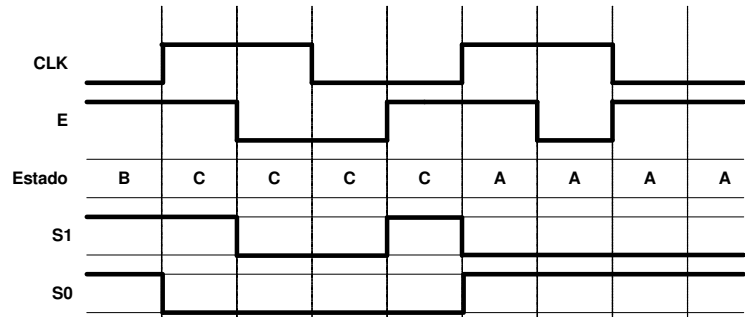
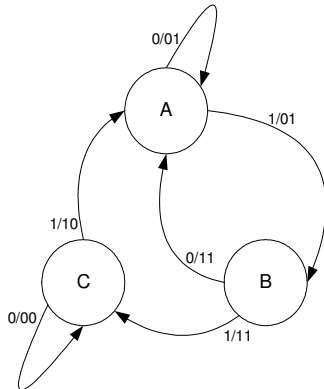


Aluno _____

Nº _____

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

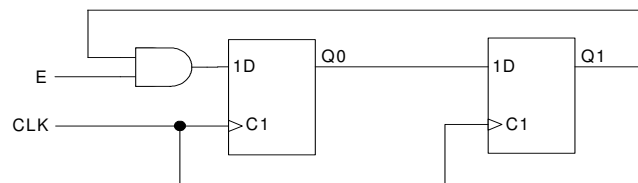
1. [2 val] Considere o diagrama de estados seguinte, que descreve o comportamento de uma máquina de Mealy com entrada E e saídas S1 e S0. Complete a evolução dos estados e das saídas no diagrama temporal dado, considerando que a máquina se encontra inicialmente no estado B, e admitindo transições de estado nos flancos ascendentes do sinal de relógio e atrasos de propagação desprezáveis face ao período do relógio. Justifique.



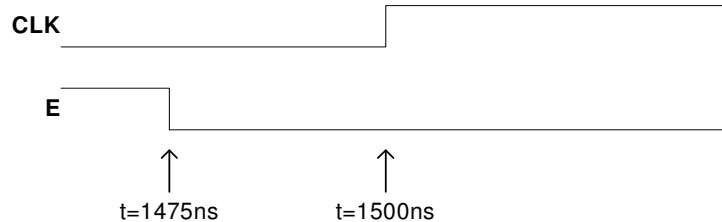
No 1º flanco ascendente de CLK, a máquina está em B e E=1, logo transita para C. No 2º flanco ascendente de CLK, a máquina está em C e E=1, logo transita para A.

Em B as saídas são sempre 11. Em C: S1 é 1, se E=1, e é 0, se E=0; S0 é sempre 0. Em A as saídas são sempre 01.

2. [1 val] Considere o circuito da figura ao lado. Considere inicialmente Q1=Q0=1. Considere as características temporais dos elementos de circuito indicadas na tabela, e a escala indicada. Tenha em conta as formas de onda indicadas no diagrama temporal para o relógio de período 1000 ns e para a entrada E. Indique se existe algum problema de violação de *SETUP*. Justifique.



FF D	
t_{SETUP}	10 ns
t_{HOLD}	3 ns
t_{PHL}	15 ns
t_{PLH}	20 ns
AND	
t_{PHL}	20 ns
t_{PLH}	10 ns



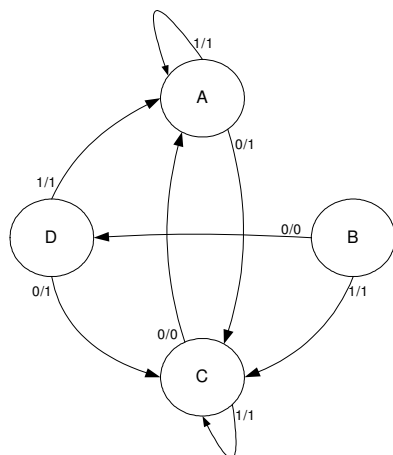
Existe violação de *SETUP* porque a saída da porta AND vai passar de 1 para 0 em $t=1495ns$, ou seja, a entrada D0 do 1º FF vai variar menos de 10ns (t_{SETUP}) antes do flanco de relógio.

Aluno _____

Nº _____

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

3. [2 val] Simplifique a máquina de estados da figura. Esboce o diagrama de estados da máquina equivalente com o menor número de estados. Justifique.



Est. Act.	Est. Seg.		Saída	
	E=0	E=1	E=0	E=1
A	C	A	1	1
B	D	C	0	1
C	A	C	0	1
D	C	A	1	1

Por inspecção: o estado A é equivalente ao estado D porque ambos, quando E=0 transitam para C e quando E=1 transitam para A, e em ambos S=1 qualquer que seja o valor de entrada.

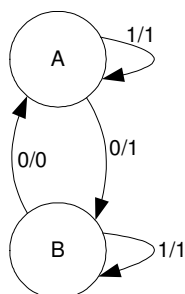
Com A=D:

Est. Act.	Est. Seg.		Saída	
	E=0	E=1	E=0	E=1
A	C	A	1	1
B	A	C	0	1
C	A	C	0	1

Por inspecção, B=C:

Est. Act.	Est. Seg.		Saída	
	E=0	E=1	E=0	E=1
A	B	A	1	1
B	A	B	0	1

Esta máquina pode, portanto, ser realizada com apenas 2 estados:



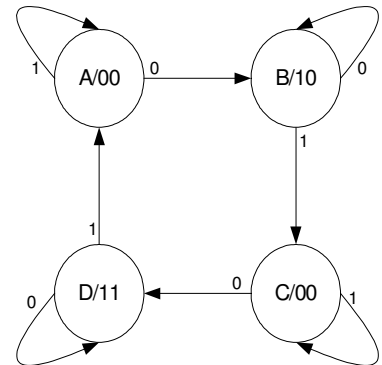
Aluno _____

Nº _____

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

4. [6 val] O diagrama de estados da figura descreve o comportamento de um circuito sequencial síncrono com uma entrada X e duas saídas Y1 e Y0. O estado é codificado pelas saídas de dois flip-flops, Q1 e Q0, de acordo com A=00, B=01, C=10 e D=11.

- Complete a tabela de transições de estados em baixo (os valores de Q1 e Q0 são dados pelas saídas de dois flip-flops do tipo D). Justifique.
- Obtenha as expressões para D1, D0 e Y1, Y0 em função de Q1, Q0 e X. Justifique.
- Esboce o logigrama correspondente à implementação do diagrama de estados apresentado.



Estado Actual	Entrada	Saídas		Estado Seguinte		
Q1Q0 (n)	X	Y1	Y0	Q1Q0 (n+1)	D1	D0
00 A	0	0	0	B 01	0	1
00 A	1	0	0	A 00	0	0
01 B	0	1	0	B 01	0	1
01 B	1	1	0	C 10	1	0
10 C	0	0	0	D 11	1	1
10 C	1	0	0	C 10	1	0
11 D	0	1	1	D 11	1	1
11 D	1	1	1	A 00	0	0

X	0	1
Q1Q0		
00	0	0
01	0	1
11	1	0
10	1	1

D1

X	0	1
Q1Q0		
00	1	0
01	1	0
11	1	0
10	1	0

D0

Q1Q0	
00	0
01	1
11	1
10	0

Y1

Q1Q0	
00	0
01	0
11	1
10	0

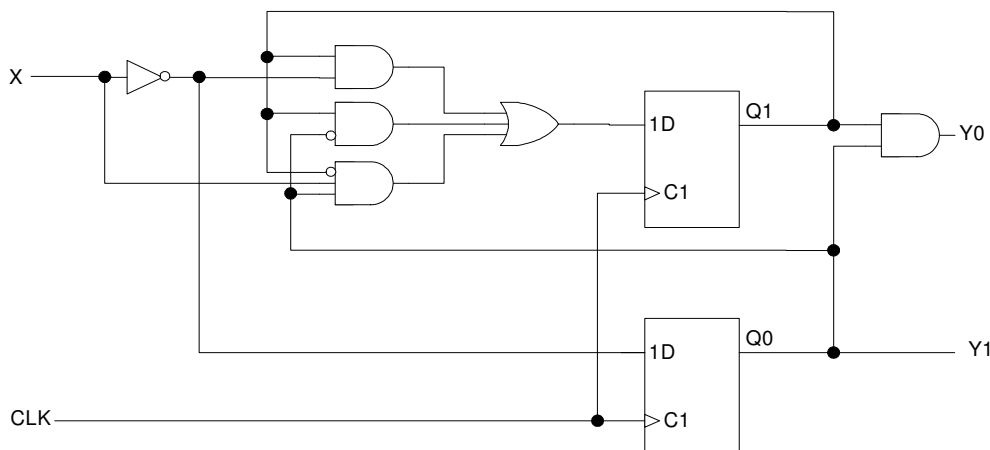
Y0

$$D_1 = Q_1 \bar{X} + Q_1 \bar{Q}_0 + \bar{Q}_1 Q_0 X$$

$$D_0 = \bar{X}$$

$$Y_1 = Q_0$$

$$Y_0 = Q_1 Q_0$$



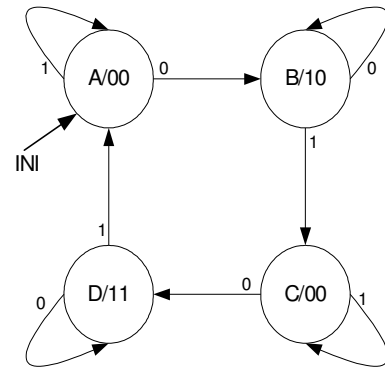
Aluno _____

Nº _____

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

5. [4 val] O diagrama de estados da figura descreve o comportamento de um circuito sequencial síncrono com uma entrada X e duas saídas Y1 e Y0. Admita a codificação com um flip-flop por estado (“one-hot encoding”), e utilize 4 FF D.

- Obtenha as expressões para os sinais nas entradas D dos 4 FF e para Y1, Y0 em função de 4 QA, QB, QC, QD e de X. Justifique.
- Esboce o logigrama correspondente à implementação do diagrama de estados apresentado. Utilize FF D com entradas S e R assíncronas para inicializar a máquina no estado A sempre que a entrada INI for activada. Justifique.



Transita-se para o estado A quando se está no estado A e a entrada é 1; ou quando se está no estado D e a entrada é 1, logo: $D_A = Q_A X + Q_D X = (Q_A + Q_D)X$

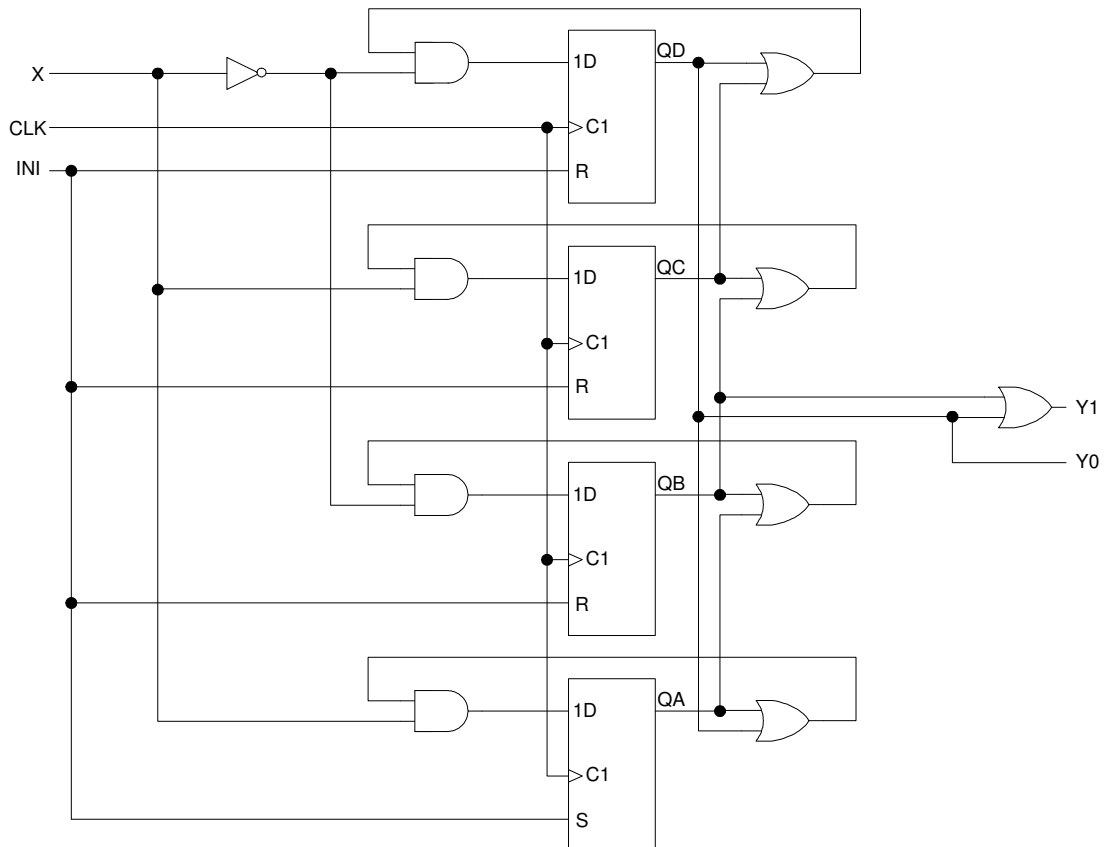
Pelo mesmo raciocínio: $D_B = (Q_A + Q_B)\bar{X}$

$$D_C = (Q_C + Q_B)X$$

$$D_D = (Q_C + Q_D)\bar{X}$$

Y1=1 em B e D, e Y0=1 em D, logo: $Y_1 = Q_B + Q_D$

$$Y_0 = Q_D$$



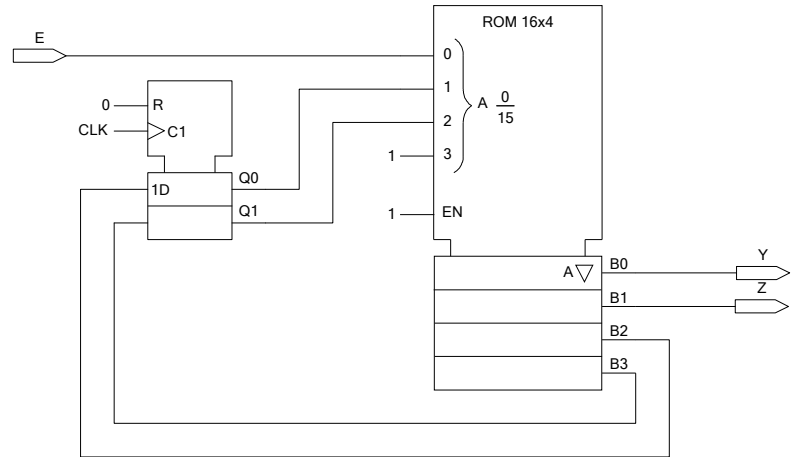
Aluno _____

Nº _____

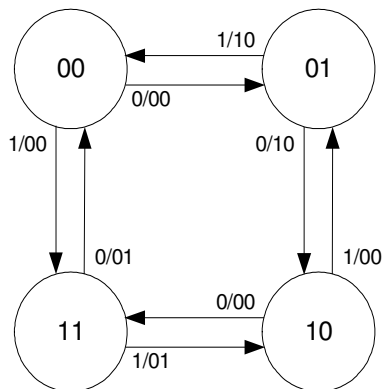
A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

6. [2 val] Esboce o diagrama de estados do circuito abaixo. O conteúdo da memória ROM está indicado na tabela. Justifique.

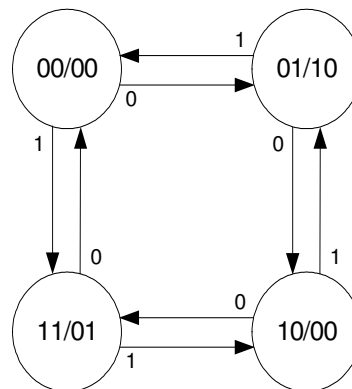
Conteúdo da ROM							
Endereço				Dados			
A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	1
-	Q ₁	Q ₀	E	D ₁	D ₀	Z	Y



De acordo com as ligações indicadas, a posição 8 da memória indica que, quando o circuito está no estado 00 e a entrada é 0, as entradas dos FF são 01 e as saídas do circuito são 00. Portanto, o circuito transitará para o estado 01 após o flanco ascendente de relógio. Seguindo o mesmo tipo de raciocínio para os outros estados e valores de entrada, vem:



ou,



Aluno _____

Nº _____

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

7. [3 val] Considere o circuito digital sequencial síncrono que controla uma máquina de distribuição de chocolates.

- A máquina entrega 1 chocolate quando recebe 20 cêntimos; aceita moedas de 5, 10 e 20 cêntimos, e recebe 1 moeda de cada vez;
- um sensor indica qual o valor da moeda que foi introduzida activando um de 3 sinais indicadores, que constituem as 3 entradas do circuito digital:

S5	Indica que foi recebida uma moeda de 5c
S10	Indica que foi recebida uma moeda de 10c
S20	Indica que foi recebida uma moeda de 20c

- o circuito tem 3 saídas que, quando activas, abrem as gavetas e entregam o chocolate e, se for caso disso, as moedas de troco ao cliente:

ABRE	abre a gaveta que entrega o chocolate
T5	entrega uma moeda de 5c
T10	entrega uma moeda de 10c

- para simplificação do circuito considere que: quando é introduzida uma moeda, o sinal de entrada respectivo está sempre activo durante 1 período de relógio; logo que é introduzido um valor igual ou superior ao custo do chocolate já não são admitidas mais moedas; um sinal de saída activo durante um período de relógio entrega 1 e apenas 1 chocolate/moeda. Por exemplo, para entregar 15c de troco deve activar T5 e T10 durante um (que pode ser o mesmo) período de relógio.
- Nos aspectos omissos da especificação, tome as decisões que julgar mais razoáveis e justifique-as. Em qualquer caso opte por soluções simples, mas que sejam plausíveis do ponto de vista do comportamento do sistema.

Esboce o diagrama de estados que concretiza o controlador, especificado acima, como uma máquina de Moore. Explique sucinta mas claramente o funcionamento da máquina de estados.

O circuito tem 8 estados que correspondem aos valores totais possíveis de introduzir na máquina. A saída ABRE é activada nos estados correspondentes a quantias iguais ou superiores a 20 cêntimos. No estado 25c são entregues 5c de troco, no estado 30c são entregues 10c, e no estado 35c são entregues 15c (10c+5c).

No diagrama estão indicadas todas as transições com mudança de estado: introdução de uma moeda e regresso (incondicional) ao estado inicial (a partir dos estados 20c, 25c, 30c e 35c).

Além destas, nos estados 0c, 5c, 10c e 15c não há mudança de estado se as entradas forem 000 (não foi detectada moeda).

