

Duração Total Exame: 2h

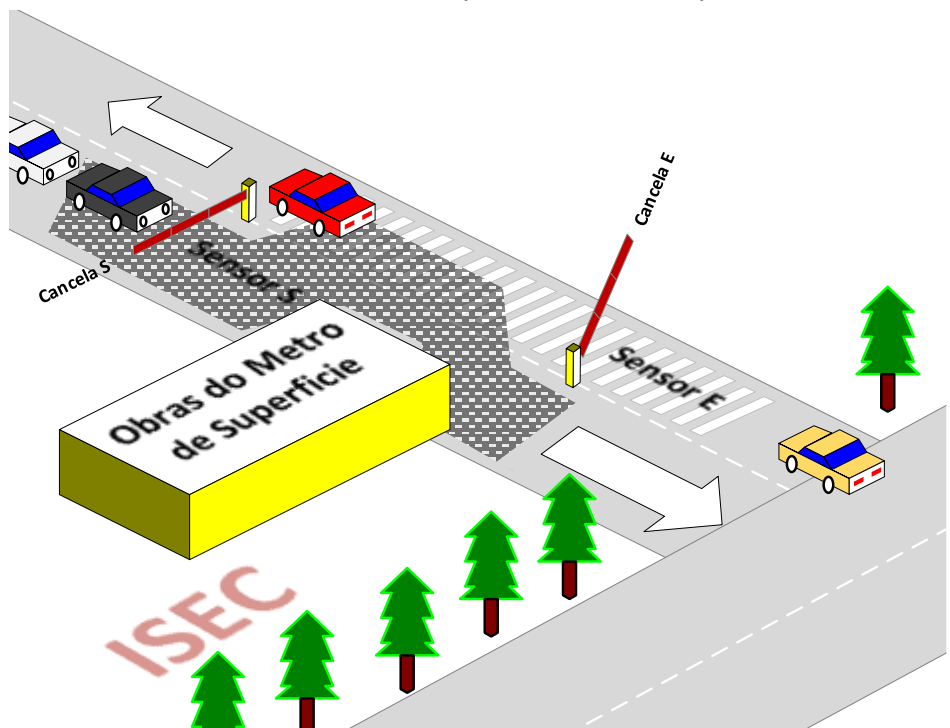
19 de janeiro de 2024

- 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.

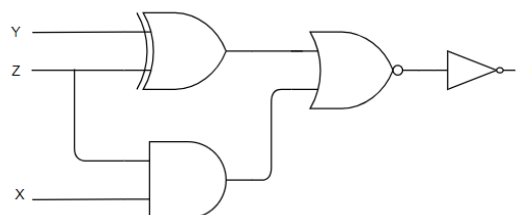
O sistema dispõe de dois sensores (**Sensor\_E** e **Sensor\_S**). O **Sensor\_E** assinalado com listas brancas, deteta a presença de veículos nas faixas de entrada e o **Sensor\_S** assinalado por um padrão mais escuro, deteta a presença de veículos na faixa de saída. Estas duas faixas estão parcialmente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

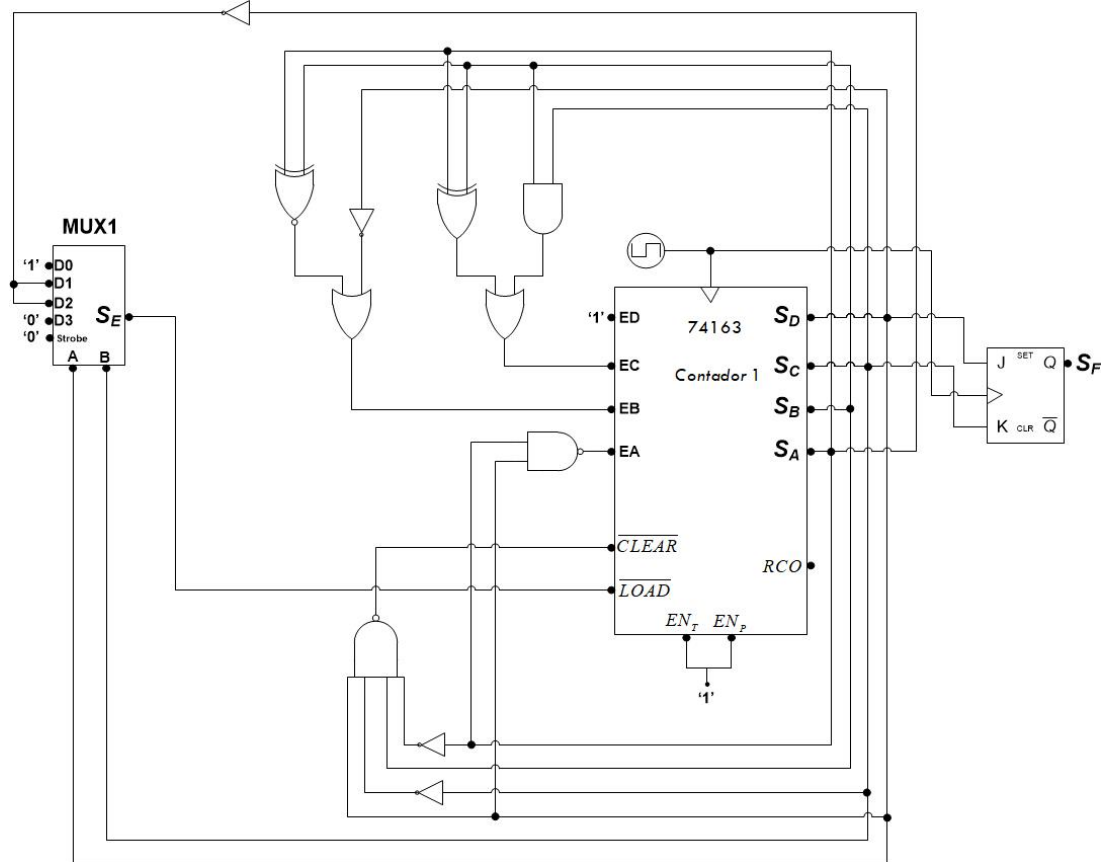


- a) Implemente-a com dois Multiplexer 4:1 e um Multiplexer 2:1  
b) Implemente-a com um Multiplexer 4:1.

- 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.

$$X.\bar{Y} + \overline{X.\bar{W}.Z + \bar{Y}.Z + \bar{X}.W.Z}$$

- 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 <sub>F</sub>	S <sub>E</sub>	S <sub>D</sub>	S <sub>C</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>A</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
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Nota: Considere 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 corresponda às diversas possibilidades descritas no enunciado

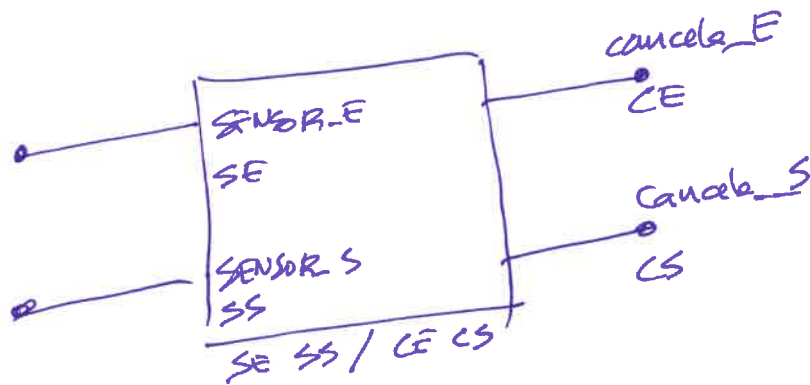
ESTADO A - Ausência de veículos nas zonas analisadas onde está o sensor de presença sensor\_E e sensor\_S  
Neste estado os dois cancelos estão fechados e o sistema deverá manter-se neste estado enquanto não existir a presença de veículos.

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 chegarem veículos simultaneamente aos dois sensores (sensor\_E e sensor\_S)  
de acordo com a informação proveniente dos sensores o sistema deve levantar uma das cancelos cancelo\_E ou cancelo\_S e que vai corresponder a dois estados distintos.

Esses dois novos estados são:

Estado B - chegada de veículos ao sensor E

Estado C - chegada de veículos ao sensor S



Valores designados:

- 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 surgem

simultaneamente veículos ao Sensor E e Sensor S

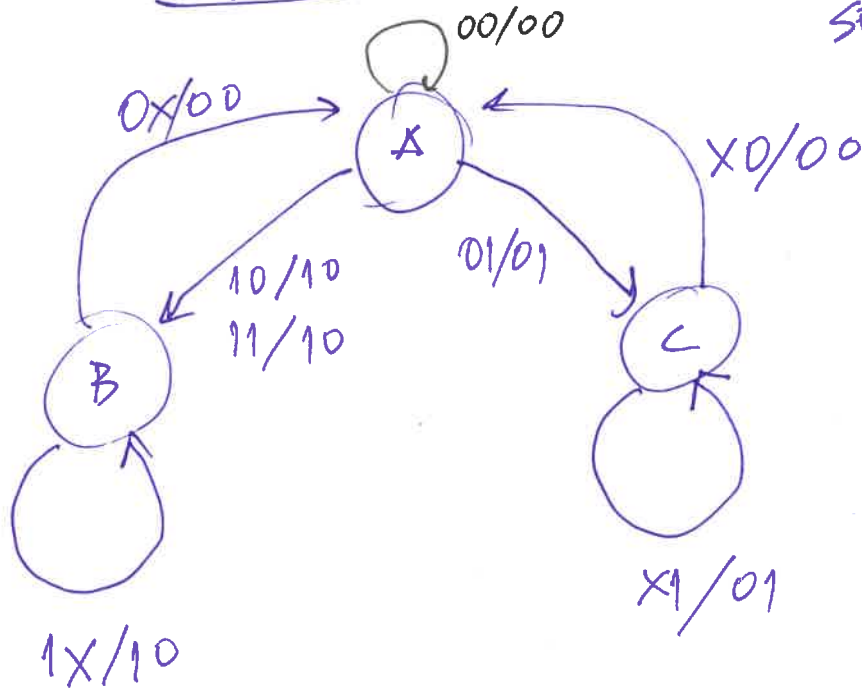
Neste caso as cancelas não podem abrir simultaneamente. Neste caso terá que se

optar por uma das cancelas. Vamos optar pela cancela E dando assim prioridade para

Entrar ~~sempre~~ do campo do 1Sec.

# Diagrama de Estados

Entradas / Salidas  
SE SS / LE CS



Estado Actual	Entradas		Estado Siguiente	Salidas	
	SE	SS		CE	CS
A	0	0	A	0	0
A	0	1	C	0	1
A	1	0	B	1	0
A	1	1	B	1	0
B	0	0	A	0	0
B	0	1	A	1	0
B	1	0	B	1	0
B	1	1	B	1	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

# Codificação de estados

(D)

00 — A  
01 — B  
10 — C  
11

Regra: Atribuir códigos adjacentes a estados que são estados seguintes do mesmo estado

A-B são estados seguintes de B  
A-C " " " " "

## tabela de transição de estados codificados / Tabela de excitação

Estado atual $Q_1$ $Q_0$		Entradas $S_E$ $S_S$		$J_1$ $K_1$		$J_0$ $K_0$		Estado seguinte $Q_1$ $Q_0$		Saídas $C_E$ $C_S$	
0	0	0	0	0	X	0	X	0	0	0	0
0	0	0	1	1	X	0	X	1	0	0	1
0	0	1	0	0	X	1	X	0	1	1	0
0	0	1	1	0	X	1	X	0	1	1	0
0	1	0	0	0	X	X	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	X	X	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	X	X	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	X	X	0	0	1	0	1
1	0	0	0	X	1	0	X	1	0	0	1
1	0	0	1	X	1	0	X	0	0	0	0
1	0	1	0	X	1	0	X	1	0	0	1
1	0	1	1	X	0	0	X	1	0	0	1
1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X

(F)

$J_1$

		$\overline{SE}$		
	0	1	0	0
	0	0	0	0
$Q_1$	X	X	X	X
	X	X	X	X
			$SS$	

$J_1 = \overline{Q_0} \cdot \overline{SE} \cdot SS$

$K_1$

		$\overline{SE}$		
	X	X	X	X
	X	X	X	X
$Q_1$	X	X	X	X
	1	0	0	1
			$SS$	

$K_1 = SS$

$J_0$

		$\overline{SE}$		
	0	0	1	1
	X	X	X	X
$Q_1$	X	X	X	X
	0	0	0	0
			$SS$	

$J_0 = \overline{Q_1} \cdot \overline{SE}$

$K_0$

		$\overline{SE}$		
	X	X	X	X
	1	1	0	0
$Q_1$	X	X	X	X
	X	X	X	X
			$SS$	

$K_0 = \overline{SE}$

$LE$

		$\overline{SE}$		
	0	0	1	1
	0	0	1	1
$Q_1$	X	X	X	X
	0	0	0	0
			$SS$	

$LE = \overline{Q_1} \cdot \overline{SE}$

$CS$

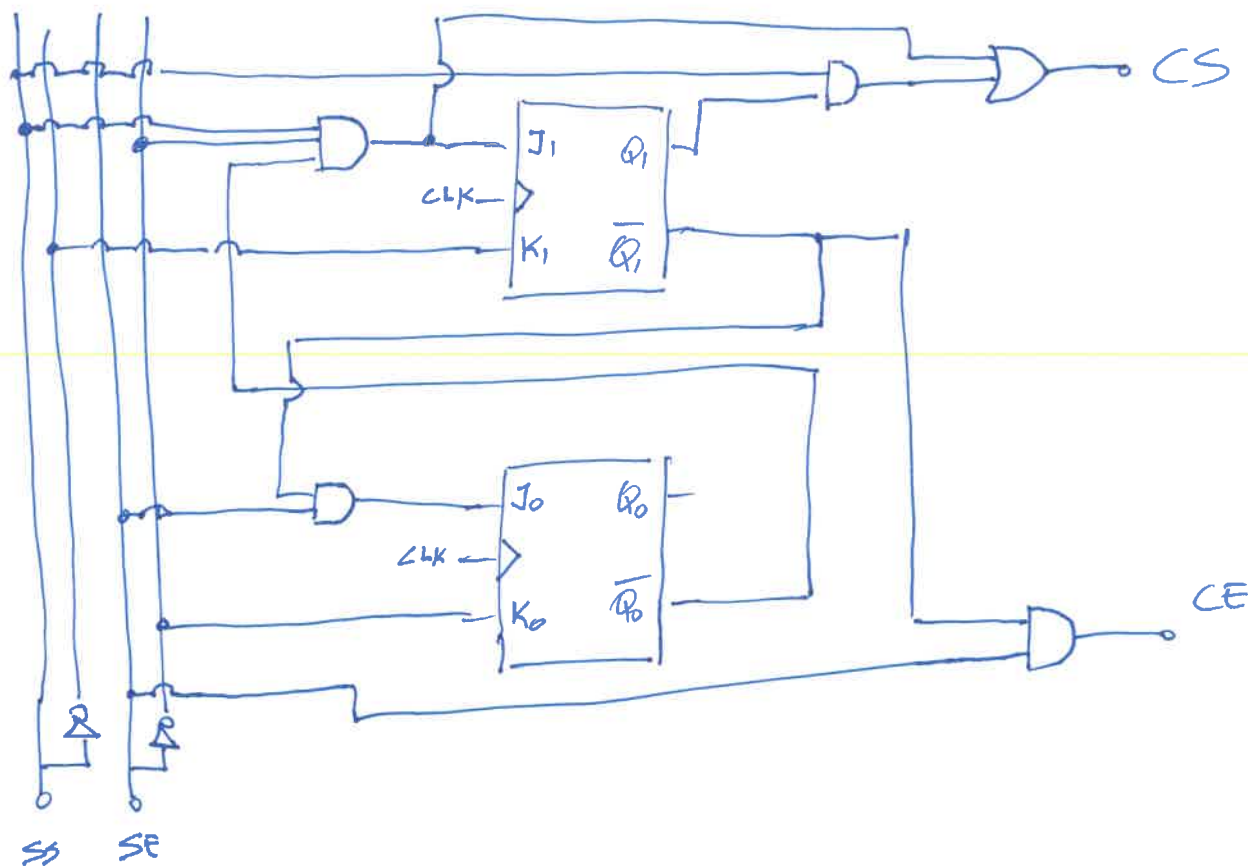
		$\overline{SE}$		
	0	1	0	0
	0	0	0	0
$Q_1$	X	X	X	X
	0	1	1	0
			$SS$	

$CS = Q_1 \cdot SS + \overline{Q_0} \cdot \overline{SE} \cdot SS$



# DIAGRAMA LÓGICO

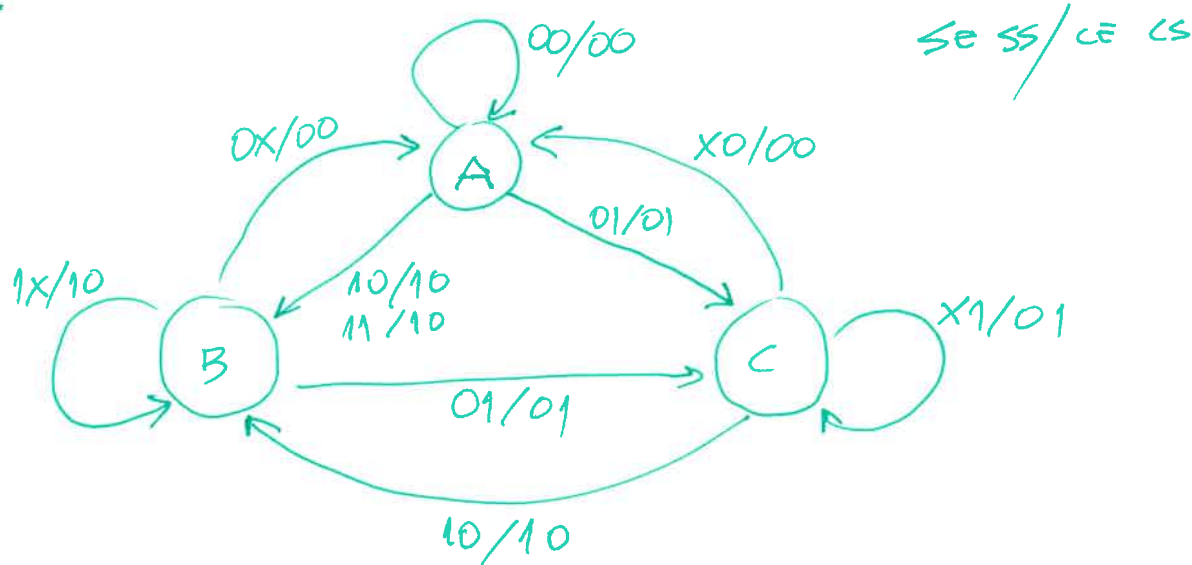
(7)



SAÍDAS

ENTRADAS

DIAGRAMA DE ESTADOS ALTERNATIVO QUE TAMBÉM É SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA

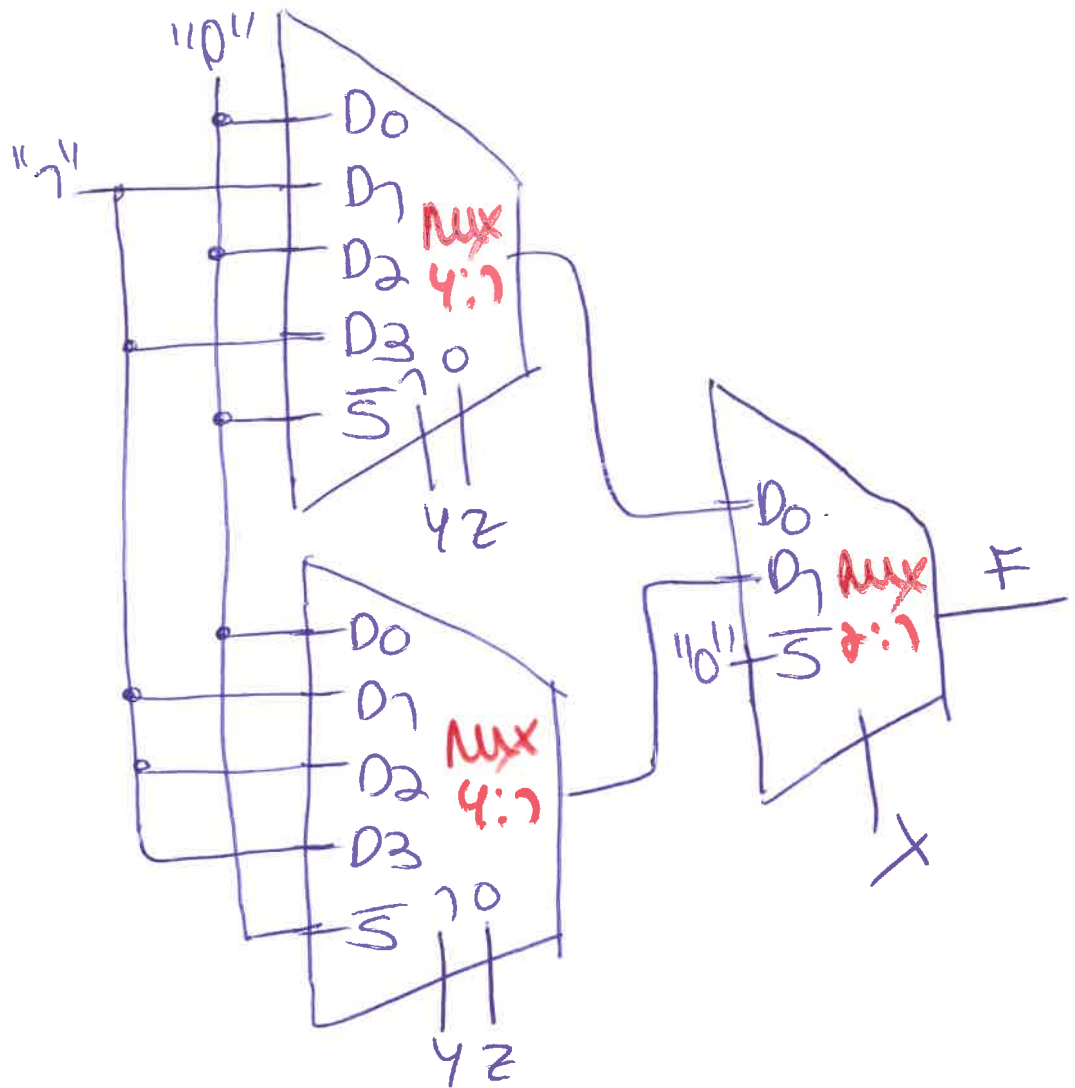




$$F = \overline{Y \oplus Z + ZX} = Y \oplus Z + ZX = YZ + Y\bar{Z} + ZX$$

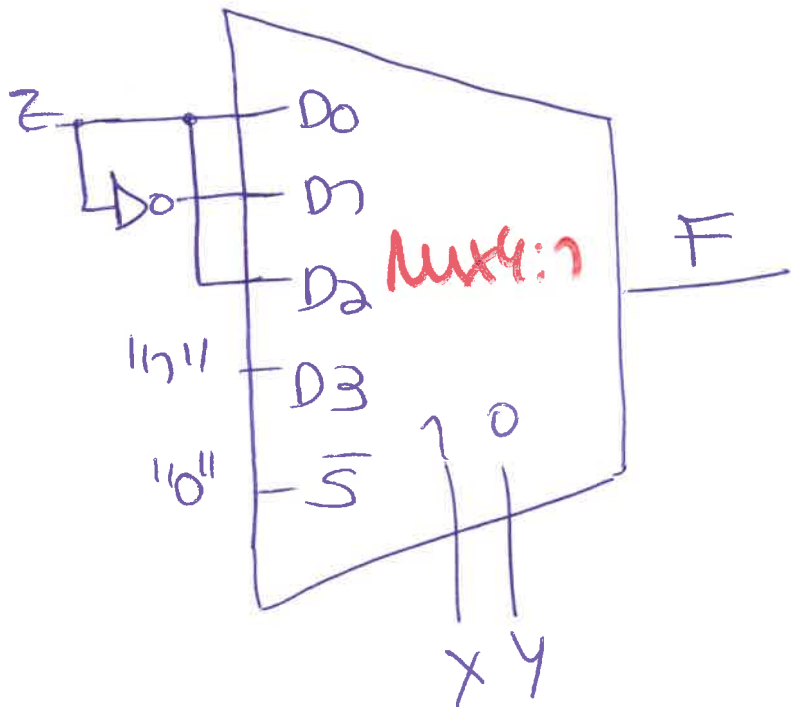
(a)

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	$Z$
0	1	0	1	$\bar{Z}$
0	1	1	0	$\bar{Z}$
1	0	0	0	$Z$
1	0	1	1	$Z$
1	1	0	1	$\bar{Z}$
1	1	1	1	$\bar{Z}$



$$\begin{aligned}
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{x} \overline{w} z + \overline{y} z + \overline{x} z w \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{x} \overline{w} z + \overline{y} z + \overline{x} w z \\
 & \overline{x} \overline{y} + (\overline{x} + \overline{w} + \overline{z}) \cdot (\overline{y} z + \overline{x} w z) \\
 & \overline{x} \overline{y} + (\overline{x} + w + \overline{z}) (\overline{y} z + \overline{x} w z) \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{x} \overline{y} z + \overline{x} \overline{x} w z + w \overline{y} z + w w \overline{x} z + \overline{y} \overline{z} z + \overline{x} w \overline{z} z \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{x} \overline{y} z + w \overline{x} z + w \overline{y} z + w \overline{x} z + y \emptyset + w \overline{x} \emptyset \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{x} \overline{y} z + w \overline{x} z + w \overline{y} z + \emptyset + \emptyset \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{x} \overline{y} z + w \overline{x} z + w \overline{y} z \\
 & \overline{y} \cdot (\overline{x} + \overline{x} z) + w \overline{x} z + w \overline{y} z \\
 & \overline{y} \cdot (\overline{x} + z) + w \overline{x} z + w \overline{y} z \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{y} z + w \overline{x} z + w \overline{y} z \\
 & \overline{x} \overline{y} + \overline{y} z + w \overline{x} z
 \end{aligned}$$

T9  
 T9, T5  
 T5  
 T3, T4  
 T3, T1  
 T2  
 T8  
 T11  
 T8  
 T10

①

DEC	$S_D$	$S_C$	$S_B$	$S_A$	LOAD	CLOCK	$E_D$	$E_C$	$E_B$	$E_A$
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

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

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

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

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

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

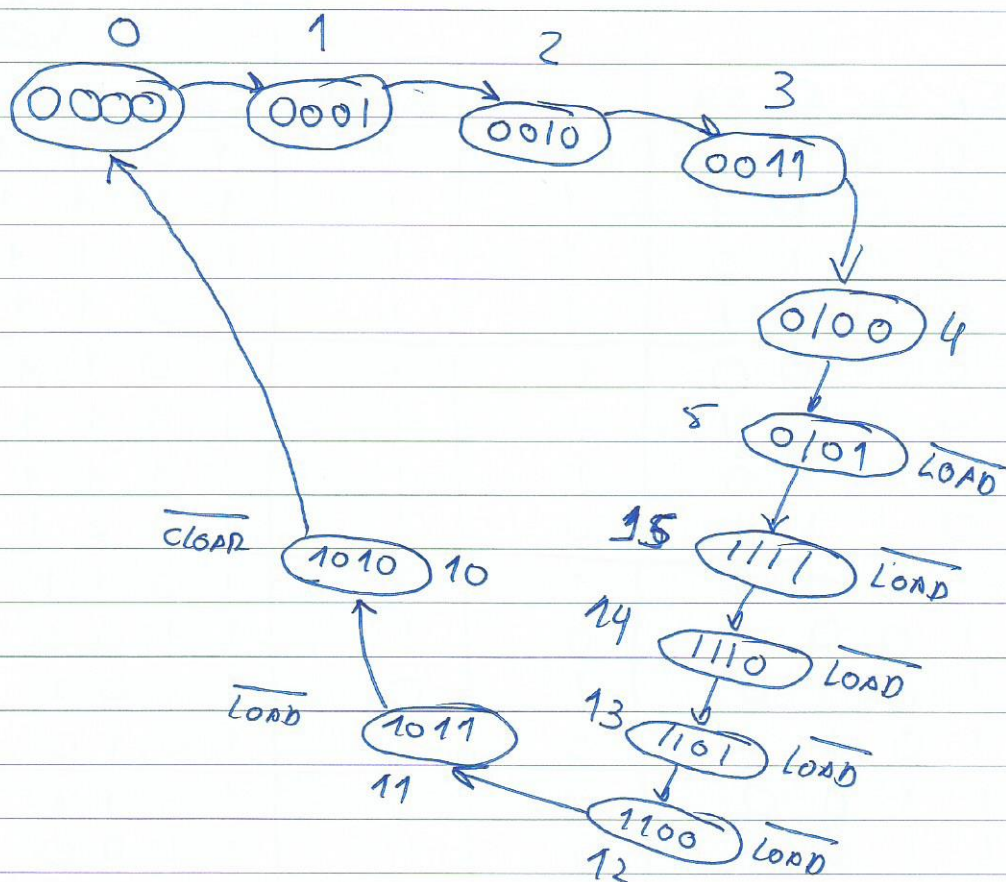
$$E_D = 1$$

LOAD	$S_D$	$S_C$	$S_E$
	0	0	1
	0	1	$\overline{S_A}$
	1	0	$\overline{S_A}$
	1	1	0

DIAGRAMA  
DE ESTADOS



2



→ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 15, 14, 13, 12, 11, 10

$$E_D = 1$$

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

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

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

$$ENT \leq 5 \text{ AND } 1$$



LOAD ⇒ MUX 1

TABELA

VERDADE

$S_D$	$S_C$	$S_E$
A	B	Y
0	0	1
0	1	$\overline{S_A}$
1	0	$\overline{S_A}$
1	1	0



Nome \_\_\_\_\_

N.º Aluno \_\_\_\_\_

Curso \_\_\_\_\_

Ano Letivo \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Data da Avaliação \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Prova Escrita de: F.F.

N.º Folhas \_\_\_\_\_

Época: \_\_\_\_\_

3

Clock	MUX (LOAD)		1.º				AXADSCIMM	
	SF	SE	SD	SC	SB	SA		
0	0	1	0	0	0	0 (0)	1	0
1	0	1	0	0	0	1 (1)	1	1
2	0	1	0	0	1	0 (2)	1	2
3	0	1	0	0	1	1 (3)	1	3
4	0	1	0	1	0	0 (4)	1	4
5	0	0	0	1	0	1 (5)	0	5
6	0	0	1	1	1	1 (15)	0	F
7	1	0	1	1	0	0 (14)	2	E
8	0	0	1	1	0	1 (13)	0	D
9	1	0	1	1	0	0 (12)	2	C
10	0	0	1	0	1	1 (11)	0	B
11	1	1	1	0	1	0 (10)	3	A
12	1	1	0	0	0	0 (0)	3	0

F.F. →

$$j = S_D$$

$$k = S_C$$

		SF
		II
j	k	Q <sub>n+1</sub>
0	0	Q <sub>n</sub>
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$