

Duração Total Exame: 2h

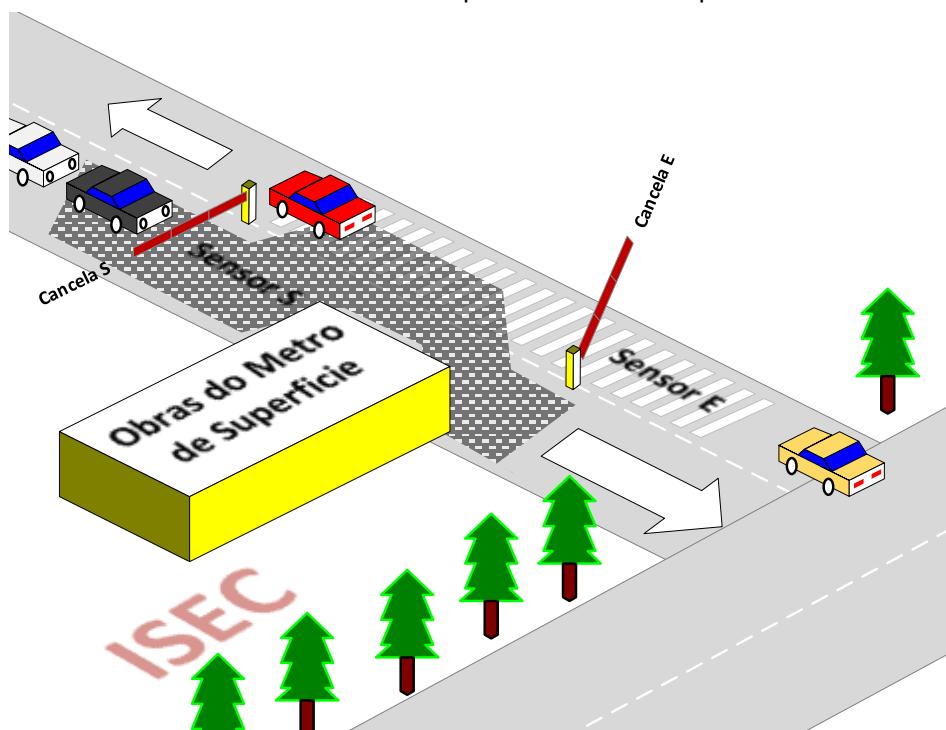
19 de janeiro de 2024

- 1)** Pretende-se instalar no ISEC um novo sistema digital de controlo de entrada e saída de veículos devido às obras do metro de superfície que vão obstruir a faixa de saída de veículos de acordo com a figura.

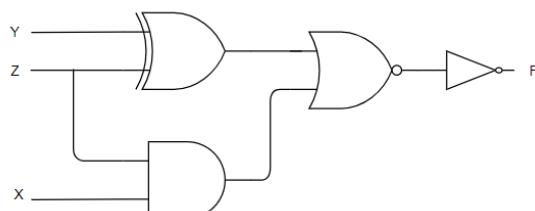
Este constrangimento impede a entrada e saída simultânea de veículos, pelo que a circulação deve ser feita de forma alternada. O sistema digital a dimensionar deve controlar a **Cancela\_E** e a **Cancela\_S** que regulam o avanço de veículos que entram e saem do campus do ISEC, respetivamente.

O sistema dispõe de dois sensores (**Sensor\_E** e **Sensor\_S**). O **Sensor\_E** assinalado com listas brancas, deteta a presença de veículos nas faixas de entrada e o **Sensor\_S** assinalado por um padrão mais escuro, deteta a presença de veículos na faixa de saída. Estas duas faixas estão parcialmente sobrepostas na zona de constrangimento de tráfego junto às obras.

Quando não existem veículos sobre qualquer dos sensores ambas as cancelas devem estar fechadas. Quando um dos sensores deteta a presença de veículos, o sistema deve abrir imediatamente a respetiva cancela que deve manter-se aberta enquanto estiverem a circular veículos nessa faixa de rodagem enquanto a outra cancela permanece fechada. Quando deixar de existir veículos nessa faixa, essa cancela deve fechar e só depois é possível abrir a outra cancela, caso já estejam veículos à espera para passar. Note-se que os sensores detetam os veículos um pouco antes destes chegarem às cancelas. Desenvolva o projeto do sistema descrito, apresentando: **a)** O diagrama de estados; **b)** A tabela de transição de estados; **c)** Os estados redundantes; **d)** A codificação de estados; **e)** A tabela de transição com estados codificados; **f)** O diagrama lógico do circuito.



- 2)** Dada a função F expressa no seguinte diagrama lógico:

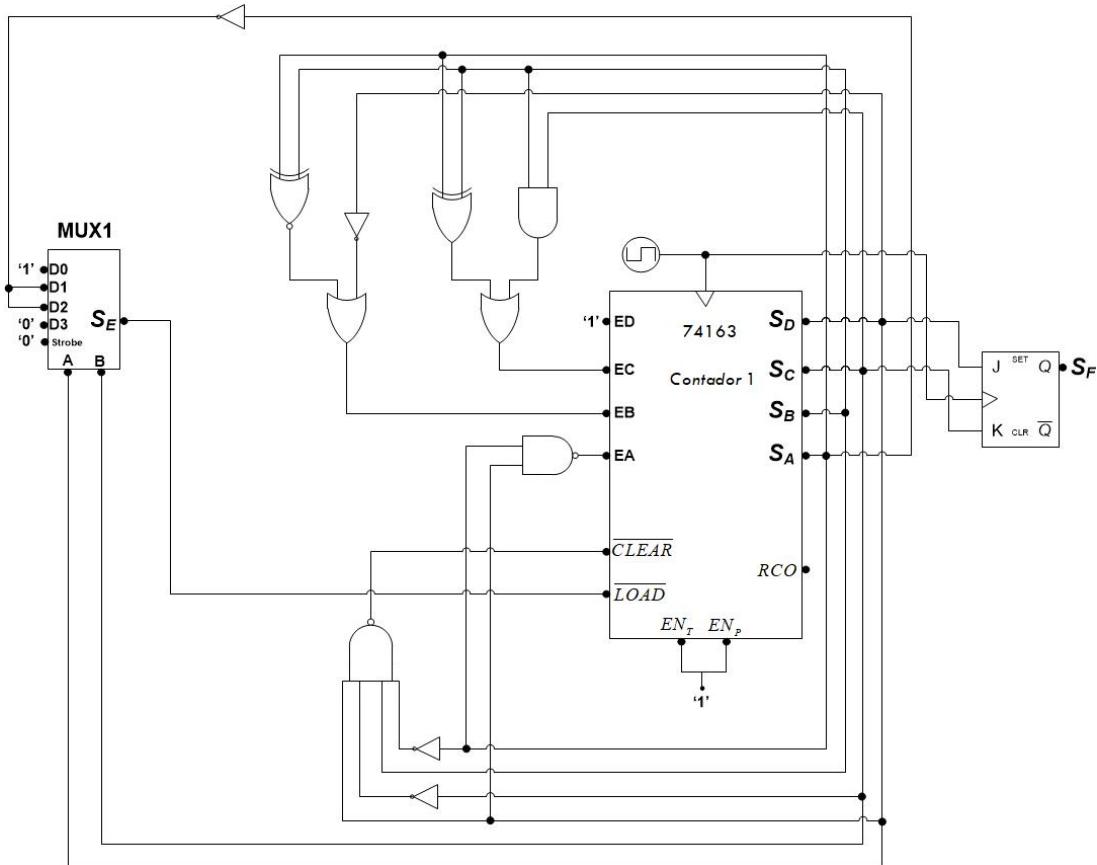


- a) Implemente-a com dois Multiplexer 4:1 e um Multiplexer 2:1  
 b) Implemente-a com um Multiplexer 4:1.

- 3) Simplifique a expressão lógica seguinte recorrendo aos teoremas e postulados da álgebra de Boole. Indique os teoremas/postulados utilizados em cada passo da simplificação.

$$X \cdot \bar{Y} + X \cdot \bar{W} \cdot Z + \bar{Y} \cdot Z + \bar{X} \cdot W \cdot Z$$

- 4) Considere o circuito da figura seguinte:



Supondo que o contador 1 se encontra no estado ( $S_D S_C S_B S_A = 0000$ ) e (FF MUX1) no estado 01. Preencha a tabela abaixo com os dados relativos aos 12 períodos de relógio subsequentes. Justifique a solução proposta.

Clock	FF	MUX <sub>1</sub>	Contador				Hexadecimal $S_D S_C S_B S_A$
	S <sub>F</sub>	S <sub>E</sub>	S <sub>D</sub>	S <sub>C</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>A</sub>	
Início	0	1	0	0	0	0	0

Nota: Considere que a entrada de seleção A do MUX representa a entrada mais significativa.

que a entrada de

Nome Completo: \_\_\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_

P1

A

Vamos definir um conjunto de estados do sistema que correspondem às diversas possibilidades descritas no enunciado

ESTADO A - Ausência de veículos nas zonas assinaladas onde estão os sensores de presença Sensor-E e Sensor-S

Neste estado as duas cancelas estão fechadas. E o sistema não muda-se neste estado enquanto não existir a presença de veículos.

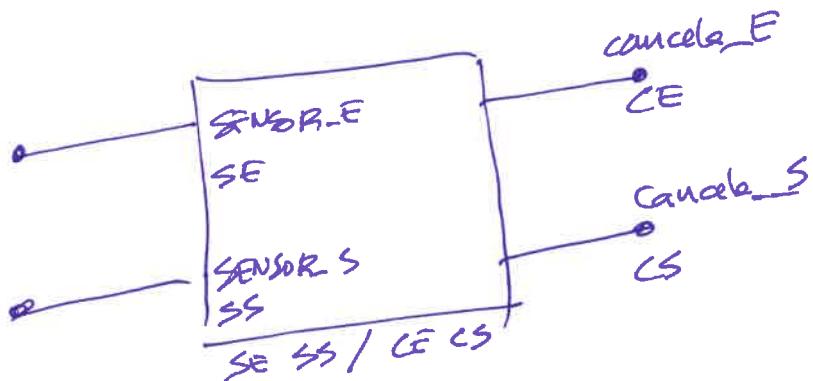
Quando o sistema está no estado A, fica à espera da chegada de veículos a um dos sensores, sendo que também existe a possibilidade de chegar veículos simultaneamente aos dois sensores (Sensor-E e Sensor-S)

De acordo com a informação proveniente dos sensores o sistema deve levantar uma das cancelas Cancela\_E ou Cancela\_S e que vai corresponder a dois estados distintos.

Esses dois novos estados são:

Estado B - chegada do veículo ao sensor E

Estado C - chegada do veículo ao sensor S

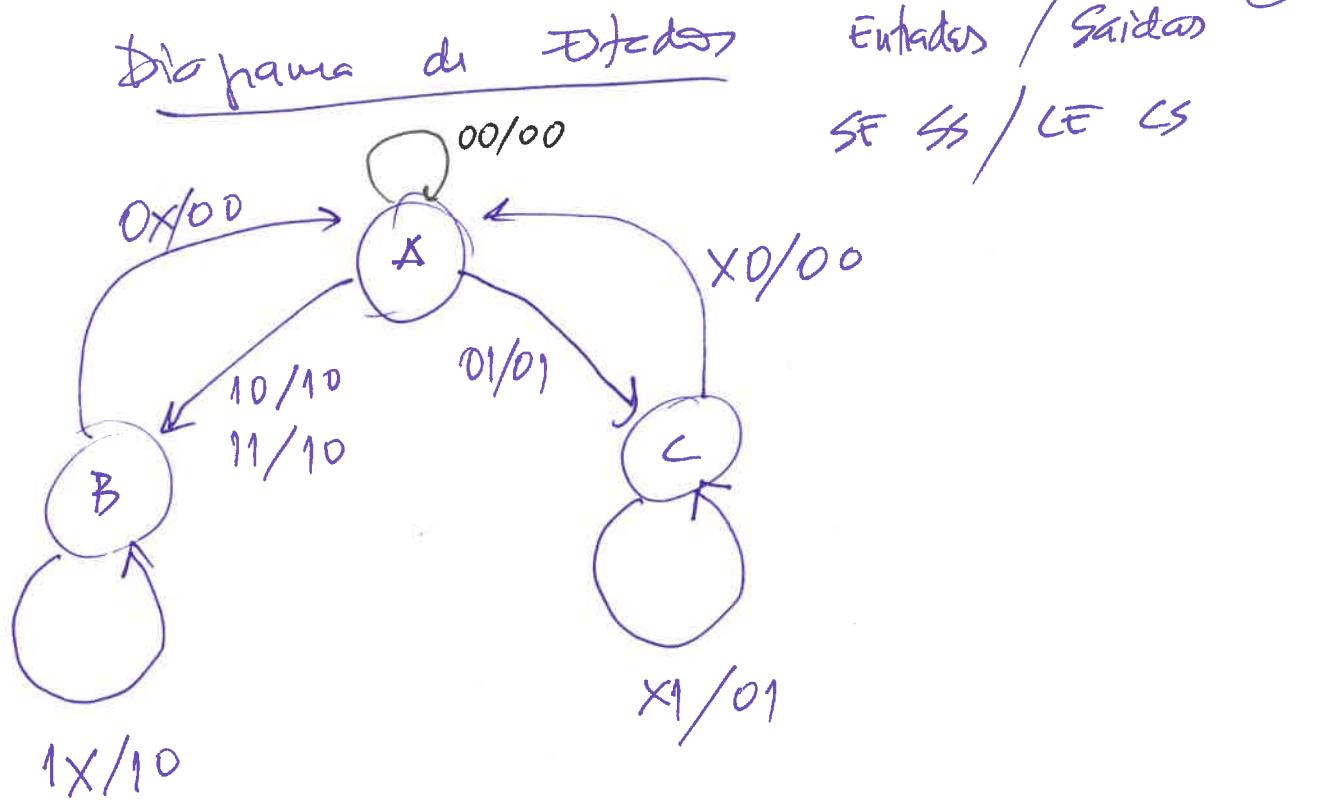


Valores digitalizados:  
 Sensor-E por SE  
 Sensor-S por SS  
 Cancela-E por CE  
 Cancela-S por CS

No dimensionamento do sistema é necessário definir o comportamento do sistema quando este no Estado A e surge simultaneamente veículos ao Sensor E e Sensor S

Nestas casas as cancelas não podem obter simultaneamente. Nestas casas terá que se optar por uma das cancelas.

Vamos optar pelo cancela\_E dando assim profundidade para Entrada ~~SE~~ do campus do ISEC.



ESTADO ACTUAL	ENTRADAS		ESTADO SEGUNTO	SAÍDAS	
	SE	SS		CE CS	D
A	0	0	A	0	0
A	0	1	C	0	1
A	1	0	B	1	0
A	1	1	B	0	0
B	0	0	A	0	0
B	0	1	A	1	0
B	1	0	B	1	0
B	1	1	B	0	0
C	0	0	A	0	0
C	0	1	C	0	1
C	1	0	A	0	0
C	1	1	C	0	1

## Codificación de estados

(D)

00	-	A
01	-	B
10	-	C
11	-	

Regla: Atribuir códigos  
adyacentes a estados  
que son estados segundos  
de mismo estado

A-B      Segundo estado de B  
A-C      "      "      "      "

## tabla de transición de estados codificados / Tabla de excitación

Estado actual <i>n n</i>		Entradas		Estado siguiente <i>n+1 n+1</i>				Salidas		
<i>Q1</i>	<i>Q0</i>	SE	SS	<i>J1</i>	<i>K1</i>	<i>J0</i>	<i>K0</i>	<i>Q1</i>	<i>Q0</i>	<i>C= CS</i>
00	00	00		0X	0X	0	0	0	0	00
00	00	01		1X	0X	1	0	0	1	01
00	00	10		0X	1X	0	1	1	0	10
00	00	11		0X	1X	0	1	1	0	00
01	01	00		0X	X1	0	0	0	0	00
01	01	01		0X	X1	0	1	1	0	10
01	01	10		0X	X0	0	1	0	1	00
01	01	11		0X	X0	0	1	1	0	10
10	10	00		X1	0X	00	00	0	0	00
10	10	01		X0	0X	10	0	0	1	01
10	10	10		X1	0X	00	00	0	0	00
10	10	11		X0	0X	10	0	0	1	01
11	11	00		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
11	11	01		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
11	11	10		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
11	11	11		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

(F)

		SE			
		0	1	0	0
		0	0	0	0
$Q_1$		X	X	X	X
$Q_0$		X	X	X	X

ss

$J_1 = \overline{Q}_0 \cdot \overline{SE} \cdot ss$

		SE			
		X	X	X	X
		X	X	X	X
$Q_1$		1	0	0	1
$Q_0$					

ss

$K_1 = \overline{ss}$

		SE			
		0	0	1	1
		X	X	X	X
$Q_1$		X	X	X	X
$Q_0$		0	0	0	0

ss

$J_0 = \overline{Q}_1 \cdot SE$

		SE			
		X	X	X	X
		1	1	0	0
$Q_1$		X	X	X	X
$Q_0$		X	X	X	X

ss

$K_0 = \overline{SE}$

		SE			
		0	0	1	1
		0	0	1	1
$Q_1$		X	X	X	X
$Q_0$		0	0	0	0

ss

$$CE = \overline{Q}_1 \cdot SE$$

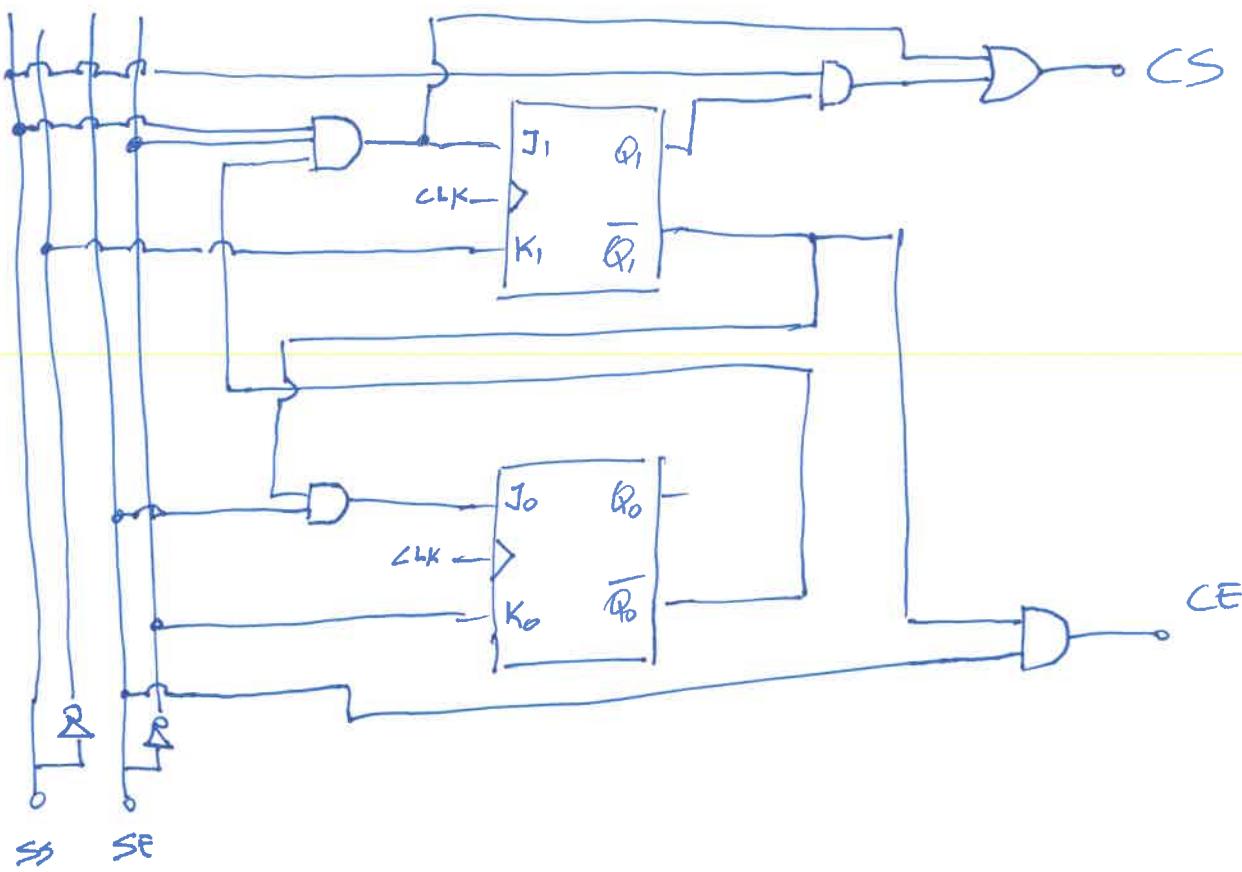
		SE			
		0	1	0	0
		0	0	0	0
$Q_1$		X	X	X	X
$Q_0$		0	1	1	0

ss

$$CS = Q_1 \cdot ss + \overline{Q}_0 \cdot \overline{SE} \cdot ss$$

# DIAGRAMA WCHCO

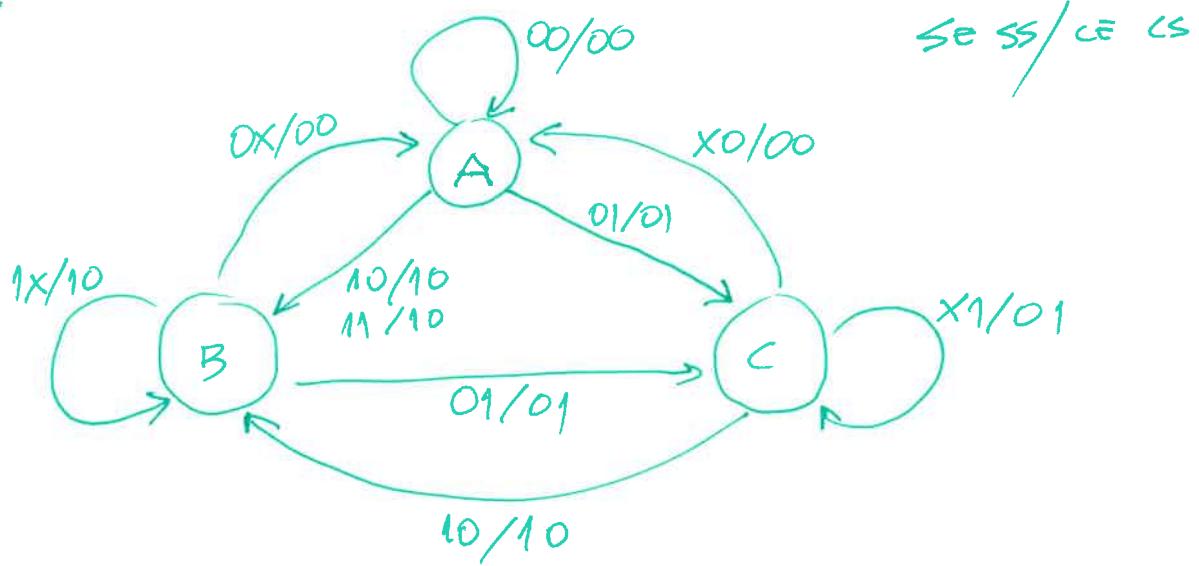
(+) S



S

ENTRADAS

DIAGRAMA DE ESTADOS ALTERNATIVO  
QUE TAMBÉM É SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA



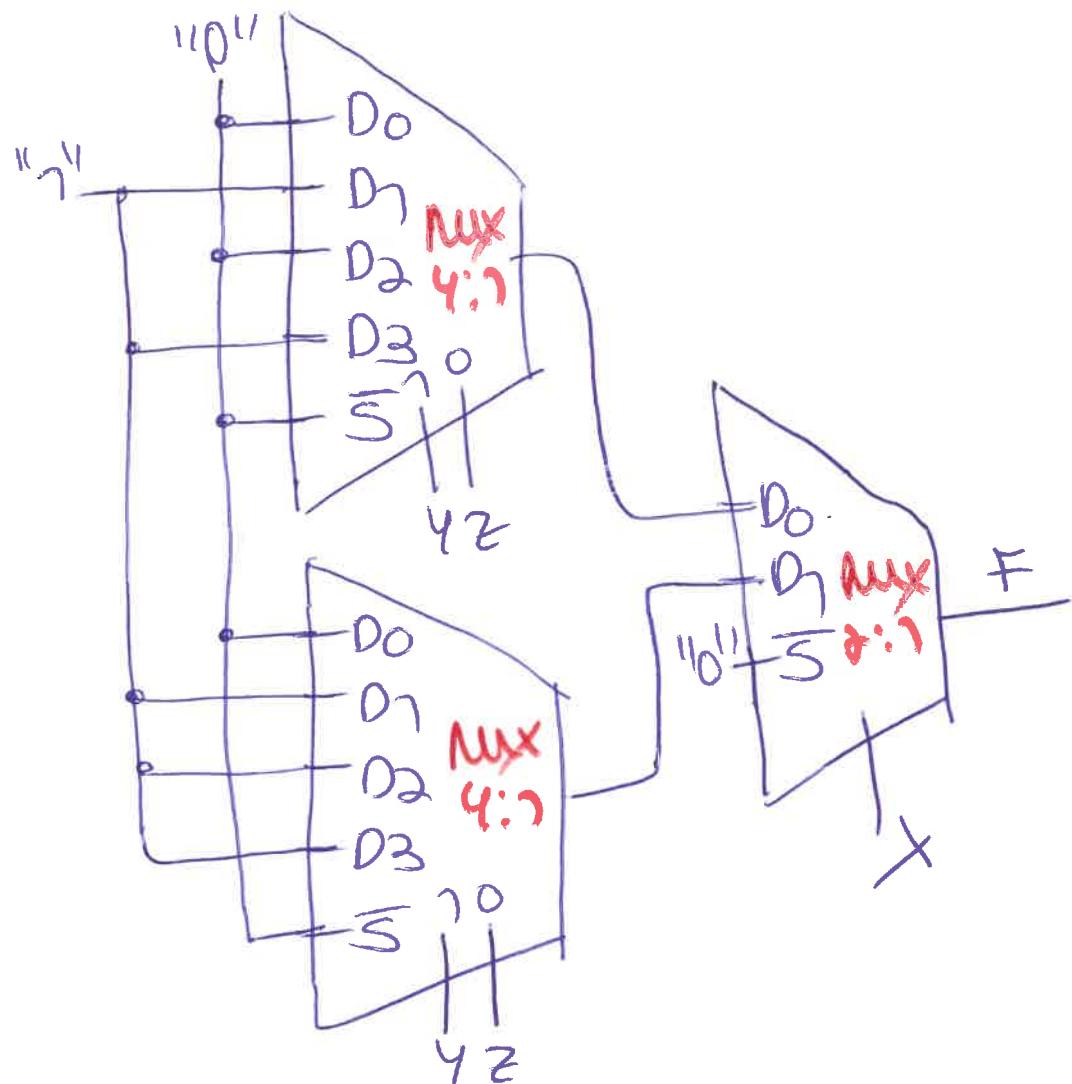
Época Normal

PA - 23/24

$$F = \overline{Y \oplus Z + ZX} = Y \oplus Z + ZX = YZ + Y\bar{Z} + ZX$$

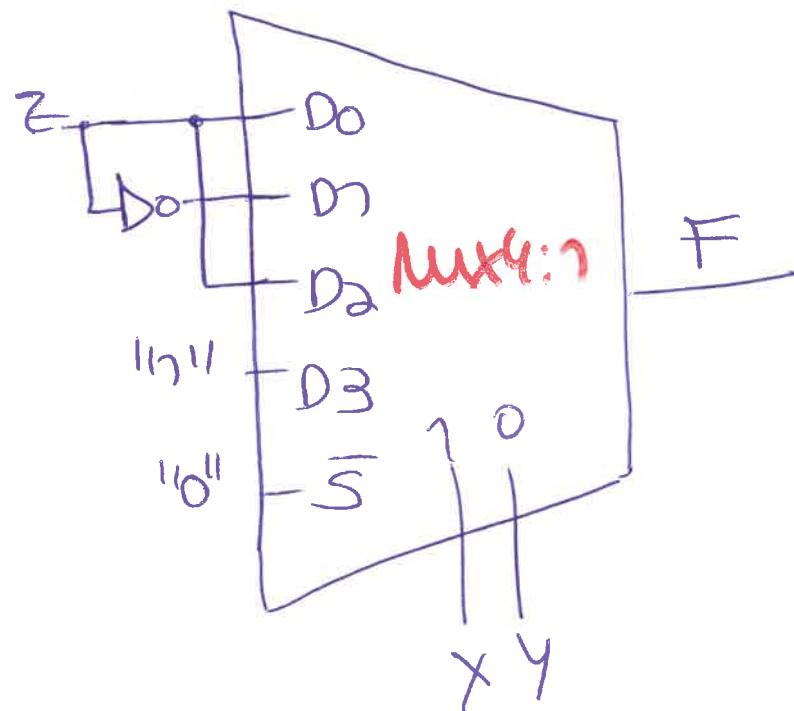
(a)

X	Y	Z	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



(b)

X	Y	Z	F	$F(Z)$
0	0	0	0	$Z$
0	0	1	1	$\bar{Z}$
0	1	0	1	$\bar{Z}$
0	1	1	0	$Z$
1	0	0	0	$Z$
1	0	1	1	$Z$
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1



$$x\bar{y} + \underline{x\bar{w}z + \bar{y}z + \bar{x}z w}) \quad \text{) T9}$$

$$x\bar{y} + \underline{x\bar{w}z \cdot \bar{y}z + \bar{x}w z} \quad \text{) T9, T5}$$

$$x\bar{y} + (\bar{x} + \underline{\bar{w}} + \bar{z}) \cdot (\bar{y}z + \bar{x}w z) \quad \text{) T5}$$

$$x\bar{y} + (\bar{x} + w + \bar{z})(\bar{y}z + \bar{x}w z)$$

$$x\bar{y} + \bar{x}\bar{y}z + \underline{\bar{x}\bar{x}wz + wz\bar{y}z + w w \bar{x}z + \bar{y}\bar{z}z + \bar{x}w\bar{z}z} \quad \text{) T3, T4}$$

$$x\bar{y} + \bar{x}\bar{y}z + \underline{w\bar{x}z + w\bar{y}z + w\bar{x}z + y\emptyset + w\bar{x}\emptyset} \quad \text{) T3, T1}$$

$$x\bar{y} + \bar{x}\bar{y}z + w\bar{x}z + w\bar{y}z + \emptyset + \emptyset \quad \text{) T2}$$

$$\bar{y} \cdot (\underline{x + \bar{x}z}) + w\bar{x}z + w\bar{y}z \quad \text{) T11}$$

$$\bar{y} \cdot (\underline{x + z}) + w\bar{x}z + w\bar{y}z$$

$$x\bar{y} + \underline{\bar{y}z + w\bar{x}z + w\bar{y}z} \quad \text{) T8}$$

$$x\bar{y} + \bar{y}z + w\bar{x}z \quad \text{) T10}$$

(1)

DEC	$S_D$	$S_C$	$S_B$	$S_A$	LOAD	CLEAR	$E_D$	$E_C$	$E_B$	$E_A$
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
4	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
5	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
6	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
9	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
10	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
11	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0
12	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
13	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0
14	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0

$$\overline{CLEAR} = \overline{S_A} \cdot \overline{S_B} \cdot \overline{S_C} \cdot \overline{S_D} = \overline{0} \cdot \overline{1} \cdot \overline{0} \cdot \overline{1} = \overline{1} = 0$$

$$= \overline{S_A} + \overline{S_B} + \overline{S_C} + \overline{S_D} = S_A + \overline{S_B} + S_C + \overline{S_D}$$

$$E_C = S_C \cdot S_B + \overline{S_A} \cdot S_B \neq S_A \cdot \overline{S_B}$$

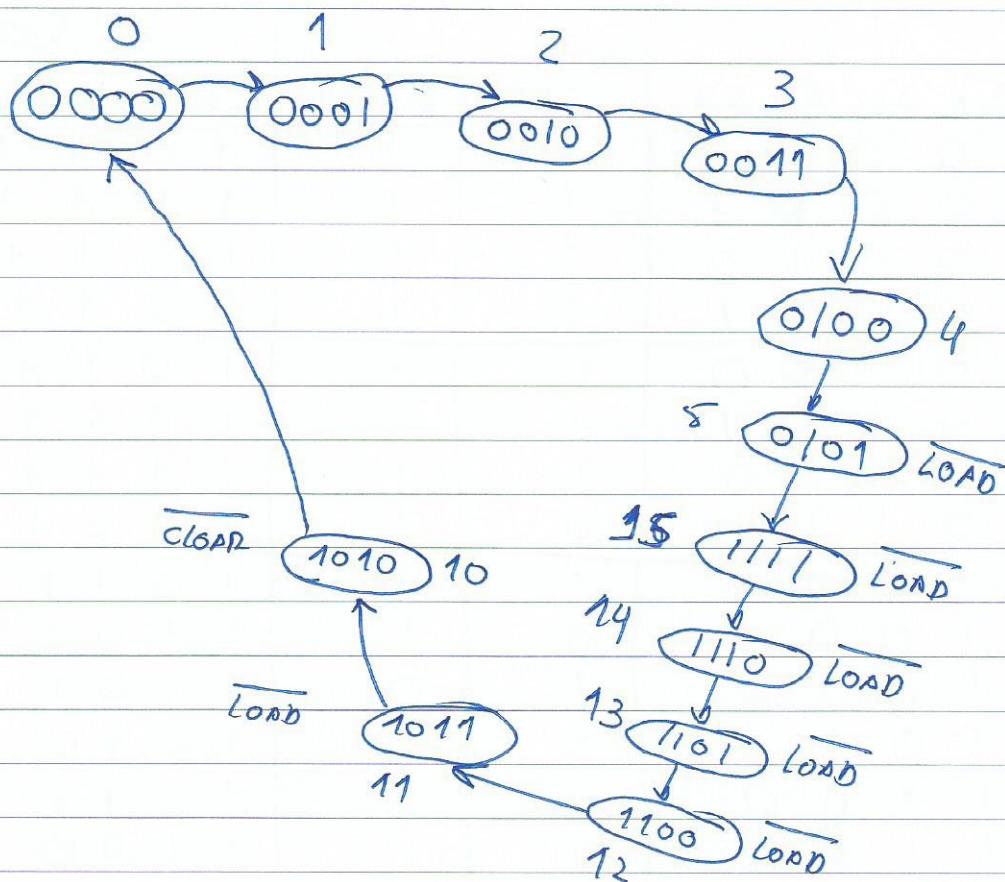
$$E_A = \overline{S_A} + \overline{S_D}$$

$$E_B = \overline{S_D} + S_A \cdot S_B + \overline{S_A} \cdot \overline{S_B}$$

$$E_D = 1$$

DIAGNÓMOS  
DE ERRORES

LOAD	$S_D$	$S_C$	$S_B$	$S_A$
00	0	0	1	
01	0	1		$S_A$
10	1	0		$\overline{S_A}$
11	1	1	0	



$\rightarrow 0, 1, 2, 3, 4, 5, 15, 14, 13, 12, 11, 10 \rightarrow$

$$E_D = 1$$

$$E_C = S_C \cdot S_B + S_A \oplus S_B = S_C \cdot S_B \neq \overline{S_A} \cdot S_B + S_A \cdot \overline{S_B}$$

$$E_B = \overline{S_D} + S_A \odot S_B = \overline{S_D} + S_A \cdot S_B + \overline{S_A} \cdot \overline{S_B}$$

$$E_A = \overline{S_A \cdot S_D} = \overline{S_A} + \overline{S_D}$$

$$E_{NT} = E_{NP} = 1$$



$$\overline{\text{LOAD}} \Rightarrow M_8 \neq 1$$

Tabula

VÉRDADE

$S_D$	$S_C$	$S_E$
A	B	Y
00	01	1
01	00	$\overline{S_A}$
10	01	$\overline{S_A}$
11	10	0



Nome \_\_\_\_\_

N.º Aluno \_\_\_\_\_

Curso \_\_\_\_\_

Ano Letivo / / Data da Avaliação / /

Prova Escrita de:

F.F.

SAÍDA (VER TABS LA  
VERDADE)

MUX  
(LOAD)

1º

HexaDecimal

3

N.º Folhas \_\_\_\_\_

Época:

CLOCK	SF	SE	SD	SC	SB	SA	SAÍDA	HexaDecimal
0	0	1	0	0	0	0	(0)	0
1	0	1	0	0	0	1	(1)	1
2	0	1	0	0	1	0	(2)	2
3	0	1	0	1	0	1	(3)	3
4	0	1	0	1	0	0	(4)	4
5	0	0	0	0	1	0	(5)	5
6	0	0	0	1	1	1	(15)	F
7	1	0	0	1	1	0	(14)	E
8	0	0	0	1	1	0	(13)	D
9	1	0	0	1	1	0	(12)	C
10	0	0	0	1	0	1	(11)	B
11	1	1	0	1	0	0	(10)	A
12	1	1	1	0	0	0	(0)	0

$$F.F. \rightarrow J = S_D$$

$$K = S_C$$

J	K	Q <sub>n+1</sub>
00	00	Q <sub>n</sub>
01	01	0
10	10	1
11	11	Q <sub>n</sub>