

EA772 Circuitos Lógicos
Prof. José Mario De Martino – Prova 01 – 1º. Semestre 2013

Nome: _____ RA: _____

1. Faça as seguintes conversões de base (apresente os cálculos):
 - a) (0,5 pt) 10011110_2 para a base 10
 - b) (0,5 pt) 213_{10} para a base 2.
 - c) (0,5 pt) 395774_{10} para a base 16.
 - d) (0,5 pt) $1F5D_{16}$ para a base 10.
2. (2,0 pts) Apresente a especificação binária de um multiplicador de dois operandos, cada um representando um número de 0 a 3.
3. (2,0 pts) Projete um circuito combinacional mínimo que calcule o resto da divisão por 3 (mod 3) de um número na faixa de 0 a 9. Faça a minimização utilizando Mapas de Karnaugh. Apresente as expressões mínimas de soma de produtos e produto de somas e indique e justifique a sua escolha. Desenhe o diagrama esquemático do circuito projetado.
4. (2,0 pts) Projete um circuito combinacional mínimo que possua uma única saída binária $z = f(x_3, x_2, x_1, x_0)$, com $f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \Sigma m(4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15)$ e $x_i \in \{0, 1\}$ $i = 0, 1, 2, 3$. Faça a minimização utilizando o método de Quine McCluskey. Apresente as expressões mínimas de soma de produtos e produto de somas e indique e justifique a sua escolha. Desenhe o diagrama esquemático do circuito.
5. Considere o circuito apresentado na Figura 1. Faça a análise do circuito, indicando:
 - a) (1,0 pt) as expressões lógicas de cada saída;
 - b) (1,0 pt) os atrasos de propagação t_{pLH} e t_{pHL} do circuito (considere que o caminho com maior atraso possui o maior número de portas). Para a resolução utilize os dados do fabricante apresentados na Tabela 1.

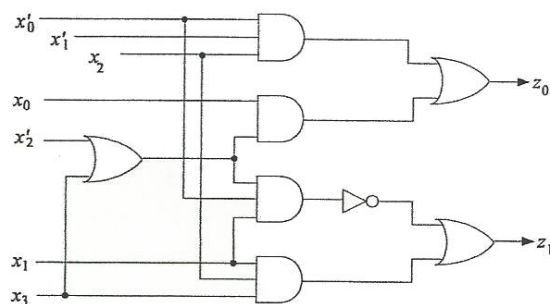


Figura 1: Circuito da Questão 5.

Tipo de porta	Fanin	Retardos de propagação		Fator de carga / (cargas- padrão)	Tamanho (portas equivalentes)
		t_{pLH} (ns)	t_{pHL} (ns)		
AND	2	$0,15 + 0,037L$	$0,16 + 0,017L$	1,0	2
AND	3	$0,20 + 0,038L$	$0,18 + 0,018L$	1,0	2
AND	4	$0,28 + 0,039L$	$0,21 + 0,019L$	1,0	3
OR	2	$0,12 + 0,037L$	$0,20 + 0,019L$	1,0	2
OR	3	$0,12 + 0,038L$	$0,34 + 0,022L$	1,0	2
OR	4	$0,13 + 0,038L$	$0,45 + 0,025L$	1,0	3
NOT	1	$0,02 + 0,038L$	$0,05 + 0,017L$	1,0	1
NAND	2	$0,05 + 0,038L$	$0,08 + 0,027L$	1,0	1
NAND	3	$0,07 + 0,038L$	$0,09 + 0,039L$	1,0	2
NAND	4	$0,10 + 0,037L$	$0,12 + 0,051L$	1,0	2
NAND	5	$0,21 + 0,038L$	$0,34 + 0,019L$	1,0	4
NAND	6	$0,24 + 0,037L$	$0,36 + 0,019L$	1,0	5
NAND	8	$0,24 + 0,038L$	$0,42 + 0,019L$	1,0	6
NOR	2	$0,06 + 0,075L$	$0,07 + 0,016L$	1,0	1
NOR	3	$0,16 + 0,111L$	$0,08 + 0,017L$	1,0	2
NOR	4	$0,23 + 0,149L$	$0,08 + 0,017L$	1,0	4
NOR	5	$0,38 + 0,038L$	$0,23 + 0,018L$	1,0	4
NOR	6	$0,46 + 0,037L$	$0,24 + 0,018L$	1,0	5
NOR	8	$0,54 + 0,038L$	$0,23 + 0,018L$	1,0	6
XOR	2*	$0,30 + 0,036L$	$0,30 + 0,021L$	1,1	3
		$0,16 + 0,036L$	$0,15 + 0,020L$	2,0	
		$0,28 + 0,039L$	$0,27 + 0,027L$	2,4	
XOR	3*	$0,50 + 0,038L$	$0,49 + 0,027L$	1,1	6
		$0,19 + 0,036L$	$0,17 + 0,025L$	2,1	
		$0,28 + 0,039L$	$0,27 + 0,027L$	2,3	
XNOR	2*	$0,30 + 0,036L$	$0,30 + 0,021L$	1,1	3
		$0,16 + 0,036L$	$0,15 + 0,020L$	2,0	
		$0,28 + 0,039L$	$0,27 + 0,027L$	2,3	
XNOR	3*	$0,50 + 0,038L$	$0,49 + 0,027L$	1,1	6
		$0,19 + 0,036L$	$0,17 + 0,025L$	1,3	
		$0,28 + 0,039L$	$0,27 + 0,027L$	2,3	
2-OR/NAND2	4	$0,17 + 0,075L$	$0,10 + 0,028L$	1,0	2
2-AND/NOR2	4	$0,17 + 0,075L$	$0,10 + 0,028L$	1,0	2

L: Carga na saída da porta.
 * Diferentes características para cada entrada.

Tabela 1: Características de portas CMOS

EXERCÍCIO 1

a) $10011110_2 \Rightarrow \text{BASE } 10$

$$2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + 2^7 = 2 + 4 + 8 + 16 + 128 = 158_{10}$$

$$10011110_2 = 158_{10}$$

b) $213_{10} \Rightarrow \text{BASE } 2$

$$\begin{array}{r} 213 \quad \underline{2} \\ 1 \quad 106 \quad \underline{2} \\ \quad 0 \quad 53 \quad \underline{2} \\ \quad \quad 1 \quad 26 \quad \underline{2} \\ \quad \quad \quad 0 \quad 13 \quad \underline{2} \\ \quad \quad \quad \quad 1 \quad 6 \quad \underline{2} \\ \quad \quad \quad \quad \quad 0 \quad 3 \quad \underline{2} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad 1 \quad \underline{2} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad 0 \end{array}$$

$$213_{10} = 11010101_2$$

c) $395774_{10} \Rightarrow \text{BASE } 16$

$$\begin{array}{r} 395774 \quad \underline{16} \\ 14 \quad 24735 \quad \underline{16} \\ E \quad 15 \quad 1545 \quad \underline{16} \\ \quad F \quad 9 \quad 96 \quad \underline{16} \\ \quad \quad 0 \quad 6 \quad \underline{16} \\ \quad \quad \quad 6 \quad 0 \end{array}$$

$$395774_{10} = 609FE_{16}$$

d) $1F5D_{16} \Rightarrow \text{BASE } 10$

$$\begin{array}{r} 13 + 5 \cdot 16 + 15 \cdot 16^2 + 16^3 = 8029 \\ (D) \quad \quad (F) \end{array}$$

$$1F5D_{16} = 8029_{10}$$

EXERCÍCIO 2
ENTRADA S

2

$$\underline{x} = (x_1, x_0) \quad x_i \in \{0, 1\} \quad i = 0, 1$$

$$\underline{y} = (y_1, y_0) \quad y_i \in \{0, 1\} \quad i = 0, 1$$

SAÍDAS

$$\underline{z} = (z_3, z_2, z_1, z_0) \quad z_i \in \{0, 1\} \quad i = 0, 1, 2, 3$$

FUNÇÃO

x_1	x_0	y_1	y_0	z_3	z_2	z_1	z_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	1

EXERCÍCIO 3

3

x_3	x_2	x_1	x_0	z_1	z_0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	x	x
1	0	1	1	x	x
1	1	0	0	x	x
1	1	0	1	x	x
1	1	1	0	x	x
1	1	1	1	x	x

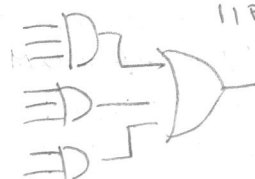
z_1

	$\bar{x}_1 \bar{x}_0$	$\bar{x}_1 x_0$	$x_1 \bar{x}_0$	$x_1 x_0$
$\bar{x}_3 \bar{x}_2$	0	0	0	1
$\bar{x}_3 x_2$	0	1	0	0
$x_3 \bar{x}_2$	x	x	x	x
$x_3 x_2$	1	0	x	x

$$z_1 = \bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0 + x_2 \bar{x}_1 x_0 + x_3 \bar{x}_0$$

4 PORTAS

11 ENTRADAS

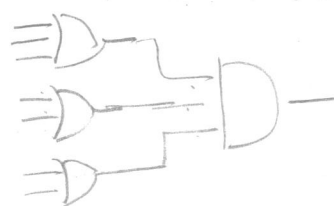


	$\bar{x}_1 \bar{x}_0$	$\bar{x}_1 x_0$	$x_1 \bar{x}_0$	$x_1 x_0$
$\bar{x}_3 \bar{x}_2$	0	0	0	1
$\bar{x}_3 x_2$	0	1	0	0
$x_3 \bar{x}_2$	x	x	x	x
$x_3 x_2$	1	0	x	x

$$z_1 = (x_3 + x_1 + x_0) (x_2 + \bar{x}_0)$$

4 PORTAS ; 10 ENTRADAS

MELHOR!



z_0

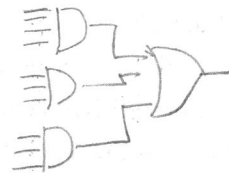
$\bar{x}_1 \bar{x}_0 \quad \bar{x}_1 x_0 \quad x_1 \bar{x}_0 \quad x_1 x_0$

$\bar{x}_3 \bar{x}_2$	0	1	0	0
$\bar{x}_3 x_2$	1	0	1	0
$x_3 \bar{x}_2$	x	x	x	x
$x_3 x_2$	0	0	x	x

$$z_0 = \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0 + x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0 + x_2 x_1 x_0$$

4 PORTAS

12 ENTRADAS



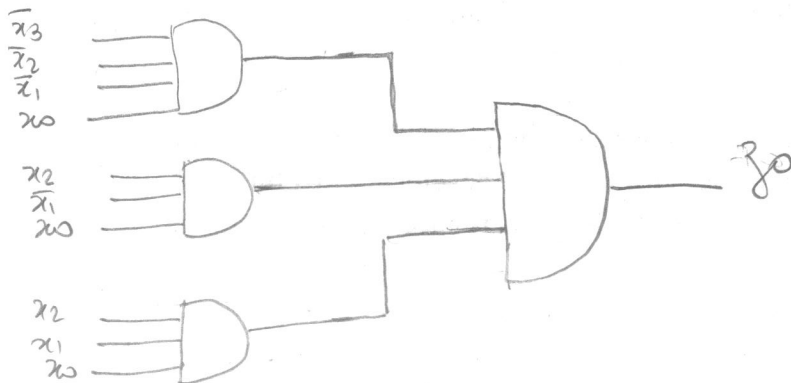
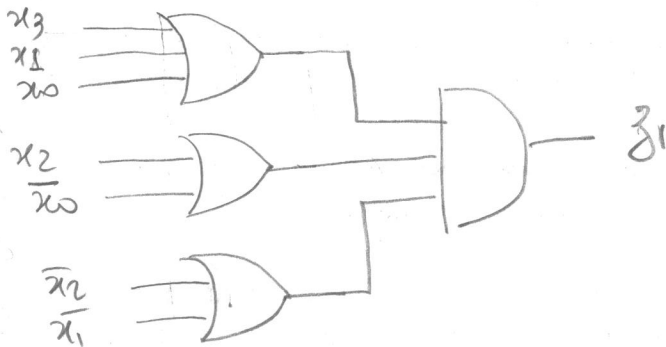
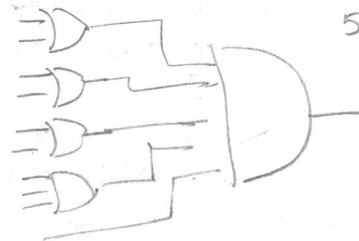
$\bar{x}_1 \bar{x}_0 \quad \bar{x}_1 x_0 \quad x_1 \bar{x}_0 \quad x_1 x_0$

$\bar{x}_3 \bar{x}_2$	0	1	0	0
$\bar{x}_3 x_2$	1	0	1	0
$x_3 \bar{x}_2$	x	x	x	x
$x_3 x_2$	0	0	x	x

$$z_0 = (x_2 + x_0) (x_2 + \bar{x}_1) (\bar{x}_1 + x_0) (\bar{x}_2 + x_1 + \bar{x}_0) (\bar{x}_3)$$

5 PORTAS

14 ENTRADAS



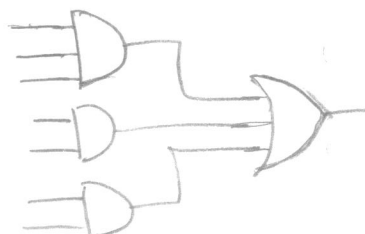
exercício 4

	x_3	x_2	x_1	x_0	nº de 1's
m_4	0	1	0	0	1
m_5	0	1	0	1	2
m_6	0	1	1	0	2
m_7	0	1	1	1	3
m_8	1	0	0	0	1
m_9	1	0	0	1	2
m_{10}	1	0	1	0	2
m_{11}	1	0	1	1	3
m_{15}	1	1	1	1	4

0100N	010XN	01XX
1000N	01X0N	10XX
0101N	100XN	
0110N	10X0N	
1001N	01X1N	
1010N	011XN	
0111N	10X1N	
1011N	101XN	
1111N	X111	
	1X11	

	4	5	6	7	8	9	10	11	15
X111				X					X
1X11								X	X
01XX	X	X	X	X					
10XX					X	X	X	X	
	1	1	1	1	1	1	1	1	

$$f_{SP} = x_2 x_1 x_0 + \bar{x}_3 x_2 + x_3 \bar{x}_2$$



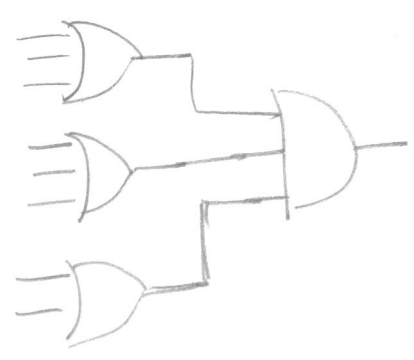
4 PORTAS
10 ENTRADAS

	x_3	x_2	x_1	x_0	Nº DE 1'S
M_0	0	0	0	0	0
M_1	0	0	0	1	1
M_2	0	0	1	0	1
M_3	0	0	1	1	2
M_{12}	1	1	0	0	2
M_{13}	1	1	0	1	3
M_{14}	1	1	1	0	3

0	00000N	000XN	00XX
1	00001N	00X0N	
	0010N	00X1N	
		001XN	
2	0011N	110X	
3	1100N	11X0	
3	1101N		
	1110N		

x_3	x_2	x_1	x_0	0	1	2	3	12	13	14	
1	1	0	X					X	X		←
1	1	X	0					X		X	←
0	0	X	X	X	X	X	X				←
				↑	↑	↑	↑		↑	↑	

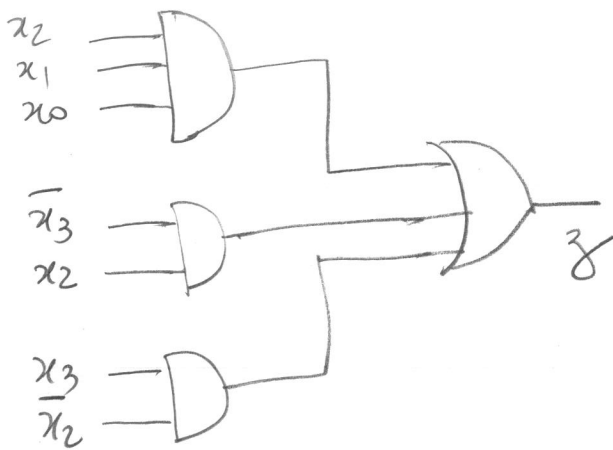
$$f_{PS} = (\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_1) (\bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_0) (x_3 + x_2)$$



4 PORTAS
11 ENTRADAS

fsp MELHOR BÓIS POSSUI MENOR Nº DE ENTRADAS

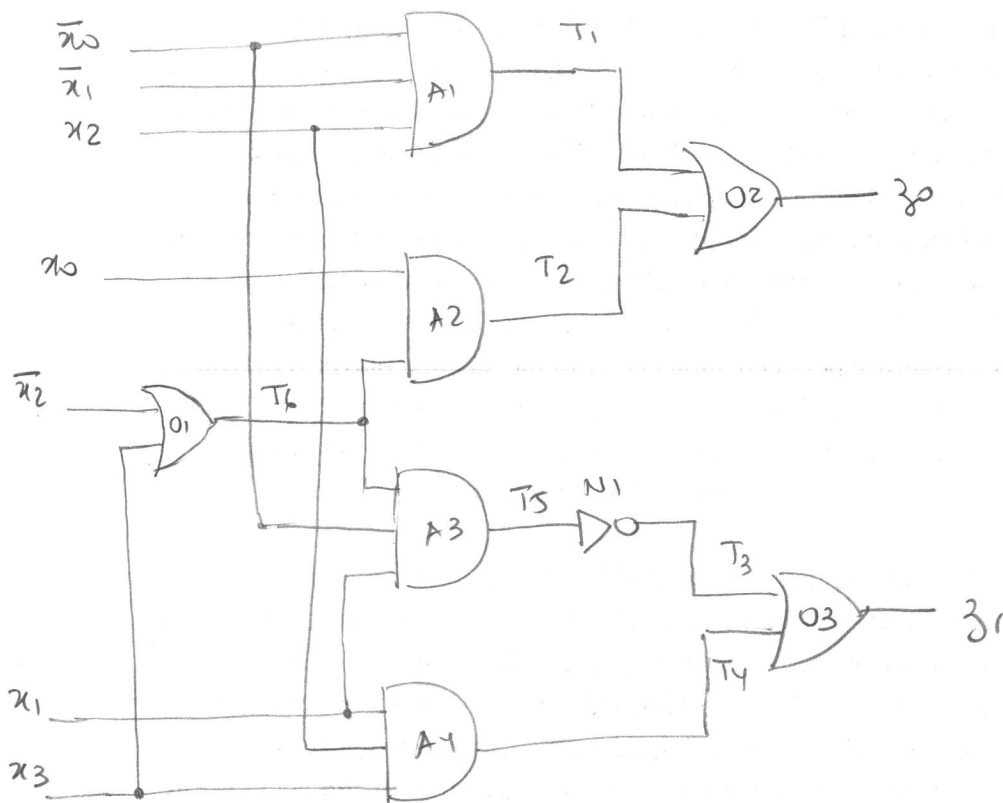
7



Exercício 5

8

a)



$$Z_0 = T_1 + T_2$$

$$Z_0 = \bar{x}_0 \bar{x}_1 x_2 + x_0 \cdot T_6$$

$$Z_0 = \bar{x}_0 \bar{x}_1 x_2 + x_0 \cdot (\bar{x}_2 + x_3)$$

$$Z_0 = \bar{x}_0 \bar{x}_1 x_2 + \bar{x}_2 x_0 + x_3 x_0 //$$

$$Z_1 = T_3 + T_4$$

$$Z_1 = \bar{T}_5 + T_4$$

$$Z_1 = (\bar{T}_6 \cdot \bar{x}_0 \cdot x_1) + x_3 \cdot x_2 \cdot x_1$$

$$Z_1 = \bar{T}_6 + x_0 + \bar{x}_1 + x_3 \cdot x_2 \cdot x_1$$

$$Z_1 = (\bar{x}_2 + x_3) + x_0 + \bar{x}_1 + x_3 \cdot x_2 \cdot x_1$$

$$Z_1 = \bar{x}_3 \cdot x_2 + x_0 + \bar{x}_1 + x_3 \cdot x_2 \cdot x_1$$

$$t_{PHL}(\bar{x}_2, y_1) = t_{PHL}(O_3) + t_{PHL}(N_1) + t_{PHL}(A_3) + t_{PHL}(O_1) \quad (9)$$

$$t_{PLH}(\bar{x}_2, y_1) = t_{PLH}(O_3) + t_{PLH}(N_1) + t_{PLH}(A_3) + t_{PLH}(O_1)$$

		t_{PLH}	t_{PHL}
O3	OR 2	$0,12 + 0,037.L$	$0,20 + 0,019.L$
N1	NOT	$0,02 + 0,038.1$	$0,05 + 0,017.1$
A3	AND 3	$0,2 + 0,038.1$	$0,18 + 0,018.1$
O1	OR 2	$0,12 + 0,037.2$	$0,2 + 0,019.2$

$$t_{PHL}(\bar{x}_2, y_1) = 0,20 + 0,019.L + 0,05 + 0,017 + 0,2 + 0,038 + 0,12 + 0,037.2$$

$$= 0,699 + 0,019.L$$

$$t_{PLH}(\bar{x}_2, y_1) = 0,12 + 0,037.L + 0,02 + 0,038 + 0,18 + 0,018 + 0,2 + 0,019.2$$

$$= 0,614 + 0,037.L$$

$$0,074$$

$$0,038$$