

Antes de iniciar a prova, tenha em atenção o seguinte:

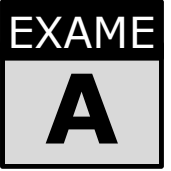
- i. O enunciado da prova inclui 16 páginas.
- ii. O teste contempla as perguntas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 e tem a duração de 1h30m.
- iii. O exame contempla todas as perguntas e tem a duração de 2h30m.
- iv. Existem 4 variantes distintas da prova: A, B, C e D.
- v. A prova é sem consulta. Sobre a secretária apenas deve encontrar-se a sua identificação (cartão de estudante).
- vi. Identifique todas as folhas do enunciado com:
 - a) Nome;
 - b) Número de aluno;
 - c) Prova que pretende realizar: teste ou exame.
- vii. Recorde que logo após terminar a prova:
 - a) Todas as páginas serão desagafadas e separadas;
 - b) As páginas 1 a 6 serão destruídas, caso tenha manifestado a intenção de fazer o teste;
 - c) Folhas não identificadas não serão cotadas!!!
- viii. Resolva a prova no próprio enunciado. Para cada questão é fornecido um espaço próprio, dentro do qual deverá responder. A sua dimensão está ajustada ao tamanho expectável da resposta.
- ix. Excepcionalmente, e caso realmente necessite, pode usar o espaço extra disponível das páginas em branco, colocadas ao longo da prova. Nesse caso, deve indicar junto ao enunciado da pergunta que a resposta à mesma se encontra na página que utilizou. Tenha presente o aviso descrito no ponto vii.b).
- x. Justifique adequadamente todas as respostas.
- xi. Responda à prova com calma. Se não sabe responder a uma pergunta, passe à seguinte e volte a ela no fim.

MUITO IMPORTANTE: indique, no rodapé de cada página, a prova que pretende realizar:

- **2º TESTE (Questões 4, 5, 6, 7, 8 e 9) 1h30m**
- **EXAME (Questões 1 a 9) 2h30m**

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

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



(Página deixada intencionalmente em branco – NÃO USAR COMO RASCUNHO)

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

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

EXAME

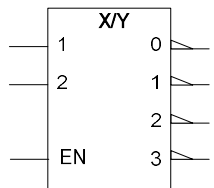
1. Considere a função lógica $f(A, B, C, D) = (A + B)(\bar{C} \oplus (AC + D))$

a) Escreva a expressão da função utilizando apenas portas NAND2 e NOT. Justifique, apresentando os diversos passos de manipulação algébrica que realizou..... [1,0 val.]

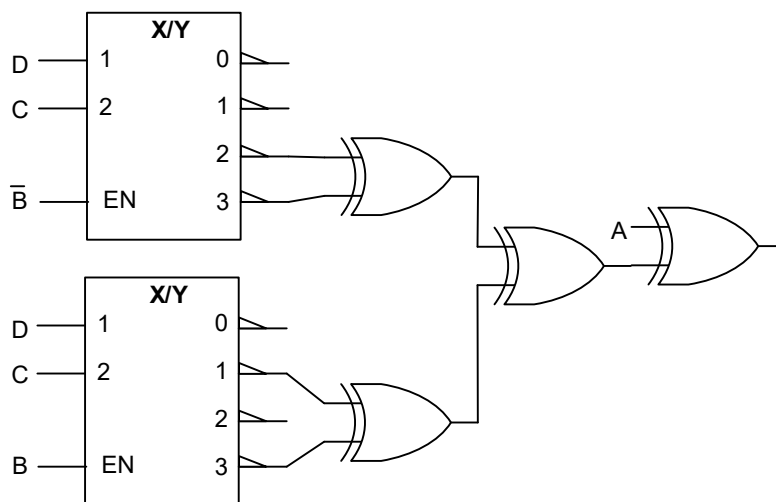
$$(A + B)(C \cdot (AC + D) + \bar{C} \cdot \overline{(AC + D)}) = (A + B)(CA + CD + \bar{C}\bar{D}) = \overline{\overline{(A + B)} \cdot \overline{(CA + CD + \bar{C}\bar{D})}}$$

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

b) Utilizando apenas 2 decodificadores com 2 entradas, enable e saída negada (ver figura) e um número mínimo de portas lógicas NOR2, XOR2, assim como portas NOT, implemente a função lógica representada na tabela de verdade abaixo. **Sugestão: compare os valores de F quando A=0 e A=1.**..... [1,0 val.]



A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

EXAME

2.. Considere a função lógica $f(A, B, C, D, E)$ incompletamente especificada, definida da seguinte forma (a variável A é a de maior peso e a variável E é a de menor peso):

$$f(A, B, C, D, E) = \prod M(1,4,6,9,14,15,17,20,21,23,26,29) \times \prod Md(5,10,12,13,16,19,24,25,30,31)$$

a)C
 complete o mapa de Karnaugh representado abaixo por forma a representar esta função..... [1,0 val.]

	CDE					CDE			
AB	000	001	011	010	110	111	101	100	
00	1	0	1	1	0	1	X	0	
01	1	0	1	X	0	0	X	X	
11	X	X	1	0	X	X	0	1	
10	X	0	X	X	1	0	0	0	

b) Identifique a expressão algébrica na forma mínima disjuntiva (soma de produtos) do seguinte mapa de Karnaugh. Justifique, marcando os implicantes primos correspondentes à função no mapa.[1,5 val.]

	CDE					CDE			
AB	000	001	011	010	110	111	101	100	
00	0	0	1	1	0	0	1	1	
01	0	0	1	0	1	1	0	1	
11	X	X	1	X	1	1	0	1	
10	1	X	1	1	0	0	1	1	

$$F = \bar{B}\bar{C}D + \bar{B}C\bar{D} + A\bar{C} + BDE + BC\bar{E}$$

c) Identifique os implicantes primos essenciais e não essenciais na expressão encontrada na alínea b). Justifique.[1,5 val.]

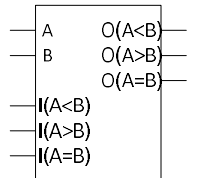
$$IPE = \bar{B}\bar{C}D + \bar{B}C\bar{D}$$

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

EXAME

3. Pretende-se projetar de raiz um comparador de números. Este projeto será faseado de acordo com as seguintes alíneas.

a) Projete um comparador de números de um bit A e B, sem sinal (ver representação ao lado). O circuito deverá ter como entradas dois números de 1 bit A e B, assim como entradas $I^{[A<B]}$, $I^{[A>B]}$ e $I^{[A=B]}$ que deverão conter o resultado da comparação de outro circuito onde se comparam bits mais significativos que A e B. As saídas do novo circuito são designadas $O^{[A<B]}$, $O^{[A>B]}$ e $O^{[A=B]}$. O circuito deverá portanto funcionar de acordo com a seguinte tabela. Nota: Para resolver este exercício, basta completar as equações algébricas de cálculo das saídas. [1,5 val.]



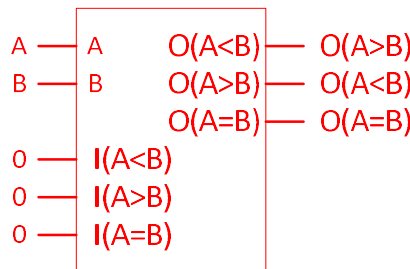
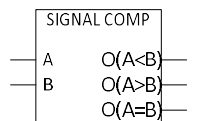
A<B	A>B	A=B	$I^{[A<B]}$	$I^{[A>B]}$	$I^{[A=B]}$	$O^{[A<B]}$	$O^{[A>B]}$	$O^{[A=B]}$
x	x	x	1	0	0	1	0	0
x	x	x	0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	X	1	0	0
0	1	0	0	0	X	0	1	0
0	0	1	0	0	X	0	0	1

$$O^{[A<B]} = I^{[A<B]} + \bar{A} \cdot B \cdot \overline{I^{[A>B]}}$$

$$O^{[A>B]} = I^{[A>B]} + A \cdot \bar{B} \cdot \overline{I^{[A<B]}}$$

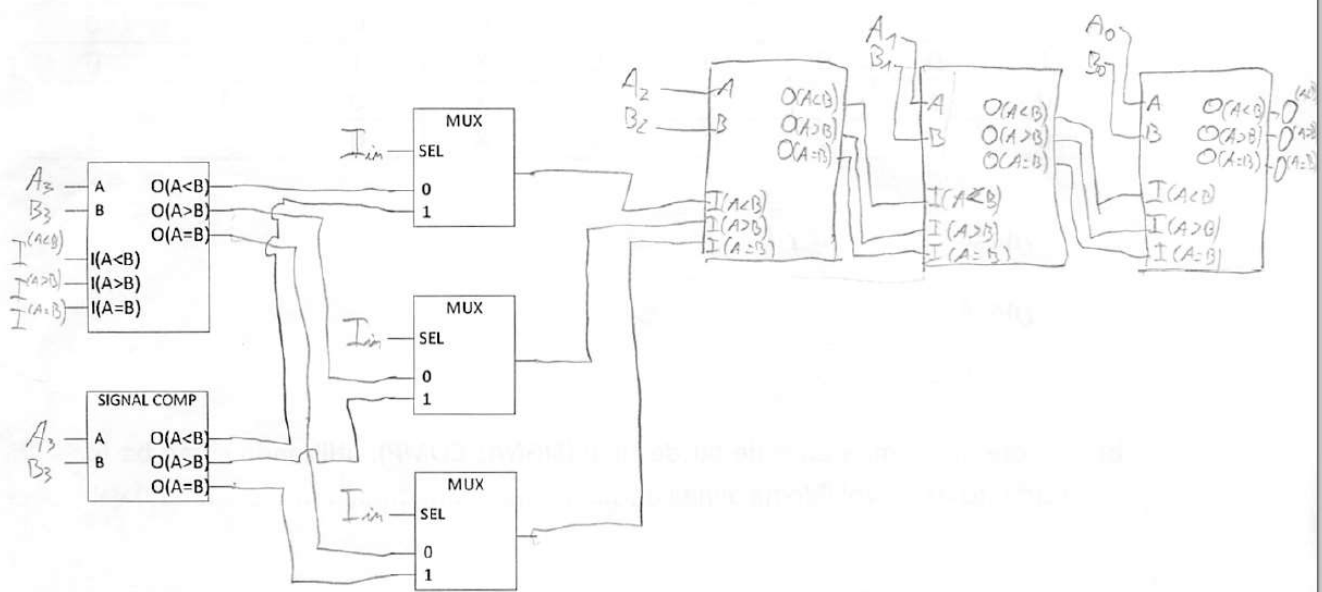
$$O^{[A=B]} = \overline{I^{[A<B]} + I^{[A>B]}} \cdot (A \odot B)$$

b) Projete um comparador de bit de sinal (*SIGNAL COMP*), utilizando como base o circuito desenvolvido na alínea a). [1,0 val.]



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

- c) Com base nos circuitos desenvolvidos nas alíneas a) e b), complete o diagrama lógico abaixo, por forma a projetar um comparador de números A(3:0) e B(3:0) em formato de complemento para 2 de 4 bits, encadeável com outros idênticos. Quando se encadeia uma série destes blocos comparadores, as entradas $I^{[A<B]}$, $I^{[A>B]}$ e $I^{[A=B]}$ do bloco de maior peso estão todas a zero, enquanto que nos outros blocos estas entradas estão ligadas, respetivamente, às saídas $O^{[A<B]}$, $O^{[A>B]}$ e $O^{[A=B]}$ do circuito idêntico de peso imediatamente superior (estando obrigatoriamente neste caso uma das entradas a 1 e as outras duas a zero) Se considerar necessário, pode utilizar mais circuitos comparadores de 1 bit, assim como o mínimo de lógica adicional[1,5 val.]



A(3:0) ———

B(3:0) ———



——— $O^{[A<B]}$
 ——— $O^{[A>B]}$
 ○ $O^{[A=B]}$

Aluno:

Nº

Prova: Teste
 Exame

Pág. 6



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

Nº

Prova: Teste
 Exame

Pág. 7



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

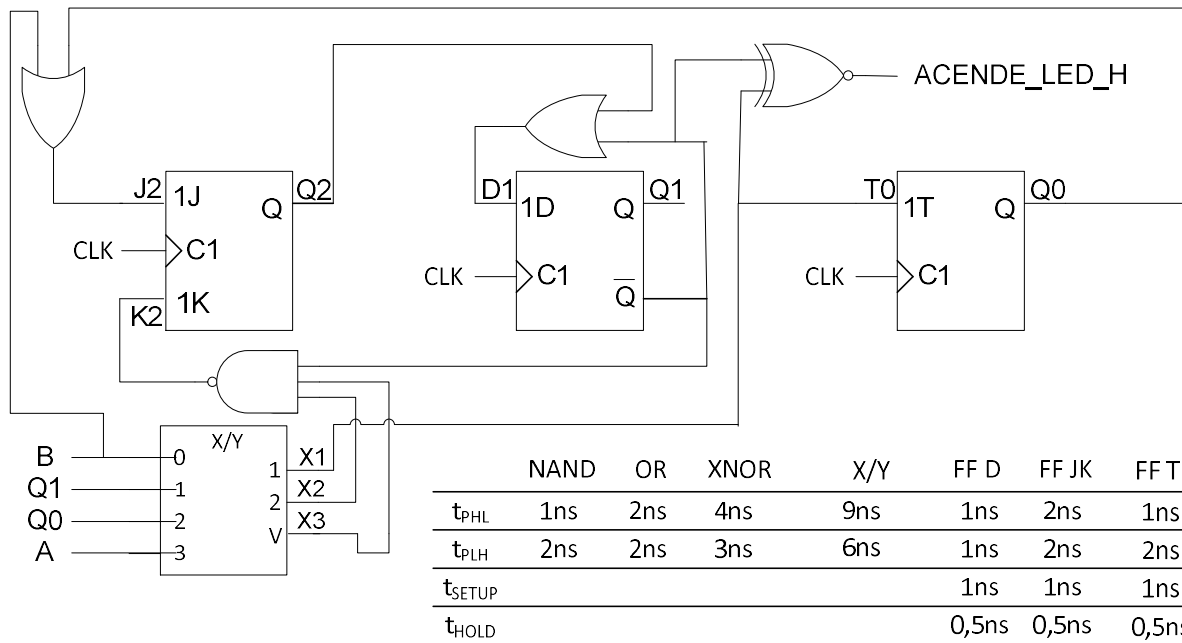
Nº

Prova: Teste
 Exame

Pág. 8

TESTE / EXAME

4. Considere o circuito da figura e os tempos de propagação indicados na tabela:



a) Complete as seguintes linhas da tabela de transição de estados.[1,0 val.]

Q_2^n	Q_1^n	Q_0^n	A	B	X1	X2	X3	J_2	K_2	D_1	T_0	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	ACENDE_LED
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0

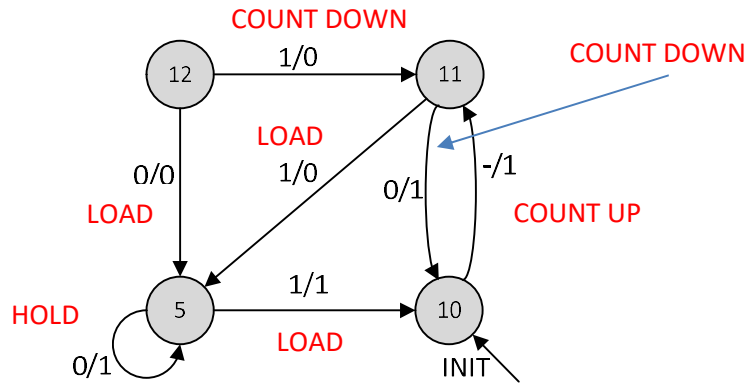
b) Determine justificadamente o período mínimo de relógio do circuito, por forma a garantir o correto funcionamento do mesmo.[0,5 val.]

$$T_{min} = T_{su}(FF JK) + T_{plh}(NAND) + T_{phl}(X/Y) + T_{plh}(FFT) = 14ns$$

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

TESTE / EXAME

5. Considere o seguinte diagrama de estados de um circuito sequencial síncrono, caracterizado por uma entrada (X) e uma saída (Y), em que a codificação dos estados corresponde aos números dentro dos círculos:



Implemente esta máquina de estados utilizando o contador fornecido e lógica adicional que ache necessária. Deve incluir uma entrada adicional de inicialização, *INIT*. Para resolver o exercício, basta completar a tabela e as equações algébricas dos sinais E0...E7 e Y em função das entradas X e *INIT*, e saídas do contador. **Sugestão: comece por preencher a tabela, associando a cada transição do diagrama de estados os modos de operação do contador.**[1,5 val.]

$E0 = 0$

$E1 = INIT + \bar{X} \cdot \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_0 + XQ_0$

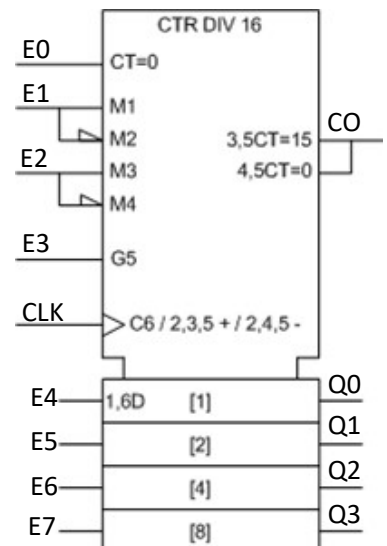
$E2 = Q_1 \cdot \bar{Q}_0$

$E3 = Q_3$

$E5 = E7 = INIT + \bar{Q}_3$

$E6 = E4 = \bar{E5}$

$Y = (\bar{X} + \bar{Q}_1 + \bar{Q}_0) \cdot (Q_0 + Q_1)$



EP	Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_0^n	X	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Y
5	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	X	0	X	X	X	X	1
5	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	X	X	0	1	0	1	1
10	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	X	X	X	X	1
10	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	X	X	X	X	1
11	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	X	X	X	X	1
11	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	X	X	0	1	0	1	0
12	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	X	X	1	0	1	0	0
12	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	X	X	X	X	0

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

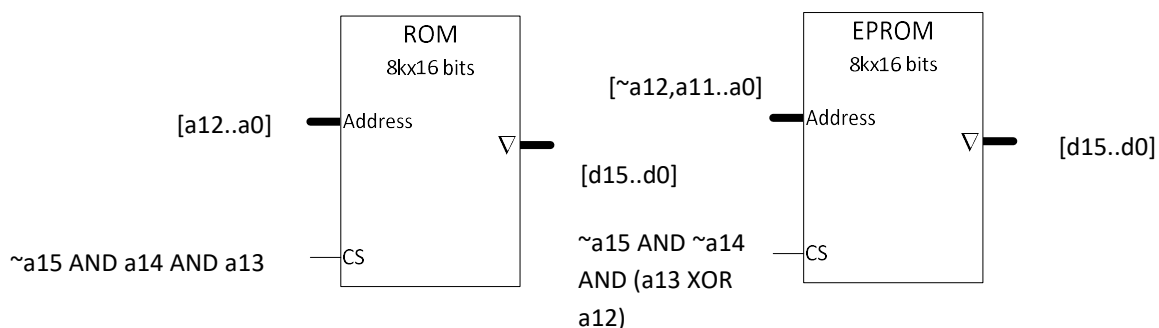
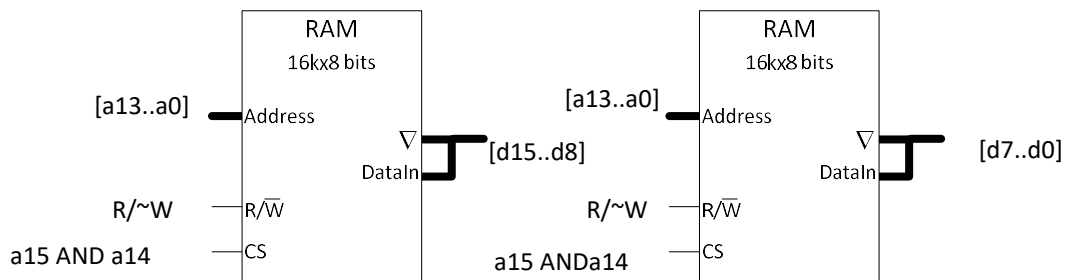
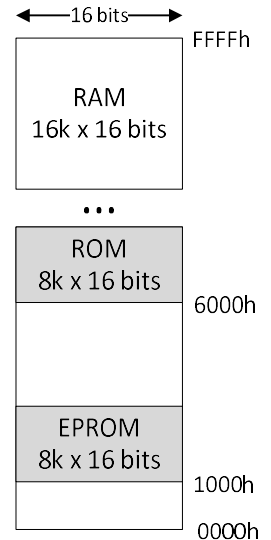
0

6. Projecte um sistema de memória constituído por 64k endereços e com palavras de 16 bits, de acordo com o mapa de memória ilustrado na figura. Considere que para a concretização deste projecto dispõe dos seguintes dispositivos de memória:

- RAM 16k x 8 bits
- EPROM 8k x 16 bits
- ROM 8k x 16 bits

Pode utilizar os componentes que julgar mais convenientes para realizar o circuito de descodificação.[1,5 val.]

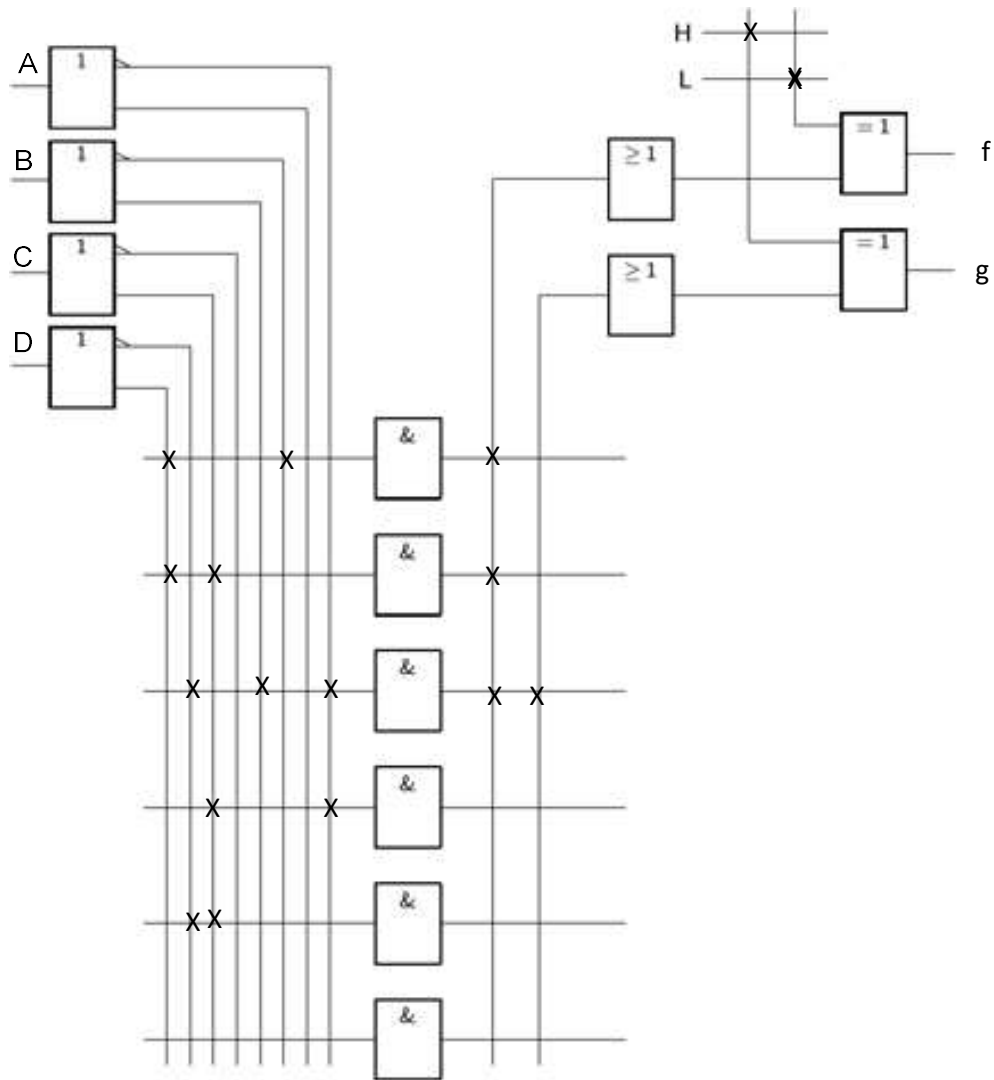
NOTA: Para garantir a legibilidade do circuito, represente as diferentes linhas de dados e de endereços através de barramentos, especificando claramente os bits que os compõem.



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

TESTE / EXAME

7. Considere o dispositivo PLA representado abaixo. Marque com x nas matrizes programáveis, quais as ligações que devem ser estabelecidas por forma a implementar as seguintes funções: $f(A, B, C, D) = \bar{B}D + CD + \bar{A}B\bar{D}$ e $g(A, B, C, D) = \bar{B}\bar{C} + A\bar{C} + \bar{C}D + AD$. Justifique.....[1,5 val.]



Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

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

8. Pretende-se desenvolver um circuito de controlo de ambiente para uma “sala limpa” (i.e., sala isolada com baixo grau de partículas em suspensão no ar) com temperatura controlada, num laboratório de desenvolvimento de circuitos integrados.

As entradas do circuito de controlo são as seguintes:

- S1: Sensor de partículas em suspensão acima do limite superior C_{sup} . Se a concentração de partículas estiver acima de C_{sup} , o valor é 1, caso contrário é 0.
- S2: Sensor de partículas em suspensão abaixo do limite inferior C_{inf} . Se a concentração de partículas estiver acima de $C_{inf} < C_{sup}$, o valor é 1, caso contrário é 0.
- S3: Sensor de temperatura acima do limite superior T_{sup} . Se a temperatura for maior que um limiar superior T_{sup} , o valor é 1, caso contrário é 0.
- T5: Sinal vindo de um temporizador que indica que passaram 5 minutos ou mais desde o seu arranque.

As saídas do circuito são as seguintes:

- A1: Atuador do sistema de aspiração.
- A2: Atuador do sistema de refrigeração.
- AT: Reinicializar temporizador.

Funcionamento do circuito:

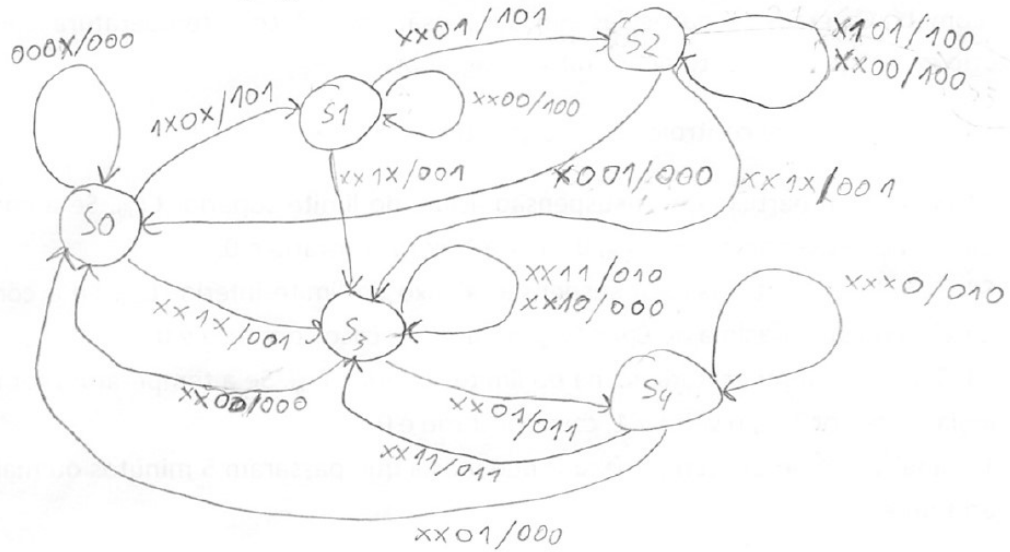
- O sistema de aspiração só pode ser ligado quando a temperatura for inferior a T_{sup} . Se estiver ligado e a temperatura subir acima de T_{sup} , desliga imediatamente.
- O sistema de aspiração deve ser ligado caso a concentração de partículas seja superior a C_{sup} . Uma vez ligado, desliga se a concentração de partículas descer abaixo de C_{inf} , mas nunca antes de estar ligado durante um mínimo de 10 minutos (exceto na situação de temperatura acima de T_{sup}).
- O sistema de refrigeração só é ligado depois da temperatura se manter acima de T_{sup} durante 5 minutos. Uma vez ligado, desliga-se 5 minutos depois de a temperatura descer abaixo de T_{sup} .

Desenhe o diagrama de estados do circuito de controlo como uma máquina de Mealy, indicando o número de estados, o significado de cada estado, os valores de entrada e de saída. A ordem dos bits de entrada e de saída é a ordem porque estes bits foram apresentados acima. **Nota: Caso não seja capaz de fazer como máquina de Mealy, pode fazer como máquina de Moore.**[1,5 val.]

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

S1 S2 S3 T5 / A1 A2 AT

(Página deixada intencionalmente em branco.)



Aluno:

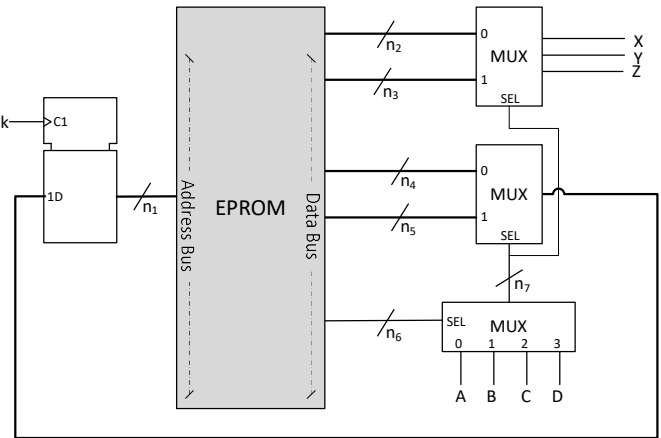
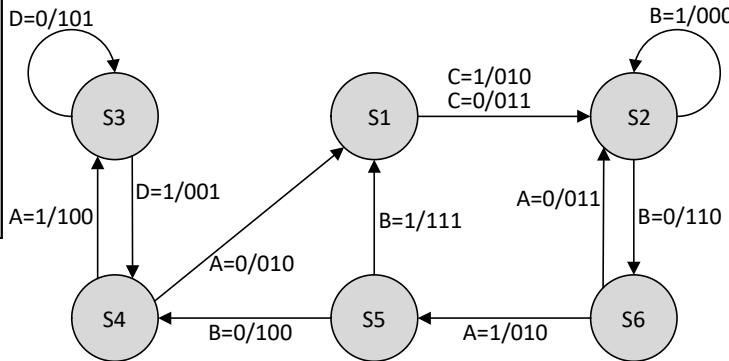
Nº

Prova: Teste
 Exame

Pág. 14

TESTE / EXAME

9. Considere o seguinte diagrama de estados de um circuito sequencial síncrono, caracterizado por 4 entradas (A,B,C,D) e 3 saídas (X,Y,Z):



Pretende-se implementar este circuito através de uma máquina de estados micro-programada constituída por uma EPROM e um registo binário com carregamento paralelo. A codificação dos estados em CBN corresponde ao número do respectivo estado.

- a) Identifique (ex: letra, nome ou acrónimo) e indique a largura (n^o bits) dos sinais representados no diagrama: $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6, n_7$[0,5 val.]
- b) Determine o conteúdo da fracção da EPROM que permite implementar todas as transições do diagrama de estados que saem dos estados S1, S3, e S6 (utilize o quadriculado da página seguinte para indicar o endereço e o valor das correspondentes posições da memória). .[1,5 val.]
- c) Indique qual a dimensão mínima da EPROM (em número de bits) por forma a garantir o funcionamento do circuito, tendo em conta este diagrama de estados (não faça qualquer normalização para uma potência inteira de 2).[0,5 val.]

b)

estado	End. actual	S_0	S_1	ES_0	ES_1	Sel_IN
S1	001	011	010	010	010	10
S3	011	101	001	011	100	11
S6	110	011	010	010	101	00

c) $6 \times 14 = 84$ bits

Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

