

CIRCUITOS DIGITAIS

MINTERMOS E MAXTERMOS

Prof. Marcelo Grandi Mandelli

`mgmandelli@unb.br`

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO : 27/03/2019 16:15

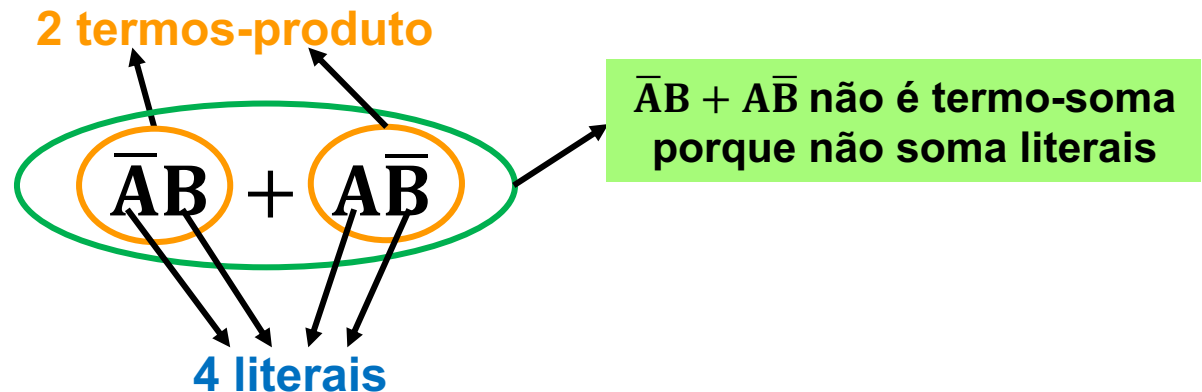
Funções Booleanas

□ Literais

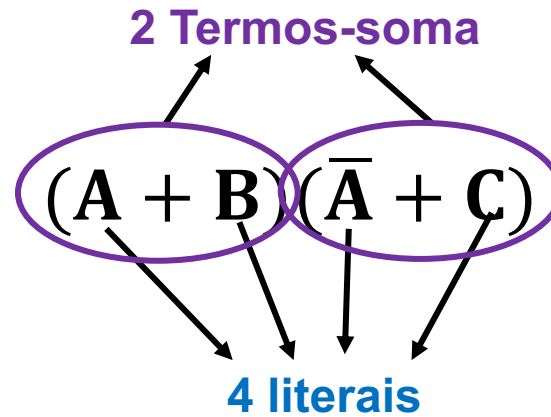
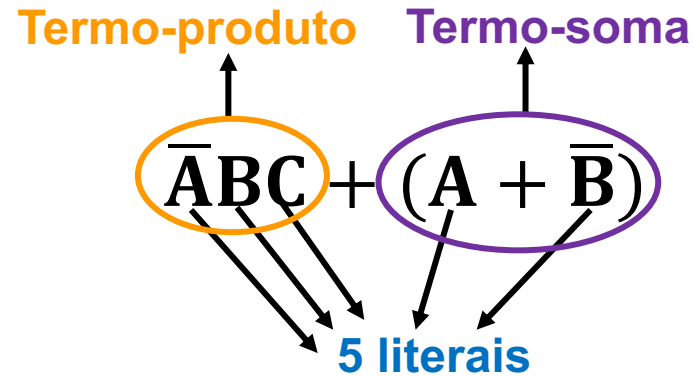
- variável na forma direta (A) ou inversa (\bar{A})

□ Termos

- **Termo-soma:** soma (**OR**) de literais
 - Exemplos: $A + \bar{B}$, $B + C + \bar{D}$
- **Termo-produto:** produto (**AND**) de literais
 - Exemplos: $A\bar{B}$, $AB\bar{D}$



Funções Booleanas



Funções Booleanas

□ Soma-de-produtos (SDP)

- Quando dois ou mais termos-produto são somados por uma adição Booleana (**OR**), a expressão resultante é uma soma-de-produtos

- Exemplos:

- $AB + ABC$

- $ABC + CDE + \overline{BCD}$

- $A + \overline{ABC} + \overline{BCD}$

Formas Padrão de Funções Booleanas

□ Soma-de-produtos (SDP) padrão

- todos termos-produto contém todas n variáveis de uma função

■ Exemplos:

- $F(A, B, C) = AB + ABC$ não é uma SDP padrão porque o termo-produto AB não contém a variável C

- $F(A, B, C) = \bar{A} \bar{B} C + ABC$ é uma SDP padrão porque todos termo-produtos contem todas variáveis da função: A, B e C

Mintermos

□ mintermos ou minitermos

- **termos-produto padrão**, ou seja, termos-produto que contém todas variáveis de uma função
- uma tabela-verdade de uma função com **n** variáveis tem 2^n mintermos
- Exemplo para 3 variáveis (A,B,C):

A	B	C	mintermo
0	0	0	$m0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}$
0	0	1	$m1 = \bar{A}\bar{B}C$
0	1	0	$m2 = \bar{A}B\bar{C}$
0	1	1	$m3 = \bar{A}BC$
1	0	0	$m4 = A\bar{B}\bar{C}$
1	0	1	$m5 = A\bar{B}C$
1	1	0	$m6 = AB\bar{C}$
1	1	1	$m7 = ABC$

Mintermos

❑ Exemplo: tabela de uma função $F(A,B,C)$

A	B	C	F	mintermo
0	0	0	0	$m0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}$
0	0	1	0	$m1 = \bar{A}\bar{B}C$
0	1	0	1	$m2 = \bar{A}B\bar{C}$
0	1	1	1	$m3 = \bar{A}BC$
1	0	0	0	$m4 = A\bar{B}\bar{C}$
1	0	1	1	$m5 = A\bar{B}C$
1	1	0	1	$m6 = AB\bar{C}$
1	1	1	0	$m7 = ABC$

**ATRAVÉS DOS MINTERMOS É POSSÍVEL OBTER
A EQUAÇÃO BOOLEANA DESSA FUNÇÃO**

Mintermos

- Para obter a equação de função $F(A,B,C)$, selecione os mintermos onde $F(A,B,C) = 1$

A	B	C	F	mintermo
0	0	0	0	$m0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}$
0	0	1	0	$m1 = \bar{A}\bar{B}C$
0	1	0	1	$m2 = \bar{A}B\bar{C}$
0	1	1	1	$m3 = \bar{A}BC$
1	0	0	0	$m4 = A\bar{B}\bar{C}$
1	0	1	1	$m5 = A\bar{B}C$
1	1	0	1	$m6 = AB\bar{C}$
1	1	1	0	$m7 = ABC$

$$F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C}$$

A EQUAÇÃO OBTIDA É UMA SOMA-DE-PRODUTOS PADRÃO

Mintermos

- Para obter a equação de função $F(A,B,C)$, selecione os mintermos onde $F(A,B,C) = 1$

A	B	C	F	mintermo
0	0	0	0	$m0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}$
0	0	1	0	$m1 = \bar{A}\bar{B}C$
0	1	0	1	$m2 = \bar{A}B\bar{C}$
0	1	1	1	$m3 = \bar{A}BC$
1	0	0	0	$m4 = A\bar{B}\bar{C}$
1	0	1	1	$m5 = A\bar{B}C$
1	1	0	1	$m6 = AB\bar{C}$
1	1	1	0	$m7 = ABC$

$$F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + AB\bar{C}$$

ou

$$F(A,B,C) = m_2 + m_3 + m_5 + m_6 \text{ ou } F(A, B, C) = \sum m(2,3,5,6)$$

Funções Booleanas

□ Produto-de-somas (PDS)

- Quando dois ou mais termos-soma são multiplicados, a expressão resultante é um produto-de-somas

- Exemplos:

- $(A + B)(A + B + C)$

- $(A + B + C)(C + D + E)(\bar{B} + C + \bar{D})$

- $A(\bar{A} + B + \bar{C})(\bar{B} + C + D)$

LEMBRAR DOS PARÊNTESES!!

Formas Padrão de Funções Booleanas

□ Produto-de-somas (PDS) padrão

- todos termos-soma contêm todas **n** variáveis de uma função

■ Exemplos:

- $F(A, B, C) = (A + B)(A + B + C)$ **não é um PDS padrão** porque o termo-produto $(A + B)$ não contém a variável C
- $F(A, B, C) = (\bar{A} + \bar{B} + C)(A + B + \bar{C})$ **é um PDS padrão** porque todos termo-produtos contêm todas variáveis da função: A, B e C

Maxtermos

□ maxtermos ou maxitermos

- termos-soma padrão, ou seja, termos-soma que contém todas variáveis de uma função
- uma tabela-verdade de uma função com n variáveis tem 2^n maxtermos
- Exemplo para 3 variáveis (A,B,C):

A	B	C	MAXTERMO
0	0	0	$M_0 = A + B + C$
0	0	1	$M_1 = A + B + \bar{C}$
0	1	0	$M_2 = A + \bar{B} + C$
0	1	1	$M_3 = A + \bar{B} + \bar{C}$
1	0	0	$M_4 = \bar{A} + B + C$
1	0	1	$M_5 = \bar{A} + B + \bar{C}$
1	1	0	$M_6 = \bar{A} + \bar{B} + C$
1	1	1	$M_7 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$

Mintermos

□ Exemplo: tabela de uma função $F(A,B,C)$

A	B	C	F	MAXTERMO
0	0	0	0	$M_0 = A + B + C$
0	0	1	0	$M_1 = A + B + \bar{C}$
0	1	0	1	$M_2 = A + \bar{B} + C$
0	1	1	1	$M_3 = A + \bar{B} + \bar{C}$
1	0	0	0	$M_4 = \bar{A} + B + C$
1	0	1	1	$M_5 = \bar{A} + B + \bar{C}$
1	1	0	1	$M_6 = \bar{A} + \bar{B} + C$
1	1	1	0	$M_7 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$

**ATRAVÉS DOS MAXTERMOS É POSSÍVEL OBTER
A EQUAÇÃO BOOLEANA DESSA FUNÇÃO**

Mintermos

- Para obter a equação de função $F(A,B,C)$, selecione os mintermos onde $F(A,B,C) = 0$

A	B	C	F	MAXTERMO
0	0	0	0	$M_0 = A + B + C$
0	0	1	0	$M_1 = A + B + \bar{C}$
0	1	0	1	$M_2 = A + \bar{B} + C$
0	1	1	1	$M_3 = A + \bar{B} + \bar{C}$
1	0	0	0	$M_4 = \bar{A} + B + C$
1	0	1	1	$M_5 = \bar{A} + B + \bar{C}$
1	1	0	1	$M_6 = \bar{A} + \bar{B} + C$
1	1	1	0	$M_7 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$

$$F(A, B, C) = (A + B + C)(A + B + \bar{C})(\bar{A} + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$$

A EQUAÇÃO OBTIDA É UM PRODUTO-DE-SOMAS PADRÃO

Mintermos

- Para obter a equação de função $F(A,B,C)$, selecione os mintermos onde $F(A,B,C) = 0$

A	B	C	F	MAXTERMO
0	0	0	0	$M_0 = A + B + C$
0	0	1	0	$M_1 = A + B + \bar{C}$
0	1	0	1	$M_2 = A + \bar{B} + C$
0	1	1	1	$M_3 = A + \bar{B} + \bar{C}$
1	0	0	0	$M_4 = \bar{A} + B + C$
1	0	1	1	$M_5 = \bar{A} + B + \bar{C}$
1	1	0	1	$M_6 = \bar{A} + \bar{B} + C$
1	1	1	0	$M_7 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$

$$F(A, B, C) = (A + B + C)(A + B + \bar{C})(\bar{A} + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$$

ou

$$F(A, B, C) = M_0 M_1 M_4 M_7 \quad \text{ou} \quad F(A, B, C) = \prod M(0, 1, 4, 7)$$

Exemplo

A	B	C	F	mintermo	MAXTERMO
0	0	0	0	$m_0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$M_0 = A + B + C$
0	0	1	1	$m_1 = \bar{A}\bar{B}C$	$M_1 = A + B + \bar{C}$
0	1	0	1	$m_2 = \bar{A}B\bar{C}$	$M_2 = A + \bar{B} + C$
0	1	1	0	$m_3 = \bar{A}BC$	$M_3 = A + \bar{B} + \bar{C}$
1	0	0	0	$m_4 = A\bar{B}\bar{C}$	$M_4 = \bar{A} + B + C$
1	0	1	1	$m_5 = A\bar{B}C$	$M_5 = \bar{A} + B + \bar{C}$
1	1	0	0	$m_6 = AB\bar{C}$	$M_6 = \bar{A} + \bar{B} + C$
1	1	1	1	$m_7 = ABC$	$M_7 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$

mintermos: $F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + ABC$ (SDP padrão)

MAXTERMOS: $F(A, B, C) = (A + B + C)(A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + C)$ (PDS padrão)

Conversão

Como converter termos-produto para termos-soma e vice-versa

A	B	C	mintermo	MAXTERMO
0	0	0	$m_0 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$M_0 = A + B + C$
0	0	1	$m_1 = \bar{A}\bar{B}C$	$M_1 = A + B + \bar{C}$
0	1	0	$m_2 = \bar{A}B\bar{C}$	$M_2 = A + \bar{B} + C$
0	1	1	$m_3 = \bar{A}BC$	$M_3 = A + \bar{B} + \bar{C}$
1	0	0	$m_4 = A\bar{B}\bar{C}$	$M_4 = \bar{A} + B + C$
1	0	1	$m_5 = A\bar{B}C$	$M_5 = \bar{A} + B + \bar{C}$
1	1	0	$m_6 = AB\bar{C}$	$M_6 = \bar{A} + \bar{B} + C$
1	1	1	$m_7 = ABC$	$M_7 = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$

$$\rightarrow \text{mintermo} = \overline{\text{MAXTERMO}}$$

$$\rightarrow \text{MAXTERMO} = \overline{\text{mintermo}}$$



DE MORGAN

Exemplo:

$$m_2 = \overline{M_2} = \overline{A + \bar{B} + C} = \bar{A}B\bar{C}$$

Conversão - Mintermos

$$f(A, B, C, D) = \overline{A} \overline{B} \overline{C} \overline{D} + \overline{A} B C \overline{D} + A \overline{B} C \overline{D} + ABCD$$

Designação binária (mintermos) → 0000 0110 1010 1111

Designação decimal → 0 6 10 15

$$f(A, B, C, D) = \sum m(0, 6, 10, 15)$$

$$f(A, B, C, D) = \prod M(1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14)$$

Como montar a tabela verdade?

Mintermos - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	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	

Exemplo:

$$f(A, B, C, D) = \sum m(0,6,10,15)$$

Mintermos - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	1
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	1
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	1
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	1

Exemplo:

$$f(A, B, C, D) = \sum m(0,6,10,15)$$

Coloca-se 1 nas posições da tabela verdade correspondente ao número de cada mintermo

Mintermos - Tabela Verdade

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	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Exemplo:

$$f(A, B, C, D) = \sum m(0,6,10,15)$$

**Nas demais posições
preenche-se com 0**

Conversão - Maxtermos

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

Designação binária (mintermos) → 0000 0100 1011 1111

Designação decimal → 0 4 11 15

$$f(A, B, C, D) = \prod M(0, 4, 11, 15)$$

$$f(A, B, C, D) = \sum m(1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14)$$

Como montar a tabela verdade?

Maxtermos - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	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	

Exemplo:

$$f(A, B, C, D) = \prod M(0, 4, 11, 15)$$

Maxtermos - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	0
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	0
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	0

Exemplo:

$$f(A, B, C, D) = \prod M(0, 4, 11, 15)$$

Coloca-se 0 nas posições da tabela verdade correspondente ao número de cada maxtermo

Maxtermos - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
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
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

Exemplo:

$$f(A, B, C, D) = \prod M(0, 4, 11, 15)$$

**Nas demais posições
preenche-se com 1**

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	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	

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

01--

Obtém-se uma representação binária de cada termo produto. Onde não há variável coloca-se "-".

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	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	0	0	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	

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

01--

Preenche-se com 1 as posições da tabela que correspondem a representação do termo produto.

Para o termo produto acima, coloca-se 1 em todas posições da tabela verdade onde A=0 e B=1

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	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	0	0	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	

$$f(A, B, C, D) = \overline{A}B + \overline{A}C\overline{D} + B\overline{D} + D$$

01--

0-10

Obtém-se uma representação binária de cada termo produto. Onde não há variável coloca-se "-".

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	1
0	0	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	0	0	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	

$$f(A, B, C, D) = \overline{A}B + \overline{A}C\overline{D} + B\overline{D} + D$$

01--

0-10

Preenche-se com 1 as posições da tabela que correspondem a representação do termo produto.

Para o termo produto acima, coloca-se 1 em todas posições da tabela verdade onde $A=0$, $C=1$ e $D=0$

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	1
0	0	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	0	0	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	

$$f(A, B, C, D) = \overline{A}B + \overline{A}C\overline{D} + B\overline{D} + D$$

01--

0-10

-1-0

Obtém-se uma representação binária de cada termo produto. Onde não há variável coloca-se "-".

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	1
0	0	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	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	1
1	1	0	1	
1	1	1	0	1
1	1	1	1	

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

01--

0-10

-1-0

Preenche-se com 1 as posições da tabela que correspondem a representação do termo produto.

Para o termo produto acima, coloca-se 1 em todas posições da tabela verdade onde B=1 e D=0

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	1
0	0	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	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	1
1	1	0	1	
1	1	1	0	1
1	1	1	1	

$$f(A, B, C, D) = \overline{A}B + \overline{A}C\overline{D} + B\overline{D} + D$$

01-- 0-10 -1-0 ---1

Obtém-se uma representação binária de cada termo produto. Onde não há variável coloca-se "-".

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	1
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	1
1	0	0	0	
1	0	0	1	1
1	0	1	0	
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

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

01-- 0-10 -1-0 ---1

Preenche-se com 1 as posições da tabela que correspondem a representação do termo produto.

Para o termo produto acima, coloca-se 1 em todas posições da tabela verdade onde D=1

Outro Exemplo - Tabela Verdade

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
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	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

$$f(A, B, C, D) = \overline{A}B + \overline{A}C\overline{D} + B\overline{D} + D$$

Nas demais posições
preenche-se com 0

Converter para forma padrão

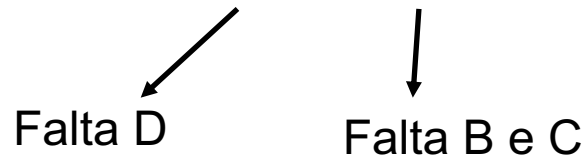
Exemplo 1: Convertendo uma Soma-de-produtos para Soma-de-produtos padrão

$$F(A, B, C, D) = A'B'C + AD'$$

- A função possui 4 variáveis
- Todas variáveis devem estar presentes em todos termos-produto para que seja uma forma padrão

$$F(A, B, C, D) = A'B'C + AD'$$

Falta D Falta B e C



Converter para forma padrão

Exemplo 1: Convertendo uma Soma-de-produtos para Soma-de-produtos padrão

$$F(A, B, C, D) = A'B'C + AD'$$

- Multiplique cada termo-produto não padrão por um termo constituído de uma soma de uma variável que não aparece no termo com o seu complemento

$$F(A, B, C, D) = A'B'C(\textcolor{blue}{D} + \textcolor{blue}{D}') + AD'(\textcolor{red}{B} + \textcolor{red}{B}')(\textcolor{green}{C} + \textcolor{green}{C}')$$

Falta **D**

Falta **B** e **C**

Converter para forma padrão

Exemplo 1: Convertendo uma Soma-de-produtos para Soma-de-produtos padrão

$$F(A, B, C, D) = A'B'C + AD'$$

→ Utilizando a propriedade distributiva:

$$F(A, B, C, D) = A'B'C(D + D') + AD'(B + B')(C + C')$$

$$F(A, B, C, D) = A'B'CD + A'B'CD' + (ABD' + AB'D')(C + C')$$

$$F(A, B, C, D) = A'B'CD + A'B'CD' + ABCD' + AB'CD' + ABC'D' + AB'C'D'$$

$$F(A, B, C, D) = A'B'CD + A'B'CD' + ABCD' + AB'CD' + ABC'D' + AB'C'D'$$

→ Ao fim verificar e eliminar termos-produto repetidos

Converter para forma padrão

Exemplo 2: Convertendo um Produto-de-somas para Produto-de-somas padrão

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C)$$

- A função possui 4 variáveis
- Todas variáveis devem estar presentes em todos termos-soma para que seja uma forma padrão

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C)$$

↙
Falta D

Converter para forma padrão

Exemplo 2: Convertendo um Produto-de-somas para Produto-de-somas padrão

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C)$$

- Some cada termo-soma não padrão por um termo constituído de uma multiplicação de uma variável que não aparece no termo com o seu complemento

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C) + (DD')$$

 Falta **D**

Converter para forma padrão

Exemplo 2: Convertendo um Produto-de-somas para Produto-de-somas padrão

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C)$$

→ Utilizando a propriedade distributiva:

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C) + (DD')$$

$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C + D)(A' + B' + C + D')$$

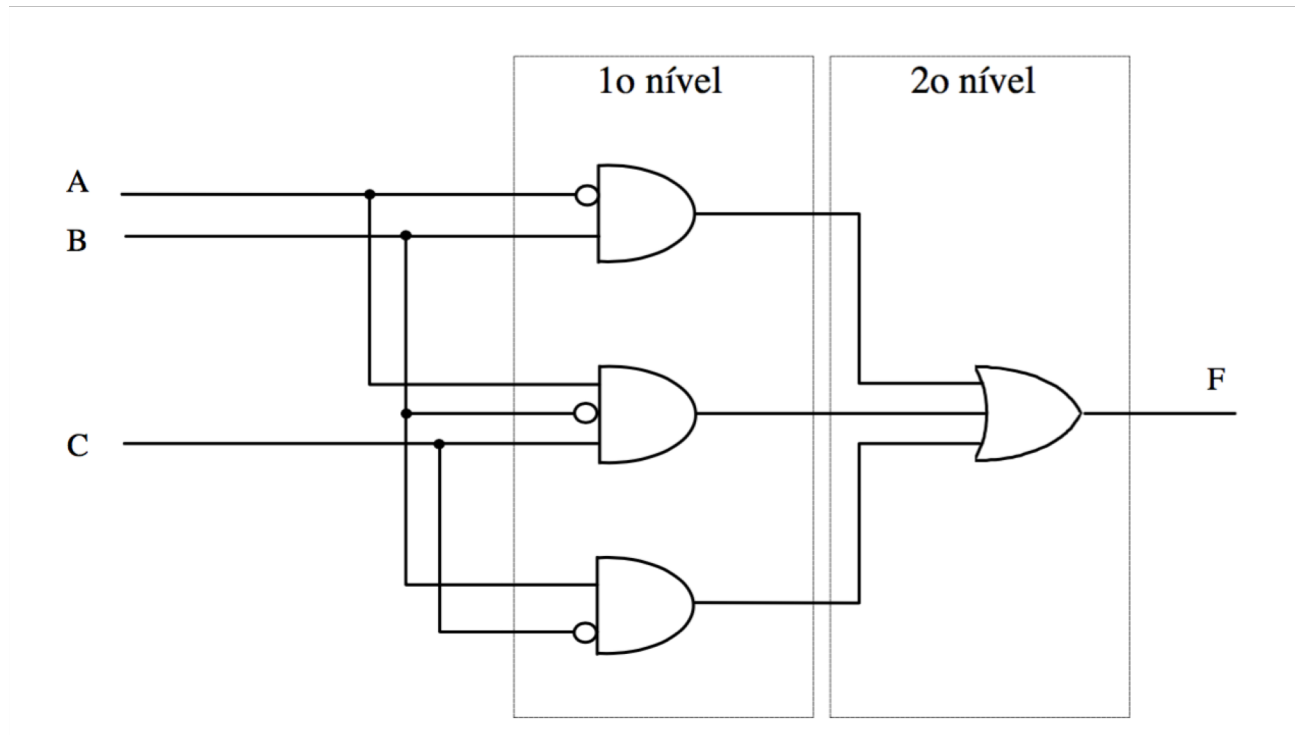
$$F(A, B, C, D) = (A' + B' + C + D)(A' + B' + C + D')$$

→ Ao fim verificar e eliminar termos-produto repetidos

Formas Padrão de Funções Booleanas

- Circuitos nas formas padrão apresentam apenas **dois níveis de portas** → **circuitos em dois níveis (ou lógica a dois níveis)**

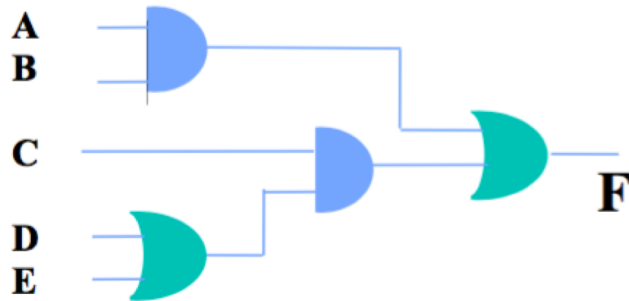
$$F = \bar{A}B + A\bar{B}C + B\bar{C}$$



Formas Padrão de Funções Booleanas

- Tomando uma expressão que não é SDP

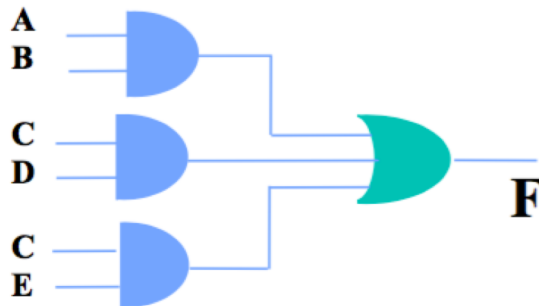
$$F = AB + C(D + E)$$



Esta é uma implementação em 3 níveis
4 portas, 8 entradas

tempo de propagação máximo =
3 x tempo de uma porta

- Convertendo para uma SDP



$$F = AB + C(D + E) \\ = AB + CD + CE$$

implementação em 2 níveis
4 portas, 9 entradas

tempo de propagação máximo =
2 x tempo de uma porta