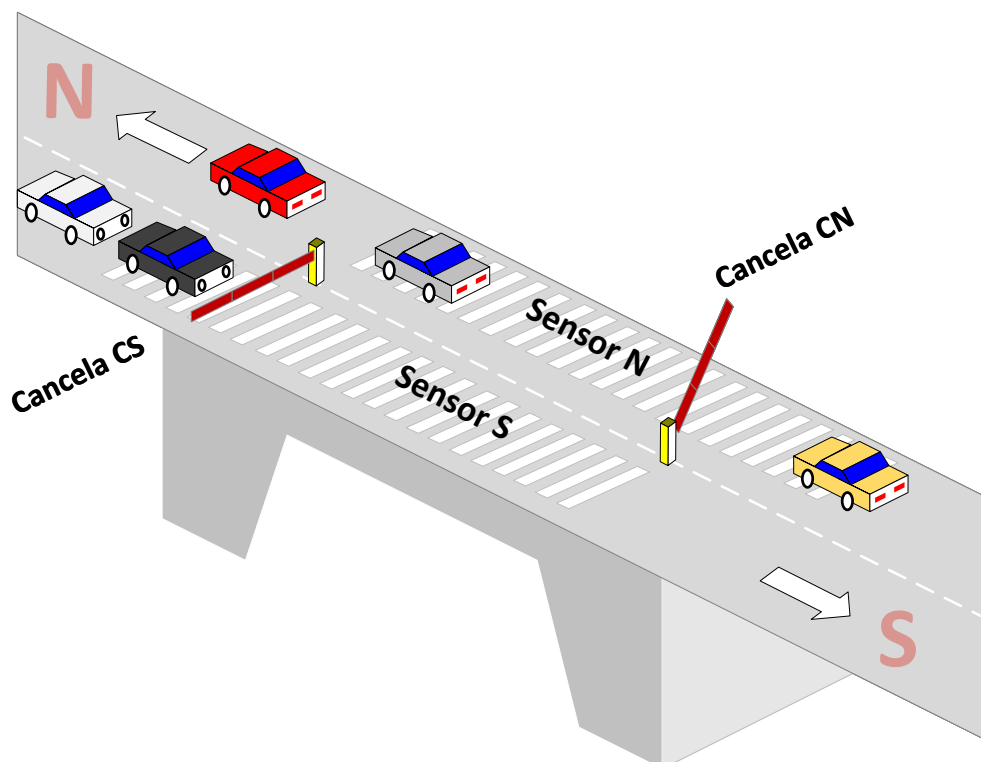


- 1) Pretende-se um sistema digital para controlar o trânsito sobre a ponte representada na figura. O objetivo é diminuir o número de veículos a circular sobre a ponte por questões de segurança, fazendo com que em cada instante se verifique trânsito apenas num dos sentidos. Para isso será necessário controlar as duas cancelas (**CN** e **CS**) que regulam o avanço de veículos para Norte e Sul respetivamente.

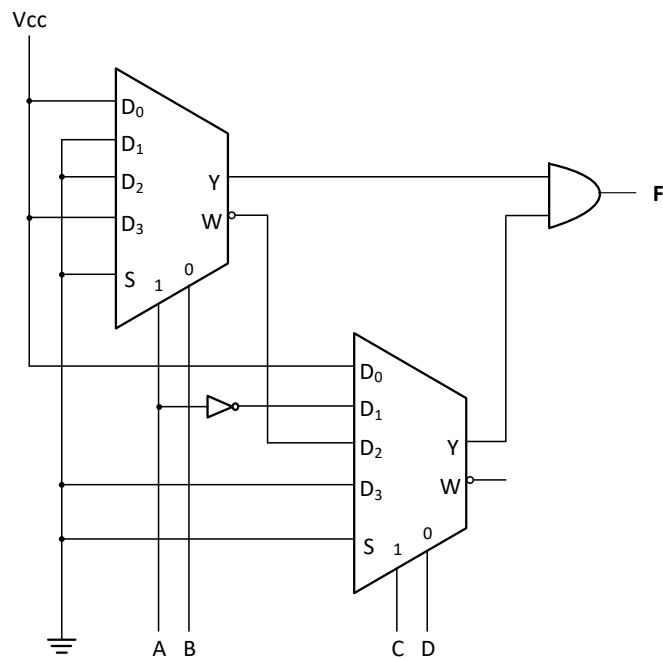


O sistema dispõe de dois sensores (**Sensor N** e **Sensor S**) que detetam a presença de veículos nas zonas do tabuleiro assinaladas com listas brancas nas fachas de direção Norte e Sul respetivamente. Quando não existem veículos sobre qualquer dos sensores representados então ambas as cancelas devem 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 facha de rodagem. Quando deixar de existir veículos nessa facha essa cancela deve fechar e só depois é possível abrir a outra cancela, caso já estejam veículos à espera e que são detetados pelo respetivo sensor. Note-se que o sensor deteta o veículo antes de este chegar à cancela. Desenvolva o projecto 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) Simplifique a expressão lógica seguinte recorrendo aos teoremas e postulados da álgebra de Boole. Indique os teoremas/postulados utilizados em cada passo de simplificação.

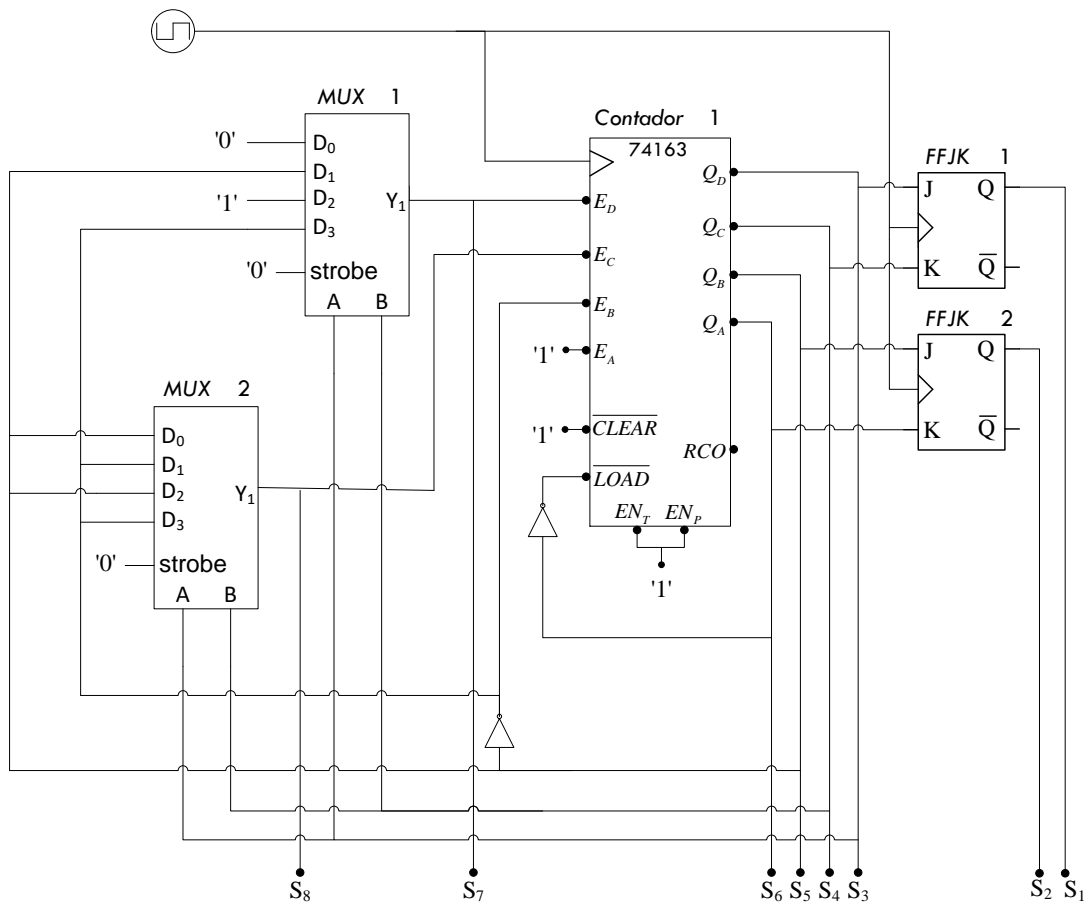
$$F = \overline{\overline{\overline{B \cdot D} \cdot (\overline{B} + \overline{C}) \cdot (\overline{C} + \overline{D}) \cdot (\overline{\overline{B \cdot D}})}} \cdot (A \cdot D) + (A \cdot B \cdot D) + (B \cdot C \cdot D)$$

- 3) Considere o seguinte diagrama lógico:



- a) Quando nas entradas ABCD estiver presente o valor binário 1010, qual será o valor de F?
- b) Obtenha a expressão lógica de F na **Forma Mínima Soma de Produtos**.

4) Considere o circuito da figura seguinte:



Supondo que os *Flip-Flops JK* se encontram no estado ($S_2S_1=00$), o contador 1 no estado ($Q_DQ_CQ_BQ_A=0000$), preencha a tabela abaixo com os dados relativos aos 8 períodos de relógio subsequentes. Justifique a solução proposta.

Clock	Binário								Hexadecimal	
	MUX		Contador 1				Flip-Flops J-K			
	S ₈	S ₇	S ₆	S ₅	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₈ S ₇ S ₆ S ₅	S ₄ S ₃ S ₂ S ₁
Início	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										
$\frac{f}{T}$										

Nome: _____ Número: _____

- 1) Vamos definir um estado inicial que corresponde à ausência de veículos em qualquer das ~~zonas~~ zonas onde estão instalados os sensores de presença de veículos

Estado A - ausência de veículos com as duas cancelas fechadas

Quando o sistema está no estado A fica à espera da chegada de veículos a um dos sensores para poder levantar a respectiva cancela para que os autocarros possam avançar. Como sejam detectados veículos deve ser aberto a cancela CS ou CN que corresponde a dois estados distintos

Estado B - chegada de veículos ao sensor N
Estado C - chegada de veículos ao sensor S

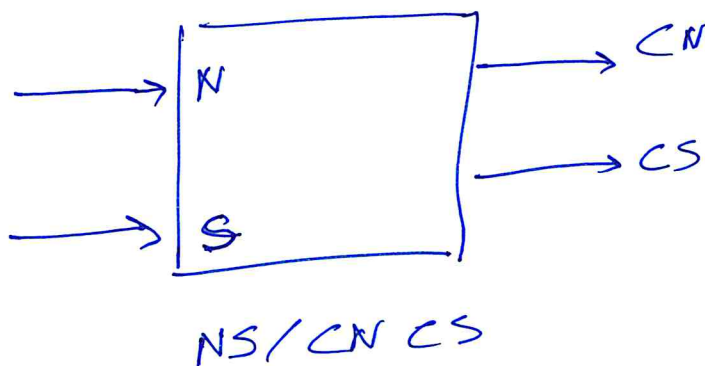
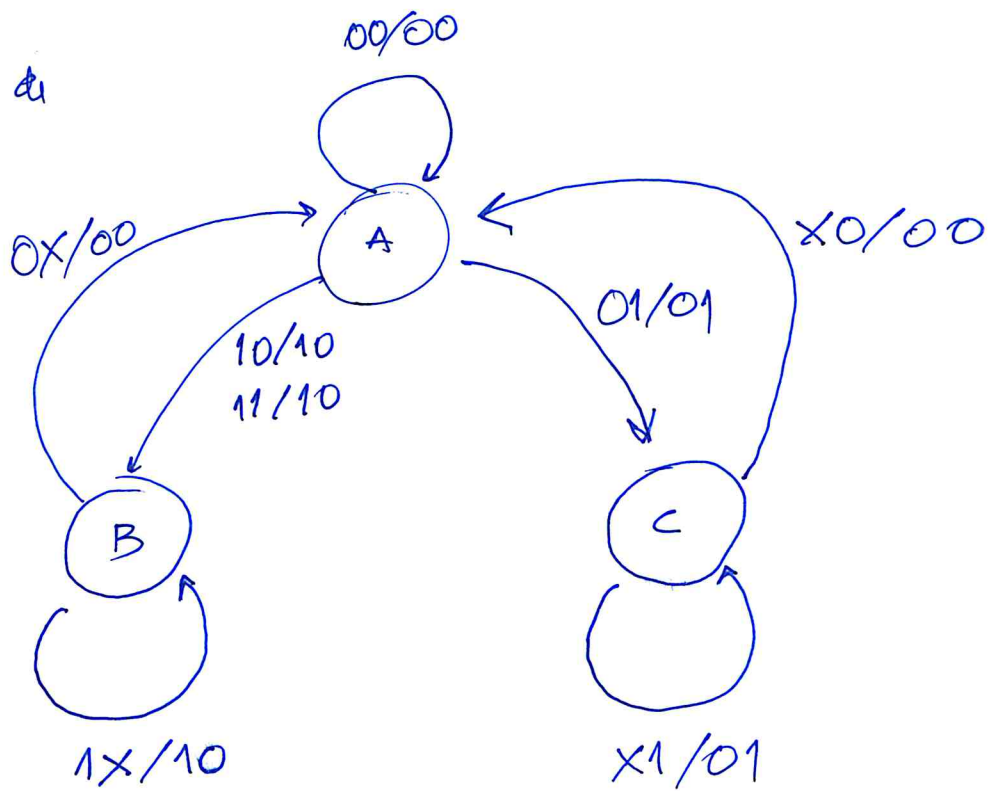
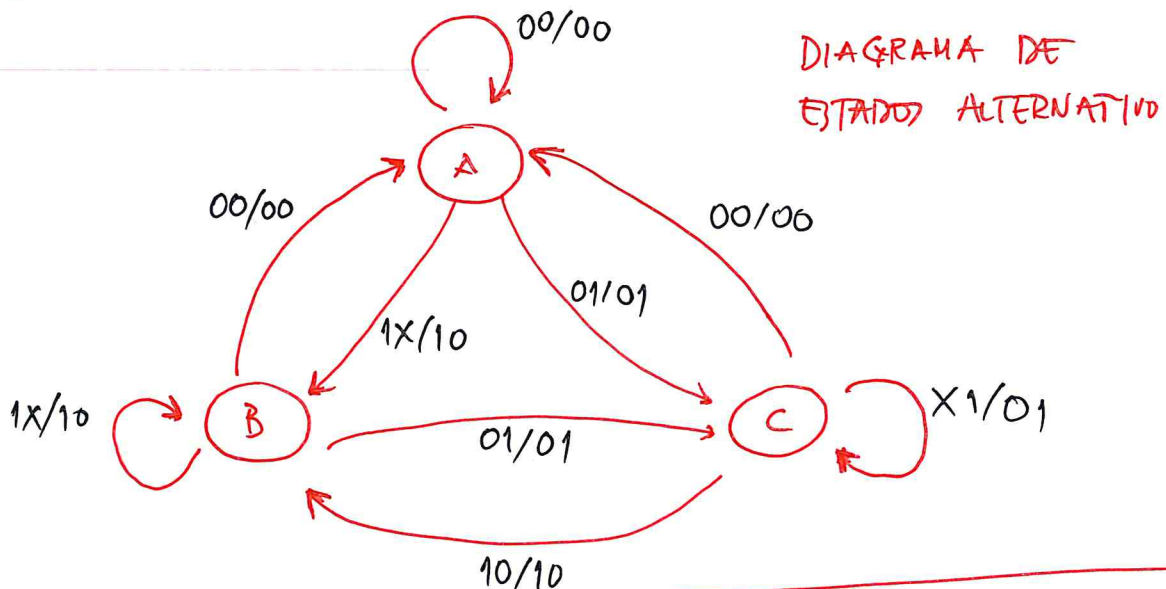


Diagrama de Estados



No caso de serem detectados veículos simultaneamente em ambos os sensores teremos que optar por uma das cancelas que no caso este diagrama é o estado B com abertura da cancela Norte.

Embora a pergunta vi se resolvida utilizando o DIAGRAMA DE ESTADOS anterior, é possível utilizar também o diagrama seguinte:



Estado Atual	Entradas		Estado Seguinte	Saída	
	N	S		CN	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	0	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

00 → A
 01 → B
 10 → C
 11 → C

Regras de Codificação:

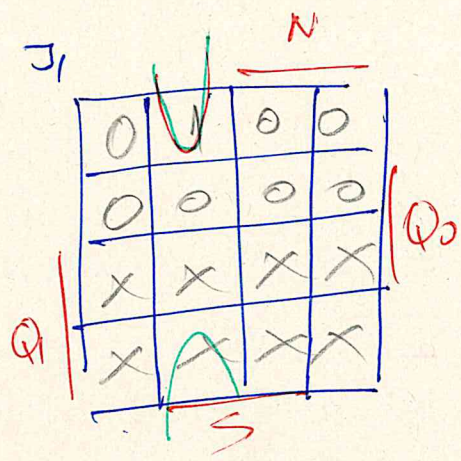
Atribuir códigos adjacentes a
 estados que são estados seguintes
 de um mesmo estado

A-B são estados seguintes de B

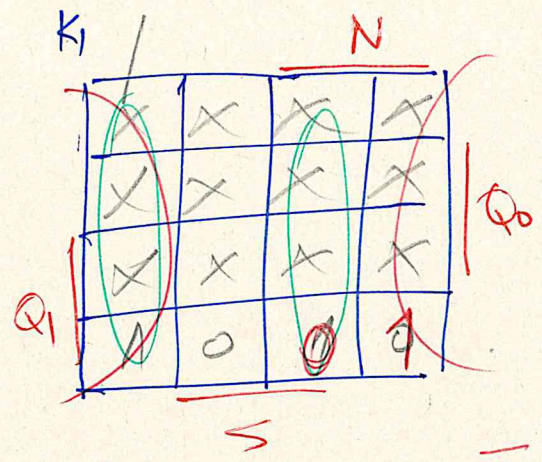
A-C são estados seguintes de C

Tabela de transição de estados combinando / tabela de excitação (D)

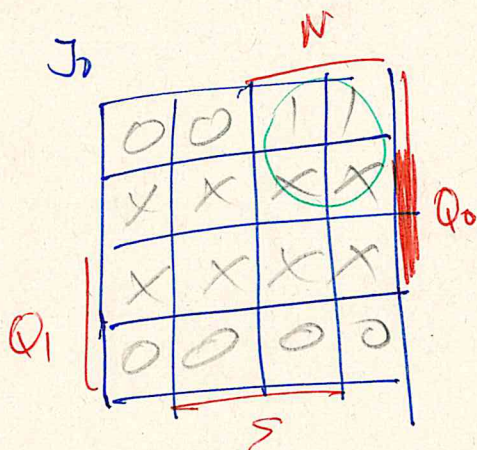
Estado Atual		Estado		Estado Seguinte		Saídas					
Q_1^n	Q_0^n	N	S	J_1	K_1	J_0	K_0	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	CN	CS
0	0	0	0	0	X	0	X	0	0	0	0
0	0	0	1	1	X	0	X	1	0	0	1
0	0	1	0	0	X	1	X	0	1	1	0
0	0	1	1	0	X	1	X	0	1	1	0
0	1	0	0	0	X	X	X	0	0	0	0
0	1	0	1	0	X	X	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	X	X	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	X	X	0	0	1	1	0
1	0	0	0	X	1	0	X	0	0	0	0
1	0	0	1	X	0	0	X	1	0	0	1
1	0	1	0	X	1	0	X	0	0	0	0
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



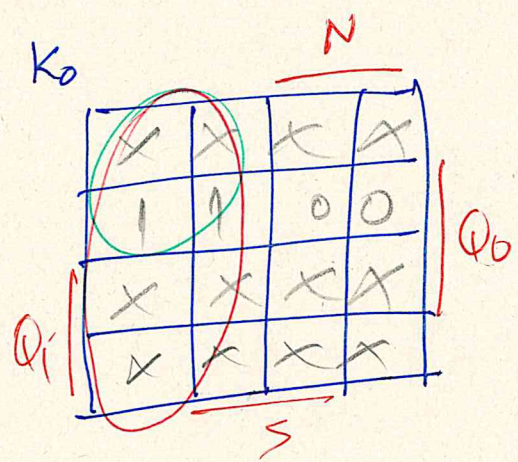
$$J_1 = \overline{Q_0} \cdot S \cdot \overline{N}$$



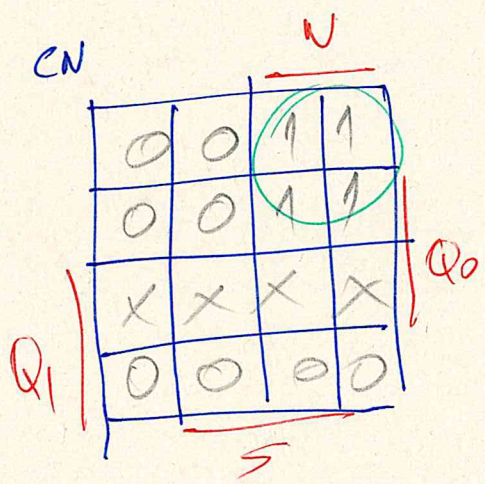
$$K_1 = \overline{N} \cdot S + N \cdot S = S$$



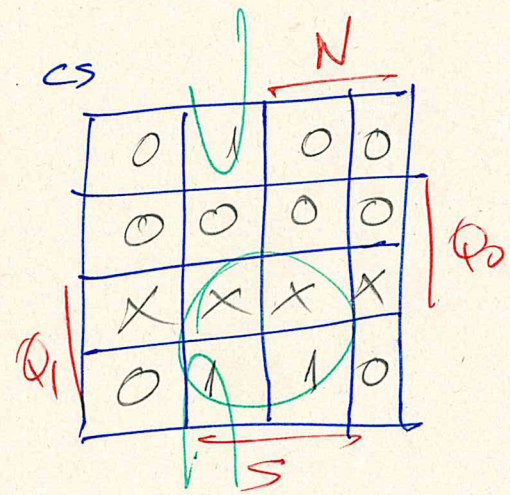
$$J_0 = \overline{Q_1} \cdot N$$



$$K_0 = \overline{Q_1} \cdot \overline{N} = \overline{N}$$



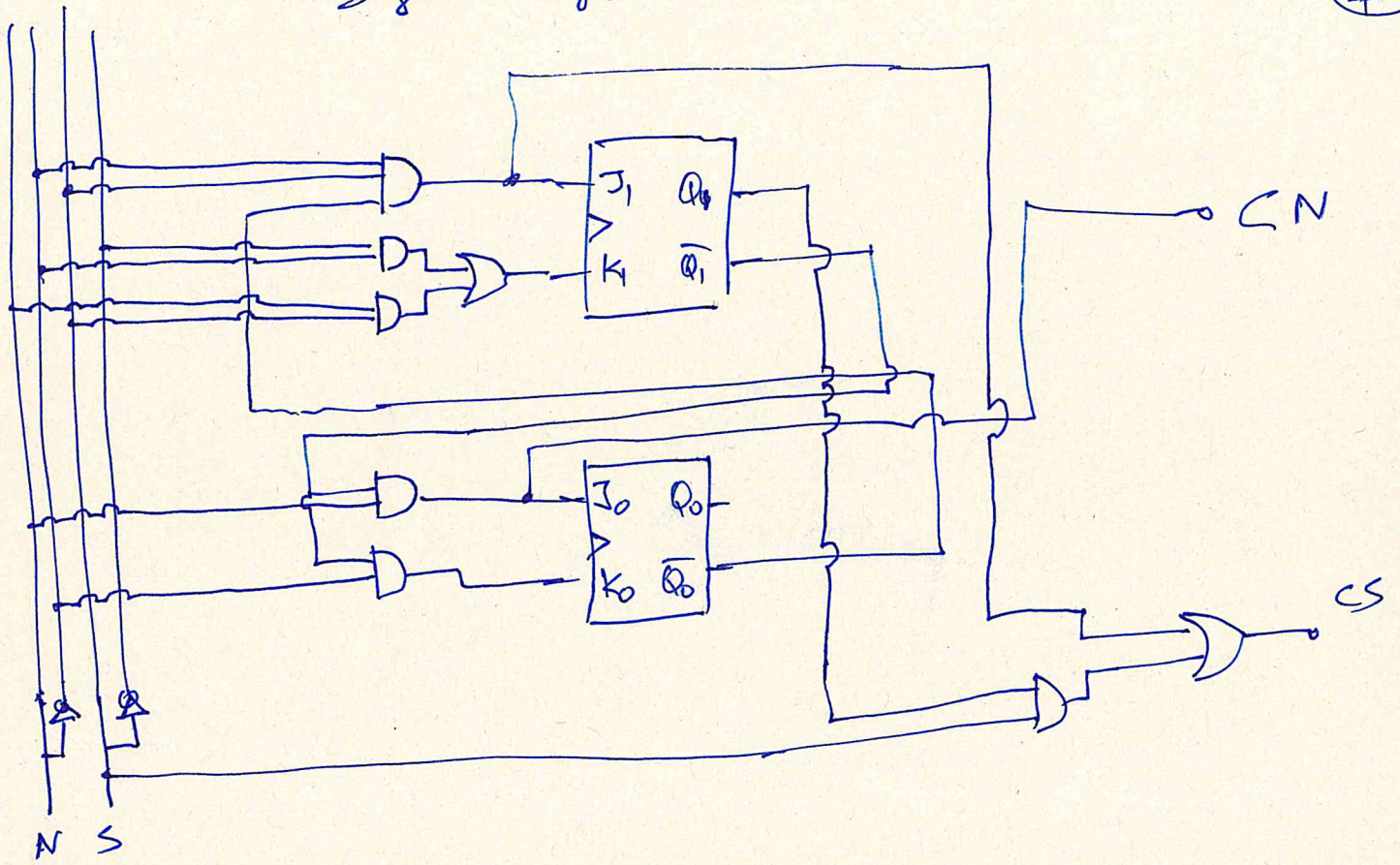
$$CN = N \cdot \overline{Q_1}$$



$$CS = \overline{Q_0} \cdot S \cdot \overline{N} + S \cdot Q_1$$

Digital Logic

(F)



$$2 - F = \overline{\overline{B \cdot D} \cdot (\overline{B} + \overline{C}) \cdot (\overline{C} + \overline{D}) (\overline{B} \cdot \overline{D}) \cdot (A \cdot D) + (ABD) + (BCD)}$$

$$\left[\overline{(\overline{B} + \overline{D}) \cdot (\overline{B} + \overline{C}) + (\overline{C} + \overline{D}) (\overline{B} + \overline{D})} \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$\left[(\overline{B} + \overline{D}) \cdot (\overline{B} + \overline{C}) + (\overline{C} + \overline{D}) (\overline{B} + \overline{D}) \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$\left[\overline{B\overline{B}} + \overline{B\overline{C}} + \overline{\overline{D}\overline{B}} + \overline{\overline{D}\overline{C}} + \overline{\overline{C}B} + \overline{\overline{C}D} + \overline{\overline{D}B} + \overline{\overline{D}D} \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$\left[\overline{D}(\overline{B} + B) + \overline{C}(D + \overline{D}) + \overline{C}B \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$\left[\overline{D} + \overline{C} + \overline{C}B \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$\left[\overline{D} + \overline{C}(B + 1) \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$\left[\overline{D} + \overline{C} \right] \cdot AD + ABD + BCD$$

$$AD\overline{D} + AD\overline{C} + ABD + BCD$$

$$AD\overline{C} + ABD + BCD$$

$$D(A\overline{C} + AB + BC)$$

$$D(A\overline{C} + BC) =$$

$$A\overline{C}D + BCD$$



Nome

Rosalee Pongunta 4

N.º Aluno

1

Curso

Ano Letivo

Data da Avaliação

Prova Escrita de:

N.º Folhas

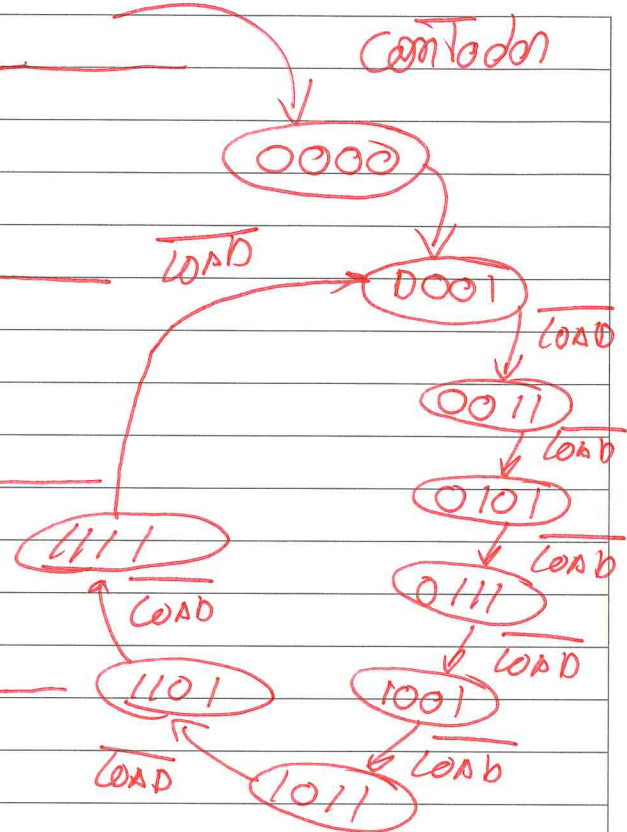
Época:

Prova Escrita de: _____

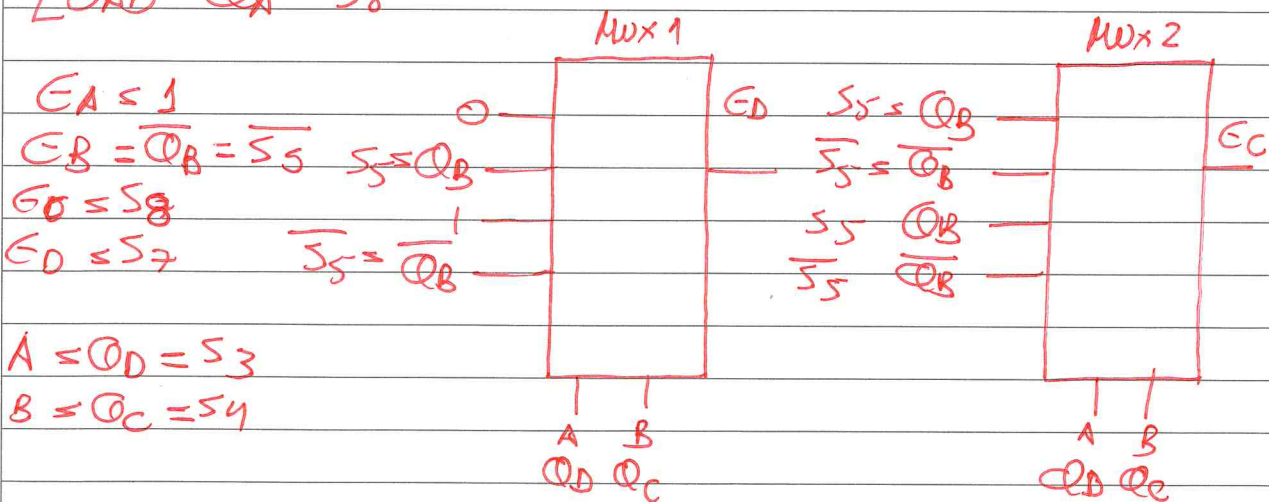
$S_7 S_8$
↓ ↓

$S_3 S_4 S_5 S_6$

DSC	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	LOAD	E_D	E_C	E_B	E_A
0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0	1
4	0	1	0	0	1	0	1	1	1
5	0	1	0	1	0	0	1	1	1
6	0	1	1	0	1	1	0	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0	0	1
8	1	0	0	0	1	1	0	1	1
9	1	0	0	1	0	1	0	1	1
10	1	0	1	0	1	1	1	0	1
11	1	0	1	1	0	1	1	0	1
12	1	1	0	0	1	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1	0	0	0	1
15	1	1	1	1	0	0	0	0	1



$$LOAD = \overline{Q_A} = S_8$$



	S3	S4	S5	S6	S7	S8
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A		
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0	1
4	0	1	0	1	0	1
5	0	1	1	1	1	0
6	1	0	0	1	1	0
7	1	0	1	1	1	1
8	1	1	0	1	1	1
9	1	1	1	1	0	0

2

VER TABOLA
ANSWER

	Q _D	Q _C	FF1 S1		Q _B	Q _A	FF2 S2
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	0	2	0	1	0
3	0	0	0	3	1	1	0
4	0	1	0	4	0	1	1
5	0	1	0	5	1	1	0
6	1	0	0	6	0	1	1
7	1	0	1	7	1	1	0
8	1	1	1	8	0	1	1
9	1	1	0	9	1	1	0

S ₇ S ₆	S ₅	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	HEXADECIMAL	
00	0	0	0	0	0	0	0
01	0	0	0	0	1	2	0
10	1	0	0	0	0	B	0
11	1	0	0	1	0	A	A
01	1	1	0	0	0	7	8
01	1	0	1	1	0	6	6
11	1	1	1	0	1	F	5
11	1	1	1	1	1	E	F
00	1	1	1	0	0	3	C

1010 → D

1011 → B

1100 → C

1101 → D

1110 → 6

1111 → F

3. a) $ABCD = 1010$

MUX_{CINA} : $AB = 10$

Selección 2 entrada $D_2 = 0$,
 logo: $Y_{CINA} = 0 \in W_{CINA} = 1$.

MUX_{BAIXO} : $CD = 10$

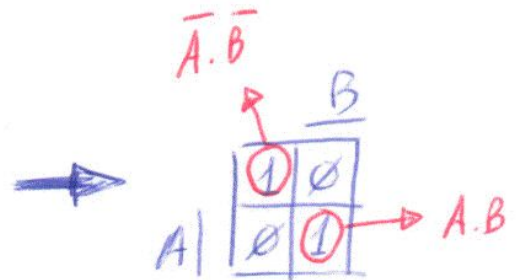
Selección 2 entrada $D_2 = W_{CINA}$,
 logo: $Y_{BAIXO} = W_{CINA} = 1$.

$$\begin{aligned} F &= Y_{CINA} \cdot Y_{BAIXO} \\ &= 0 \cdot 1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

b)

MUX_{CINA} :

A	B	Y_{CINA}
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

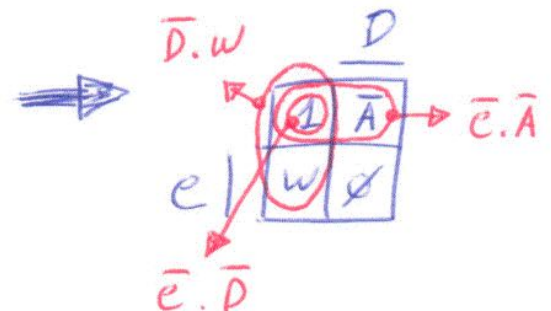


$$Y_{CINA} = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$$

$$\begin{aligned} W_{CINA} &= \overline{Y_{CINA}} \\ &= \overline{(\bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B)} \\ &= \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} \end{aligned}$$

MUX_{BAIXO} :

C	D	Y_{BAIXO}
0	0	1
0	1	\bar{A}
1	0	W
1	1	0



$$Y_{BAIXO} = \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{C} \cdot A + \bar{D} \cdot W_{CINA}$$

$$F = Y_{CINA} \cdot Y_{BAIXO}$$

(2)

$$= (\bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B) \cdot (\bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{C} \cdot \bar{A} + \bar{D} \cdot W_{CINA})$$

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

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

$$= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{A} + \cancel{\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{D} \cdot \bar{A} \cdot B} + \cancel{\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{D} \cdot A \cdot \bar{B}} + \\ A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \cancel{A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{A}} + \cancel{A \cdot B \cdot \bar{D} \cdot \bar{A} \cdot B} + \cancel{A \cdot B \cdot \bar{D} \cdot A \cdot \bar{B}}$$

$$= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$$

$$= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D} \quad (F.M.S.P.)$$

T₁₀