Capítulo 2-Projeto Lógico Combinacional C

Profa. Eliete Caldeira

Representação padrão

- Embora existam muitas representações diferentes para a mesma função booleana, há apenas uma tabela-verdade. Assim, a tabela verdade é uma **representação padrão**.
- A tabela-verdade pode ser usada para mostrar que duas expressões são equivalentes

Exercício

- Use tabelas-verdade para mostrar que se as funções são equivalentes
- $F_1=ab+a'$ $F_2=a'b'+a'b+ab$ e $F_3=(a+b)'$

Representação padrão

- Uma tabela verdade tem 2^n linhas onde n é o número de variáveis da função.
- Há uma representação mais compacta mas ainda padrão?
- Sim! Podemos representar a função apenas onde a saída é 1 (soma de produtos) ou onde a saída é zero (produto de somas).

Forma canônica de soma de mintermos

- Uma das formas canônicas é conhecida como soma de produtos ou soma de mintermos
- **Mintermo** é um termo de produto que contém todas as literais da função exatamente uma vez, seja na forma normal ou na complementada
- O mintermo só é 1 para uma combinação das entradas
- $F=a'bc+abc'+ab+c$
  - não está na forma padrão pois ab e c não são mintermos
  - Para transformar para a forma padrão:
  - $F=a'bc+abc'+ab(c+c')+(a+a')(b+b')c$ como $(x+x')=1$ e $1.z = z$
  - $F=a'bc+abc'+abc+abc'+abc+ab'c+a'bc+a'b'c$ como $x+x=x$
  - $F=a'bc+abc'+abc+ab'c+a'b'c$

Forma canônica de soma de mintermos

- $F=(a+b)(a'+ac)b$
  - não está na forma de soma de produtos
  - $F=(a+b)(a'+ac)b$ pela distributiva
  - $F=(a+b)(a'b+acb)$ pela distributiva
  - $F=(aa'b+aacb+ba'b+bacb)$ como $x.x'=0$ e $x.x=x$ e comutativa
  - $F=(0.b+acb+a'b+acb)$ como $x+x=x$ e $0.x=0$ e $0+y = y$
  - $F=abc+a'b$ como $1.x=x$ e $(y+y')=1$
  - $F=abc+a'b(c+c')$ pela distributiva
  - $F=abc+a'bc+a'bc'$

Forma canônica de produto de maxtermos

- Uma forma canônica alternativa é conhecida como produto de maxtermos
- **Maxtermo** é um termo de soma que contém todas as literais da função exatamente uma vez, seja na forma normal ou na complementada
- Termo soma: uma única literal ou o OR (soma) de literais
- Produto de somas: um único termo soma ou o AND (produto) de termos somas
- O maxtermo só é 0 para uma combinação das entradas
- $F(a,b,c) = (a+b+c')(a'+b'+c')$ é um produto de maxtermos

Mintermos

a	b	c	Mintermos
0	0	0	m_0=a’b’c’
0	0	1	m_1=a’b’c
0	1	0	m_2=a’bc’
0	1	1	m_3=a’bc
1	0	0	m_4=ab’c’
1	0	1	m_5=ab’c
1	1	0	m_6=abc’
1	1	1	m_7=abc

Forma canônica de soma de mintermos

TABLE 2.11 Truth table.

a	b	c	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

- Para a tabela-verdade, a função
  - $F(a,b,c) = m_1 + m_6 + m_7$ ou
  - $F(a,b,c) = \Sigma m(1,6,7)$ ou ainda
  - $F(a,b,c) = a'b'c + abc' + abc$
- Esta é a soma de mintermos ou conjunto-um da função!

Maxtermos

a	b	c	Maxtermos
0	0	0	$M_0=a+b+c$
0	0	1	$M_1=a+b+c'$
0	1	0	$M_2=a+b'+c$
0	1	1	$M_3=a+b'+c'$
1	0	0	$M_4=a'+b+c$
1	0	1	$M_5=a'+b+c'$
1	1	0	$M_6=a'+b'+c$
1	1	1	$M_7=a'+b'+c'$

Forma canônica de soma de mintermos

TABLE 2.11 Truth table.

a	b	c	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

- Para a tabela-verdade, a função
  - $F(a,b,c) = M_0.M_2.M_3.M_4.M_5$ ou
  - $F(a,b,c) = \Pi M(0,2,3,4,5)$ ou ainda
  - $F(a,b,c)=(a+b+c).(a+b'+c).(a+b'+c').(a'+b+c).(a'+b+c')$
- Este é o produto de maxtermos ou conjunto-zero da função!

Formas canônicas

- Relação entre Mintermos e Maxtermos: Mi = mi'
- Soma mintermos: é a soma dos mintermos (produtos) de forma que F=1 quando qualquer um deles for 1
- Produto de maxtermos: é o produto dos maxtermos (somas) de forma que se um deles for igual a 0, então F=0
- Como a soma de mintermos e o produto de maxtermos representam a mesma função:
  - Soma de mintermos = Produto dos maxtermos
  - $\Sigma\, m(\{j \mid F(j)=1\}) = \Pi\, M(\{j \mid F(j)=0\})$
- Para converter de uma forma canônica para a outra, basta incluir os índices que não aparecem!
  - $F(a,b,c) = \Sigma m(1,6,7) = \Pi M(0,2,3,4,5)$

Formas canônicas

j	$x_2x_1x_0$	$f(x_2,x_1,x_0)$	Mintermos	Maxtermos
0	000	0	$x_2'x_1'x_0'$	$x_2+x_1+x_0$
1	001	1	$x_2'x_1'x_0$	$x_2+x_1+x_0'$
2	010	1	$x_2'x_1x_0'$	$x_2+x_1'+x_0$
3	011	0	$x_2'x_1x_0$	$x_2+x_1'+x_0'$
4	100	1	$x_2x_1'x_0'$	$x_2'+x_1+x_0$
5	101	1	$x_2x_1'x_0$	$x_2'+x_1+x_0'$
6	110	1	$x_2x_1x_0'$	$x_2'+x_1'+x_0$
7	111	0	$x_2x_1x_0$	$x_2'+x_1'+x_0'$

$$E\,(x_2,x_1,x_0) = \Sigma\, m\,(1,2,4,5,6) = \Pi\, M\,(0,3,7)$$

Formas canônicas

- $H(a,b,c,d,e) = ab'cde+abcde'+abcde$
  - Em forma reduzida $H(a,b,c,d,e) = \Sigma m(23,30,31)$

- $H(e,d,c,b,a) = edcb'a+e'dcba+edcba$
  - Em forma reduzida $H(e,d,c,b,a) = \Sigma m(29,15,31)$

- Note que é a mesma função nos dois casos, mas a ordem das variáveis mudou e com isto, o número dos mintermos também mudou.

- O mesmo acontece com os maxtermos!!

Circuitos combinacionais com múltiplas saídas

- Tratar separadamente cada saída, criando um circuito para cada uma delas
- Se existirem portas comuns elas podem ser compartilhadas

Exercício

- Implementar as funções F e G das entradas a, b e c se:
  - $F(a,b,c) = ab+c'$
  - $G(a,b,c) = ab+bc$

Exercício

- Implementar as funções F e G das entradas a, b e c se:
  - F(a,b,c) = ab+c’
  - G(a,b,c) = ab+bc

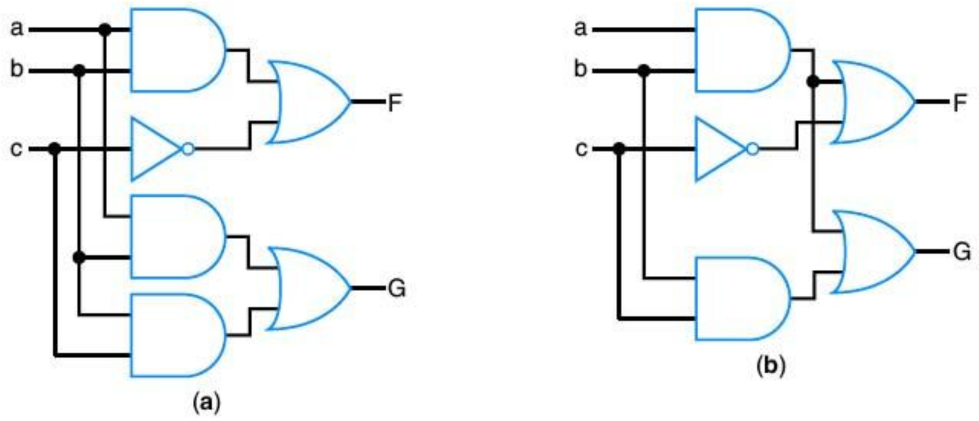

Figure 2.38 Multiple-output circuit: (a) treated as two separate circuits, and (b) with gate sharing.

Exercício

- Conversor de BCD para um display de 7 segmentos. Obs: o display apaga se o binário não é de 0 a 9.

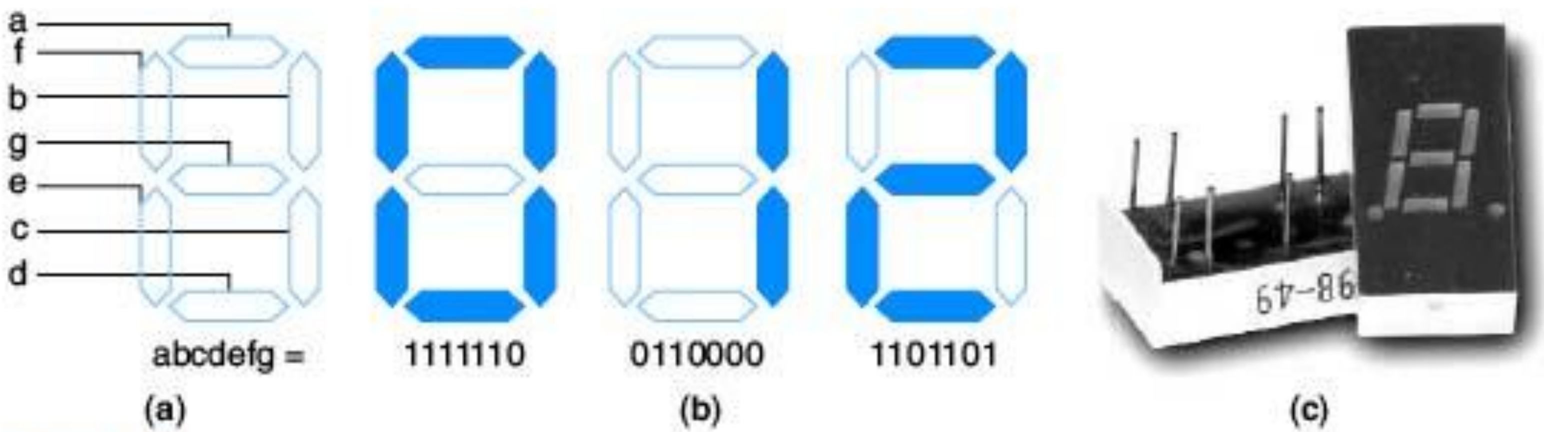

Figure 2.39 Seven-segment display: (a) connections of inputs to segments, (b) input values for numbers 0, 1, and 2, and (c) a pair of real seven-segment display components.

Exercício

TABLE 2-4 4-bit binary number to seven-segment display truth table

w	x	y	z	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
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Para ser continuado...