

Lógica Digital (1001351)

Exemplos de projetos

Prof. Edilson Kato

kato@ufscar.br

Prof. Maurício Figueiredo

mauricio@ufscar.br

Prof. Ricardo Menotti

menotti@ufscar.br

Prof. Roberto Inoue

rsinoue@ufscar.br

Departamento de Computação
Universidade Federal de São Carlos

Atualizado em: 27 de fevereiro de 2019



Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

<i>linha</i>	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

linha	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

$$f = m_1 + m_2 + m_4 + m_7$$

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

linha	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

$$f = m_1 + m_2 + m_4 + m_7$$

$$f = \bar{x}_1\bar{x}_2x_3 + \bar{x}_1x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + x_1x_2x_3$$

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

linha	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

$$f = m_1 + m_2 + m_4 + m_7$$

$$f = \bar{x}_1\bar{x}_2x_3 + \bar{x}_1x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + x_1x_2x_3$$

$$f = M_0M_3M_5M_6$$

Controlador de luz com 3 entradas

- ▶ Em uma sala grande com três portas e um interruptor em cada porta, projete um sistema capaz de acender ou apagar as luzes da sala alterando o estado de qualquer uma das chaves;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, x_3)$ que solucione este problema.

linha	x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

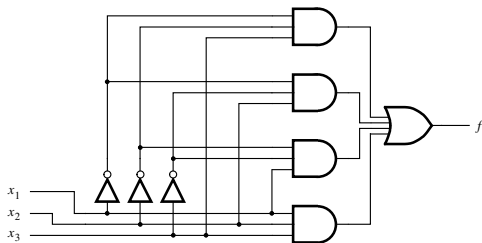
$$f = m_1 + m_2 + m_4 + m_7$$

$$f = \bar{x}_1\bar{x}_2x_3 + \bar{x}_1x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_2\bar{x}_3 + x_1x_2x_3$$

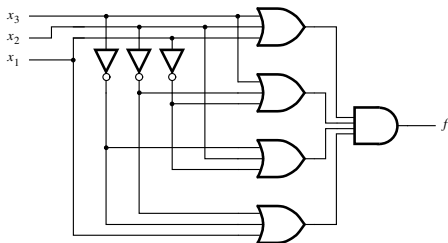
$$f = M_0M_3M_5M_6$$

$$f = (x_1 + x_2 + x_3)(x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3)(\bar{x}_1 + x_2 + \bar{x}_3)(\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + x_3)$$

Controlador de luz com 3 entradas



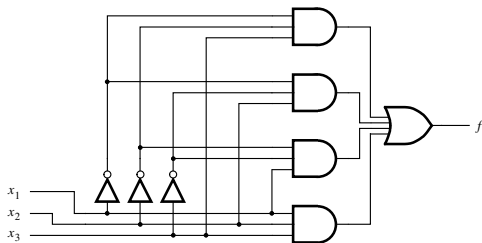
(a) Sum-of-products realization



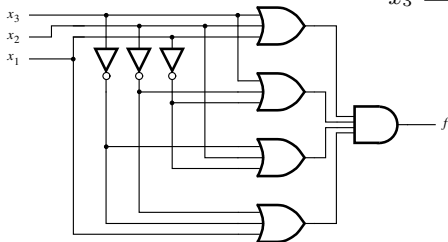
(b) Product-of-sums realization

Figure 2.32 Implementation of the function in Figure 2.31.

Controlador de luz com 3 entradas



(a) Sum-of-products realization



(b) Product-of-sums realization

Figure 2.32 Implementation of the function in Figure 2.31.

Multiplexador

- ▶ Em sistemas de computadores, muitas vezes é necessário escolher dados de várias fontes possíveis;
- ▶ Suponha que haja duas fontes de dados, fornecidas como sinais de entrada x_1 e x_2 ;
- ▶ Os valores desses sinais mudam no tempo, talvez em intervalos regulares;
- ▶ Queremos projetar um circuito que produza uma saída que tenha o mesmo valor de x_1 ou x_2 , dependendo do valor de um sinal de controle de seleção s ;
- ▶ Portanto, o circuito deve ter três entradas: x_1 , x_2 e s ;
- ▶ Suponha que a saída do circuito será igual ao valor da entrada x_1 , se $s = 0$, e será o valor da entrada x_2 , se $s = 1$;
- ▶ Obtenha uma função $f(x_1, x_2, s)$ que solucione este problema.

Multiplexador

<i>linha</i>	<i>s</i>	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>f</i>
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

Multiplexador

<i>linha</i>	<i>s</i>	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>f</i>
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

$$f(s, x_1, x_2) = \bar{s}x_1\bar{x}_2 + \bar{s}x_1x_2 + s\bar{x}_1x_2 + sx_1x_2$$

Multiplexador

<i>linha</i>	<i>s</i>	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>f</i>
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

$$f(s, x_1, x_2) = \\ \bar{s}x_1\bar{x}_2 + \bar{s}x_1x_2 + s\bar{x}_1x_2 + sx_1x_2$$

$$\bar{s}x_1(\bar{x}_2 + x_2) + s(\bar{x}_1 + x_1)x_2$$

Multiplexador

<i>linha</i>	<i>s</i>	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>f</i>
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

$$f(s, x_1, x_2) = \\ \bar{s}x_1\bar{x}_2 + \bar{s}x_1x_2 + s\bar{x}_1x_2 + sx_1x_2$$

$$\bar{s}x_1(\bar{x}_2 + x_2) + s(\bar{x}_1 + x_1)x_2$$

$$\bar{s}x_1.1 + s.1.x_2$$

Multiplexador

<i>linha</i>	<i>s</i>	<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>f</i>
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	1	1

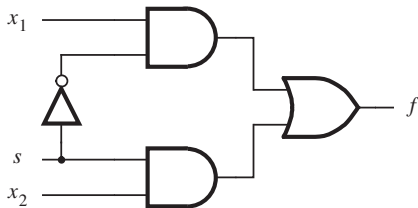
$$f(s, x_1, x_2) = \\ \bar{s}x_1\bar{x}_2 + \bar{s}x_1x_2 + s\bar{x}_1x_2 + sx_1x_2$$

$$\bar{s}x_1(\bar{x}_2 + x_2) + s(\bar{x}_1 + x_1)x_2$$

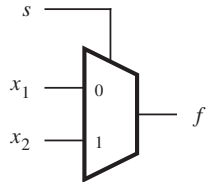
$$\bar{s}x_1.1 + s.1.x_2$$

$$\bar{s}x_1 + sx_2$$

Multiplexador



(b) Circuit



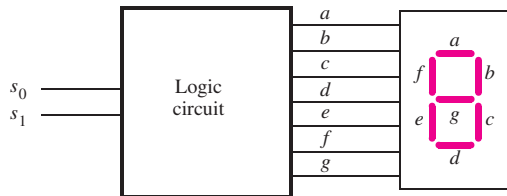
(c) Graphical symbol

s	$f(s, x_1, x_2)$
0	x_1
1	x_2

(d) More compact truth-table representation

Figure 2.33 Implementation of a multiplexer.

Somador simplificado



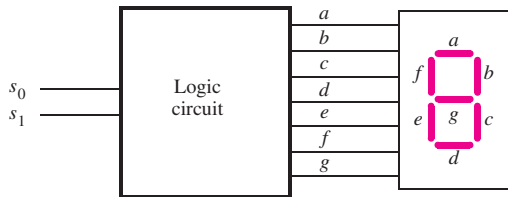
(a) Logic circuit and 7-segment display

	s_1	s_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1

(b) Truth table

Figure 2.34 Display of numbers.

Somador simplificado



$$a = d = e = \bar{s}_0$$

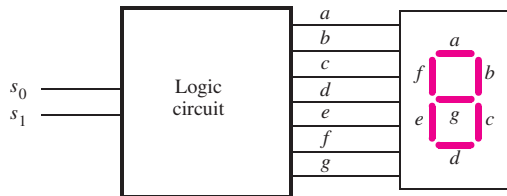
(a) Logic circuit and 7-segment display

	s_1	s_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1

(b) Truth table

Figure 2.34 Display of numbers.

Somador simplificado



(a) Logic circuit and 7-segment display

$$a = d = e = \bar{s}_0$$

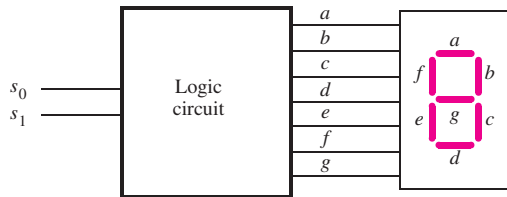
$$b = 1$$

	s_1	s_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1

(b) Truth table

Figure 2.34 Display of numbers.

Somador simplificado



(a) Logic circuit and 7-segment display

$$a = d = e = \overline{s_0}$$

$$b = 1$$

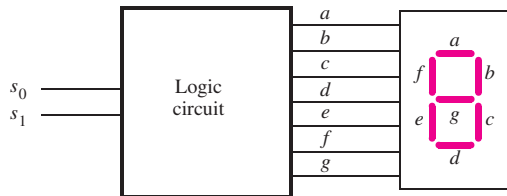
$$c = \overline{s_1}$$

	s_1	s_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1

(b) Truth table

Figure 2.34 Display of numbers.

Somador simplificado



(a) Logic circuit and 7-segment display

$$a = d = e = \bar{s}_0$$

$$b = 1$$

$$c = \bar{s}_1$$

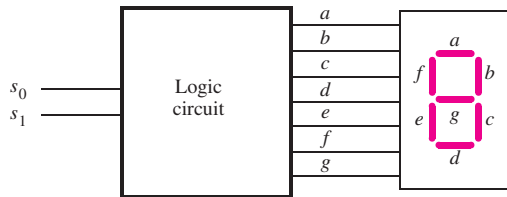
$$f = \bar{s}_1 \bar{s}_0$$

	s_1	s_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1

(b) Truth table

Figure 2.34 Display of numbers.

Somador simplificado



(a) Logic circuit and 7-segment display

	s_1	s_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1	1	0	1

(b) Truth table

$$a = d = e = \bar{s}_0$$

$$b = 1$$

$$c = \bar{s}_1$$

$$f = \bar{s}_1 \bar{s}_0$$

$$g = s_1 \bar{s}_0$$

Figure 2.34 Display of numbers.

Bibliografia

- Brown, S. & Vranesic, Z. - Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design, 3rd Ed., Mc Graw Hill, 2009

Lógica Digital (1001351)

Exemplos de projetos

Prof. Edilson Kato

kato@ufscar.br

Prof. Maurício Figueiredo

mauricio@ufscar.br

Prof. Ricardo Menotti

menotti@ufscar.br

Prof. Roberto Inoue

rsinoue@ufscar.br

Departamento de Computação
Universidade Federal de São Carlos

Atualizado em: 27 de fevereiro de 2019

