

# INTRODUÇÃO À MICROELETRÔNICA

## SÉRIE DE PROBLEMAS 2

**Problema 2.1.** Simplifique algebricamente as seguintes funções:

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

Solução:  $f(A, B, C) = \underbrace{ABC\bar{C} + ABC}_{\text{adjacentes}} + A\bar{B} = \underbrace{AB + A\bar{B}}_{\text{adjacentes}} = A$

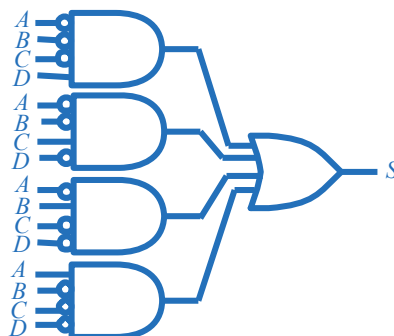
b)  $f(A, B, C) = (A + B + \bar{C})\bar{A}\bar{B}\bar{C} + C$

Solução:  $f(A, B, C) = (A + B + \bar{C})\bar{A}\bar{B}\bar{C} + C = \underbrace{A\bar{A}\bar{B}\bar{C}}_{=0} + \underbrace{B\bar{A}\bar{B}\bar{C}}_{\substack{BB=B \\ BB=B}} + \underbrace{\bar{C}\bar{A}\bar{B}\bar{C}}_{\substack{\bar{C}\bar{C}=\bar{C}}} + C =$   
 $\underbrace{\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}}_{\text{iguais}} + C = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + C \underbrace{(1 + \bar{A}B)}_{=1} = \underbrace{\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C}_{\text{adjacentes}} + C = \bar{A}\bar{B} + C$

**Problema 2.2.** As quatro linhas de entrada de um circuito combinatório corresponde a um número natural codificado em binário. Desenhe um circuito em dois níveis que detecte quando um número é potência de dois.

Solução:

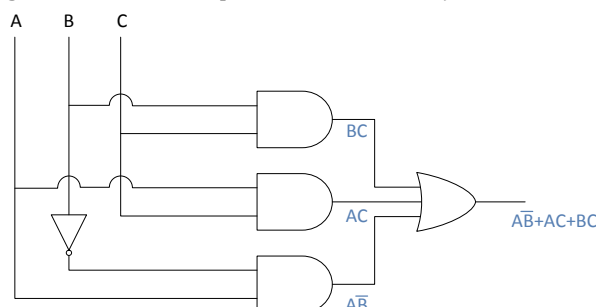
ABCD	S
0000	0
0001	1
0010	1
0011	0
0100	1
0101	0
0110	0
0111	0
1000	1
1001	0
1010	0
1011	0
1100	0
1101	0
1110	0
1111	0



**Problema 2.3.** Considere a função  $f(A, B, C) = A\bar{B} + AC + BC$

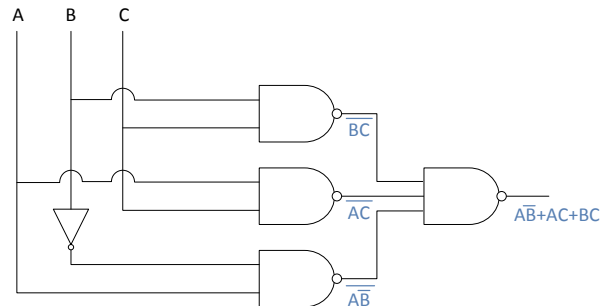
a) Desenhe o logigrama do circuito que concretiza a função indicada acima.

Solução:



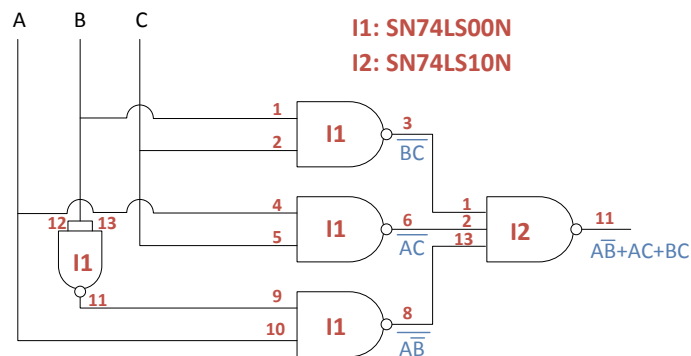
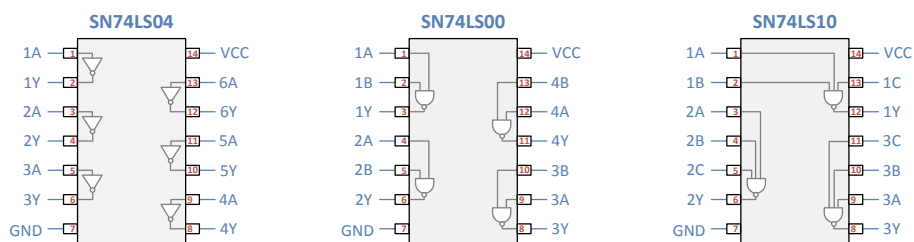
- b) Transforme a expressão inicial numa função que possa ser concretizada só com portas NAND (e portas NOT). Desenhe o logigrama do circuito correspondente.

Solução:  $f(A, B, C) = A\bar{B} + AC + BC = \overline{\overline{A\bar{B} + AC + BC}} = \overline{\overline{A\bar{B}} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{BC}} = \overline{\overline{A\bar{B}} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{BC}}$



- c) Transforme o logigrama obtido em b) num esquema eléctrico. Para cada porta lógica, identifique o circuito integrado utilizado; em cada ligação, anote o pino correspondente do circuito integrado. Utilize um número mínimo de circuitos integrados.

Empacotamento tipo N para os integrados SN74LS04 (NOT), SN74LS00 (NAND2) e SN74LS10 (NAND3).



- d) Escreva a tabela da verdade da função  $f$ .

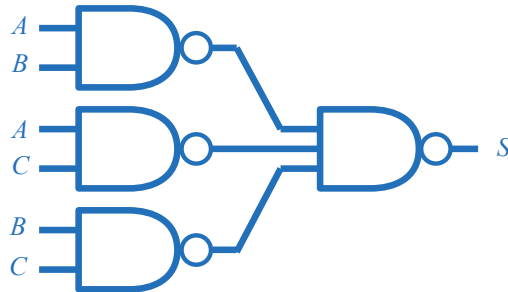
Solução:

ABC	AB	AC	BC	$f$
000	0	0	0	0
001	0	0	0	0
010	0	0	0	0
011	0	0	1	1
100	1	0	0	1
101	1	1	0	1
110	0	0	0	0
111	0	1	1	1

**Problema 2.4.** As normas de segurança dos aviões exigem que, para sinais de vital importância os circuitos devem estar triplicados para que o erro de um deles não produza uma catástrofe. No caso de que os três circuitos não produzam a mesma saída, esta escolhe-se mediante votação. Desenhe o circuito (com portas NAND) que tem de usar-se para obter como resultado o valor maioritário das três entradas.

Solução:

ABC	S
000	0
001	0
010	0
011	1
100	0
101	1
110	1
111	1



**Problema 2.5.** Simplifique algebricamente a seguinte função  $f(A,B,C,D) = (A + \bar{B})(C + D)$  e expresse usando:

- apenas portas NOR de duas entradas.
- apenas portas NAND de duas entradas

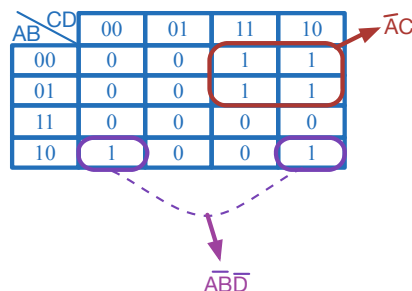
Solução:

$$\begin{aligned}
 \text{a) } f(A,B,C,D) &= \overline{\overline{(A + \bar{B})(C + D)}} = \overline{\overline{(A + \bar{B})} + \overline{(C + D)}} = \overline{(A + (\bar{B} + \bar{B})) + (\bar{C} + \bar{D})}. \\
 \text{b) } f(A,B,C,D) &= \overline{\overline{(A + \bar{B})(C + D)}} = \overline{\overline{(A + \bar{B})} + \overline{(C + D)}} = \overline{(\bar{A}\bar{B}) + (\bar{C}\bar{D})} = \\
 &= \overline{((\bar{A}\bar{A})B)((\bar{C}\bar{C})\bar{D})}.
 \end{aligned}$$

**Problema 2.6.** Considere a função lógica  $f(A, B, C, D) = \sum m(2,3,6,7,8,10)$ . Identifique a expressão algébrica simplificada (em forma soma de produtos).

ABCD	f
0000	0
0001	1
0010	1
0011	0
0100	0
0101	0
0110	1
0111	1
1000	1
1001	0
1010	1
1011	0
1100	0
1101	0
1110	0
1111	0

Mapa de Karnaugh de f



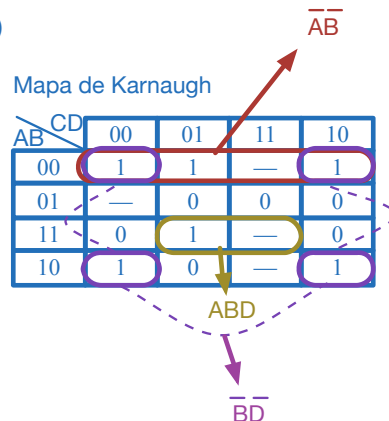
$$f(A,B,C,D) = \bar{A}C + A\bar{B}\bar{D}.$$

**Problema 2.7.** Considere a função lógica  $f(A, B, C, D) = \Sigma m(0,1,2,8,10,13) + \Sigma d(3,4,11,15)$  incompletamente especificada:

- Identifique a expressão algébrica simplificada (em forma soma de produtos).
- Projete o circuito usando uma porta NAND-2, AND-3, AND-2, OR-2 e uma NOT.
- Na solução identificada na alínea anterior, qual o valor da função quando a entrada  $(A, B, C, D)$  toma o valor 3? Justifique.

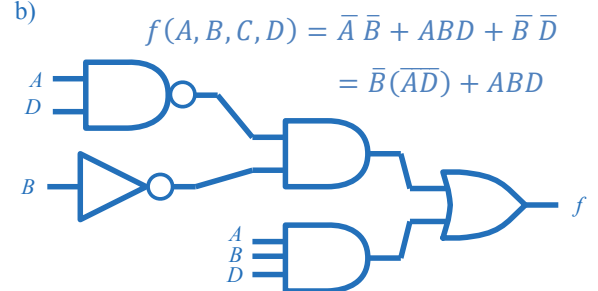
Solução:

a)



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

b)



c) A função obtida toma o valor 1 quando  $ABCD = 0011_{(2)} = 3_{(10)}$

$$f(0,0,1,1) = 1$$

**Problema 2.8.** Pretende-se realizar um circuito que calcule o resultado da operação  $y = \lfloor x^2 / 10 \rfloor$ , sendo  $x$  um número inteiro pertencente ao intervalo  $[1;6]$ .

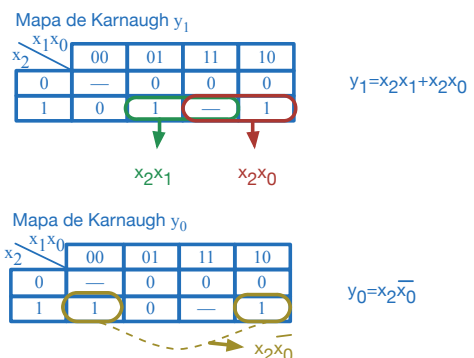
- Quantas entradas e saídas requer o circuito para concretizar o cálculo referido?
- Escreva a tabela da verdade das funções lógicas necessárias.
- Expresse-as na forma soma de produtos mínima. Para os termos não especificados considere, em cada função, os valores lógicos que conduzem a maior simplificação.

Solução:

a) e b)

3 bits entrada			2 bits saída	
X	$x_2x_1x_0$	Y	Y (arredondado)	$y_1y_0$
0	000	0	0	--
1	001	0.1	0	00
2	010	0.4	0	00
3	011	0.9	0	00
4	100	1.6	1	01
5	101	2.5	2	10
6	110	3.6	3	11
7	111	4.9	4	--

c)

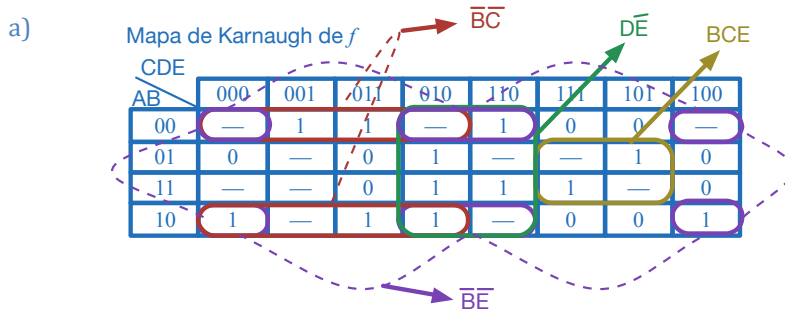


**Problema 2.9.** Considere a função lógica  $f(A, B, C, D, E)$  incompletamente especificada, definida da seguinte forma:

$$f(A, B, C, D, E) = \Sigma m(1, 3, 6, 10, 13, 16, 18, 19, 20, 26, 30, 31) + \Sigma d(0, 2, 4, 9, 14, 15, 17, 22, 24, 25, 29)$$

- Identifique a expressão algébrica simplificada (em forma soma de produtos).
- Na solução identificada na alínea anterior, qual o valor da função quando a entrada  $(A, B, C, D, E)$  toma o valor 25? Justifique.

Solução:



$$f(A, B, C, D, E) = BC + DE + BCE + BE$$

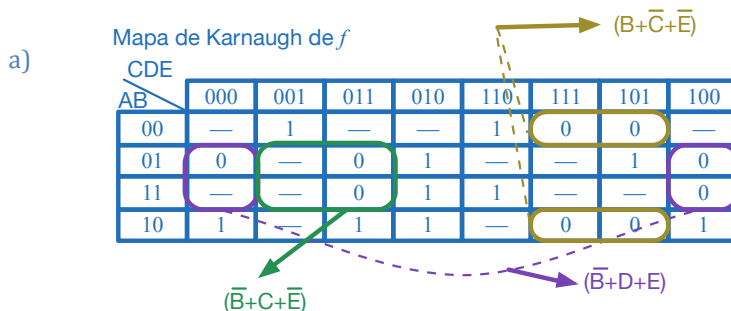
$$b) f(1, 1, 0, 0, 1) = 0$$

**Problema 2.10. (Prova 2018.1)** Considere a função lógica  $f(A, B, C, D, E)$  incompletamente especificada, definida da seguinte forma:

$$f(A, B, C, D, E) = \Sigma m(1, 6, 10, 13, 16, 18, 19, 20, 26, 30) + \Sigma d(0, 2, 3, 4, 9, 14, 15, 17, 22, 24, 25, 29, 31)$$

- Identifique a expressão algébrica simplificada (em forma produto de somas).
- Na solução identificada na alínea anterior, qual o valor da função quando a entrada  $(A, B, C, D, E)$  toma o valor 25? Justifique.

Solução:



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

$$b) f(1, 1, 0, 0, 1) = 0$$