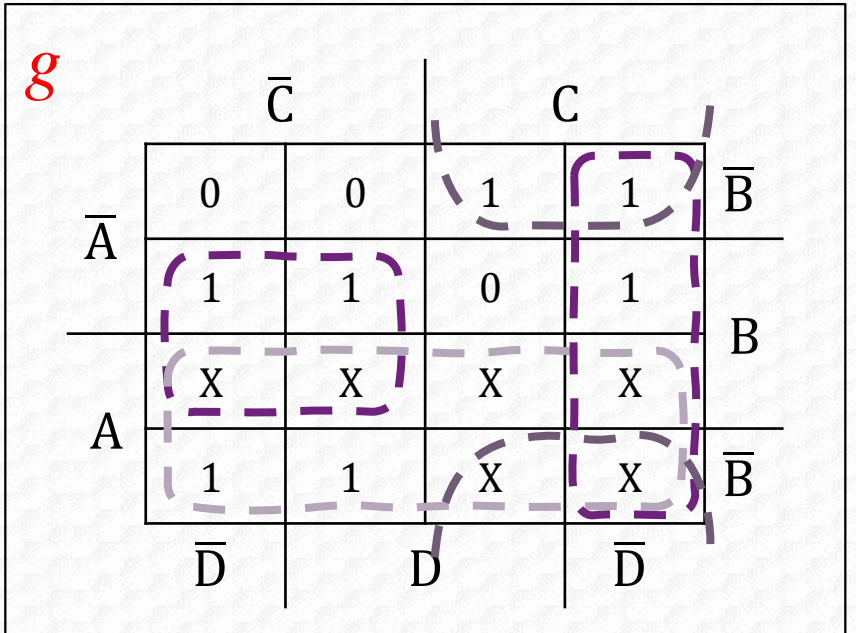
BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	f
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$f = A + \bar{C}\bar{D} + B\bar{D} + B\bar{C}$$

Display de 7 segmentos – Mapa de Karnaugh

BCD 8421				Display 7 segmentos
A	B	C	D	g
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1



$$g = A + B\bar{C} + \bar{B}C + C\bar{D}$$

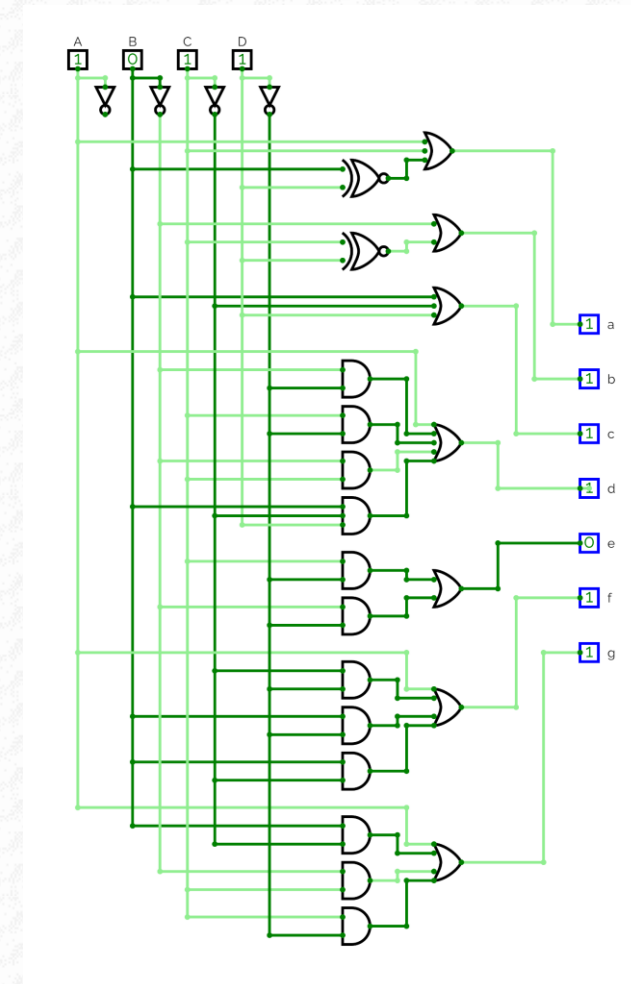
Display de 7 segmentos – Circuito combinacional

- $a = A + C + (B \odot D)$
- $b = \overline{B} + (C \odot D)$
- $c = B + \overline{C} + D$
- $d = A + \overline{B}\overline{D} + C\overline{D} + \overline{B}C + B\overline{C}D$
- $e = C\overline{D} + \overline{B}\overline{D}$
- $f = A + \overline{C}\overline{D} + B\overline{D} + B\overline{C}$
- $g = A + B\overline{C} + \overline{B}C + C\overline{D}$

Display de 7 segmentos – Simulação

- $a = A + C + (B \odot D)$
- $b = \overline{B} + (C \odot D)$
- $c = B + \overline{C} + D$
- $d = A + \overline{B}\overline{D} + C\overline{D} + \overline{B}C + B\overline{C}D$
- $e = C\overline{D} + \overline{B}\overline{D}$
- $f = A + \overline{C}\overline{D} + B\overline{D} + B\overline{C}$
- $g = A + B\overline{C} + \overline{B}C + C\overline{D}$

- Disponível em:
<https://circuitverse.org/users/166835/projects/display-7-segmentos-4d143591-9d09-4a9f-9aac-f86165228e3f>



Referências Bibliográficas

- IDOETA, Ivan V.; CAPUANO, Francisco G. **Elementos de Eletrônica Digital**. 40. ed. São Paulo: Érica, 2008.
- TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2018. E-book.
- NELSON, Victor P. *et al.* **Digital logic circuit analysis and design**. 1. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1995.