

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

- i. O enunciado da prova inclui 12 páginas.
- ii. O teste contempla as perguntas 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. Excecionalmente, 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 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.

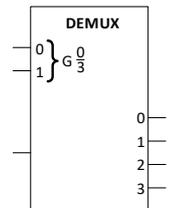
EXAME

1. Considere a função lógica $h(A, B, C) = \overline{f + g}$, com $f(A, B, C) = \overline{(A \odot B) \oplus C}$ e $g(A, B, C) = A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$, e em que a variável A é a de maior peso.

a) Apresente a tabela de verdade correspondente a cada uma das funções Booleanas indicadas no quadro de baixo. [1,0 val.]

A	B	C	$A \odot B$	$f = \overline{(A \odot B) \oplus C}$	$\overline{B} \cdot \overline{C}$	$g = A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$	$h = \overline{f + g}$

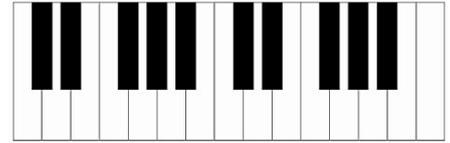
b) Utilizando apenas demultiplexer(es) semelhante(s) ao ilustrado ao lado e portas lógicas do tipo NOR de 4 entradas, projete e implemente as funções lógicas $f(A, B, C)$, $g(A, B, C)$ e $h(A, B, C)$ [1,5 val.]



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

EXAME

2. Para implementar um teclado de um pequeno sintetizador (2 oitavas), pretende-se implementar um circuito que apresente o nível lógico 0 sempre que uma das teclas negras do teclado for pressionada. Para o efeito, o engenheiro que desenvolveu este produto identificou todas as teclas através de um código de 5-bits (A,B,C,D,E), entre 1 e 25. Em particular, as teclas negras fora identificadas com os seguintes valores: 2, 4, 6, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 24. Todos os restantes códigos deverão conduzir ao nível lógico 1. Considere que a saída deste circuito é irrelevante sempre que for recebido um código fora da gama permitida. A variável A é a de maior peso e a variável E é a de menor peso.



- a) Apresente, no espaço reservado em baixo, o mapa de Karnaugh correspondente a esta função..... [0,5 val.]
- b) Identifique a expressão algébrica correspondente à forma mínima conjuntiva. Represente no mapa de Karnaugh os agrupamentos correspondentes aos implicados usados na expressão. [1,0 val.]
- c) Na solução por si identificada, qual o valor da função quando a entrada (A,B,C,D,E) toma o valor 28? Justifique. [0,5 val.]

	CDE							
AB								

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

EXAME

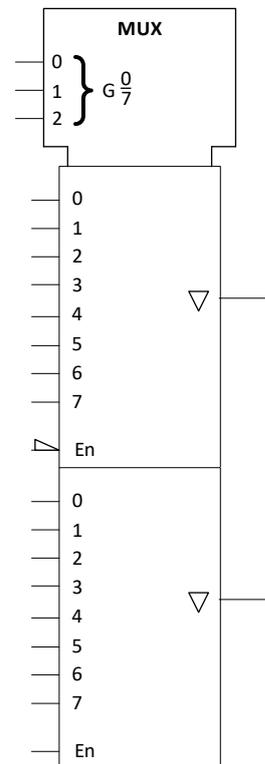
3. A tabela de preços da tarifa bi-horária de energia elétrica contempla o seguinte mapa correspondente aos instantes do dia em que a energia é mais barata (assinalados a preto) – horário económico:

HORA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Econom.																								

Para realizar a contabilização do custo de energia, pretende-se implementar um circuito combinatório que recebe a informação correspondente à hora atual $H_4H_3H_2H_1H_0$ (valor inteiro, em binário, entre 0 e 23) e produz um sinal $E(H_4H_3H_2H_1H_0)$ que indica, com o valor lógico 1, que esse instante corresponde ao horário económico.

- a) Apresente, em baixo, a tabela de verdade da função $E(H_4H_3H_2H_1H_0)$ [0,5 val.]
- b) Projete um circuito combinatório que implemente a função $E(H_4H_3H_2H_1H_0)$. Utilize, obrigatoriamente, o dual-multiplexer apresentado ao lado. [1,5 val.]

H_4	H_3	H_2	H_1	H_0	E
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	1	
0	0	0	1	0	
0	0	0	1	1	
0	0	1	0	0	
0	0	1	0	1	
0	0	1	1	0	
0	0	1	1	1	
0	1	0	0	0	
0	1	0	0	1	
0	1	0	1	0	
0	1	1	0	0	
0	1	1	0	1	
0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	
1	0	0	0	0	
1	0	0	0	1	
1	0	0	1	0	
1	0	0	1	1	
1	0	1	0	0	
1	0	1	0	1	
1	0	1	1	0	
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	0	
1	1	0	0	1	
1	1	0	1	0	
1	1	0	1	1	
1	1	1	0	0	
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	



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

4. Num determinado jogo de tabuleiro cada jogador lança simultaneamente 3 dados de tamanhos diferentes: um pequeno (P), um médio (M) e um grande (G). A pontuação atribuída ao lance é calculada segundo uma média pesada dada pela seguinte fórmula (NOTA: as faces dos dados estão numeradas entre 1 e 6):

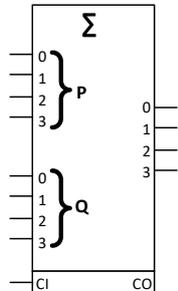


$$Lance = \frac{8 \times G - (2 \times M + 1 \times P)}{8}$$

Assuma agora uma versão eletrónica deste jogo, em que a face superior de cada um dos três dados é dada por uma representação de 3-bits: P(2:0), M(2:0) e G(2:0).

- a) Projete um circuito que implemente o cálculo da pontuação de um determinado lance (3 dados), apresentando o resultado em complemento para 2, com 8-bits.

Utilize o mínimo número de somadores de 4-bits, semelhantes ao ilustrado na figura. ...[1,5 val.]



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



b) Considerando que o jogo suporta apenas 2 jogadores (identificados por jogador 0 e jogador 1), pretende-se implementar um circuito que receba a pontuação dos lances de ambos os jogadores ($L_0(7:0)$ e $L_1(7:0)$) e devolva a seguinte informação:

- Saída E (1-bit) - Existência de empate, em que $E=1$ (caso contrário, $E=0$);
- Saída V (1-bit) - Identificação do jogador vencedor, com a maior pontuação;
- Saída P (8-bits) - Pontuação do jogador vencedor (ou do resultado do empate).

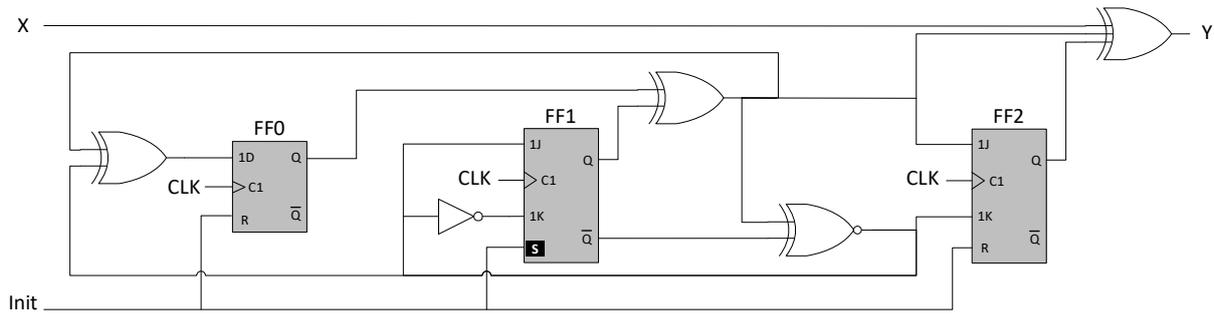
Utilize os mesmos somadores de 4 bits utilizados na alínea a) e o mínimo de lógica adicional..... [2,0 val.]

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

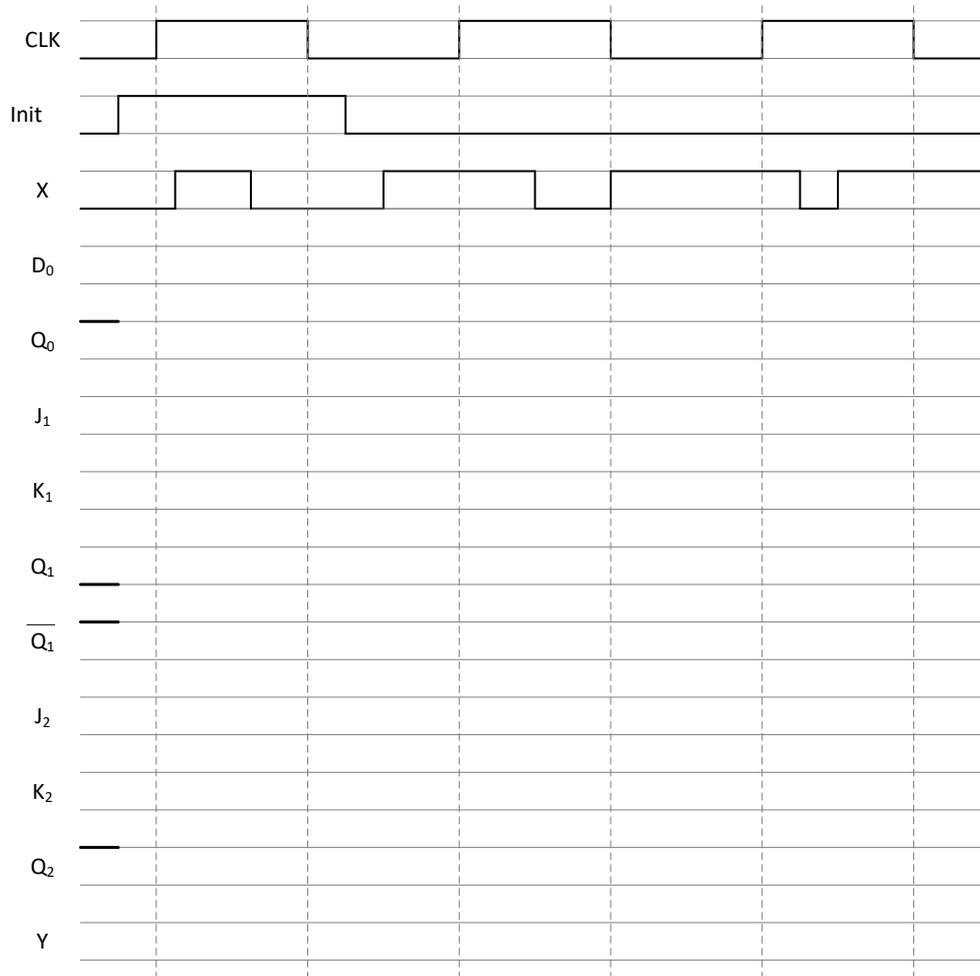
A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

TESTE / EXAME

5. Considere o circuito sequencial da figura seguinte.



a) Esboce as formas de onda indicadas para o circuito da figura. Nesta alínea, não considere os tempos de propagação indicados na tabela, assumindo o valor zero para todos eles..... [1,0 val.]



b) Indique, justificadamente, o valor do período mínimo do sinal de relógio para a qual o circuito funciona corretamente. Desenhe no logigrama o caminho crítico que determina o período crítico. [1,0 val.]

	t_p	t_{su}	t_H
FF_D	15ns	5ns	4ns
FF_JK	10ns	5ns	3ns
XOR2	6ns		
XOR3	10ns		
XNOR2	8ns		
NOT	5ns		

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

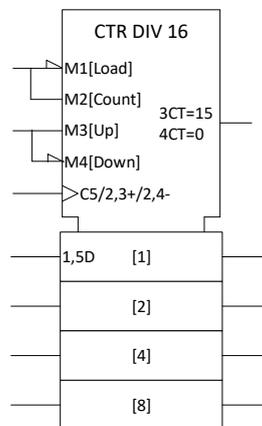
TESTE / EXAME

6. Considere o contador representado em baixo. Utilizando o mínimo de logica combinatória adicional, implemente um circuito que realize a contagem binária da seguinte sequência:

..., 3, 4, 5, 6, 11, 10, 9, 8, 7, **3, 4, 5, 6, 11, 10, 9, 8, 7**, 3, 4, 5, 6, 11, 10, 9, 8, 7, ...

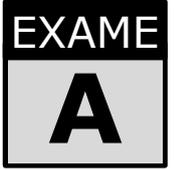
Deve ainda prever a existência de um sinal de entrada (INIT) para inicialização da contagem no valor 3.

Sugestão: comece por representar, numa tabela, os valores da sequência de contagem em binário natural e observe o padrão (bits) dos valores fronteira dessa sequência. [2,0 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.



(Página deixada intencionalmente em branco.)

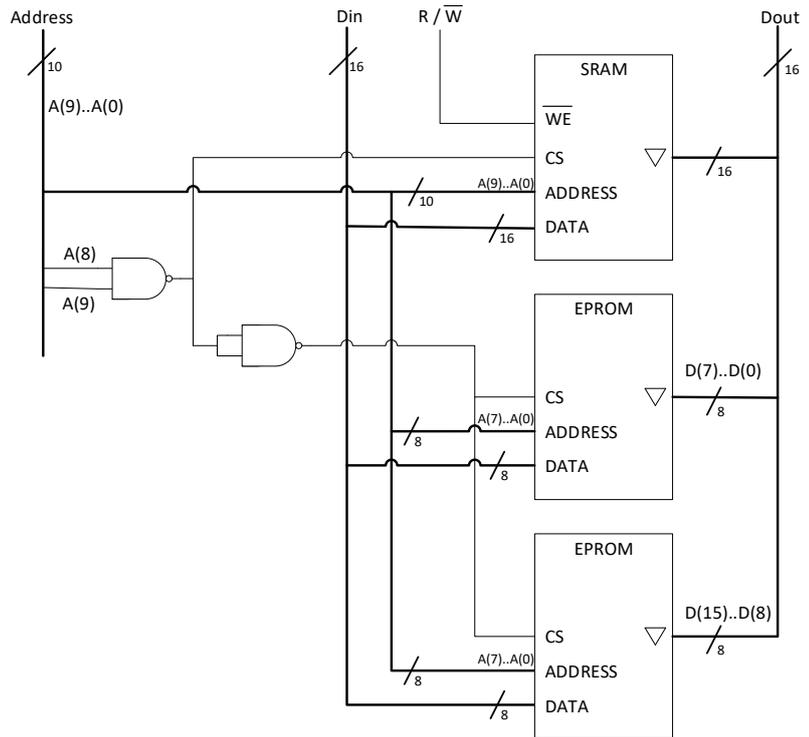
Aluno:	Nº	Prova: <input type="checkbox"/> Teste <input type="checkbox"/> Exame
--------	----	---

TESTE / EXAME

8. Considere o circuito da figura e admita que inicialmente o conteúdo das memórias é o seguinte:

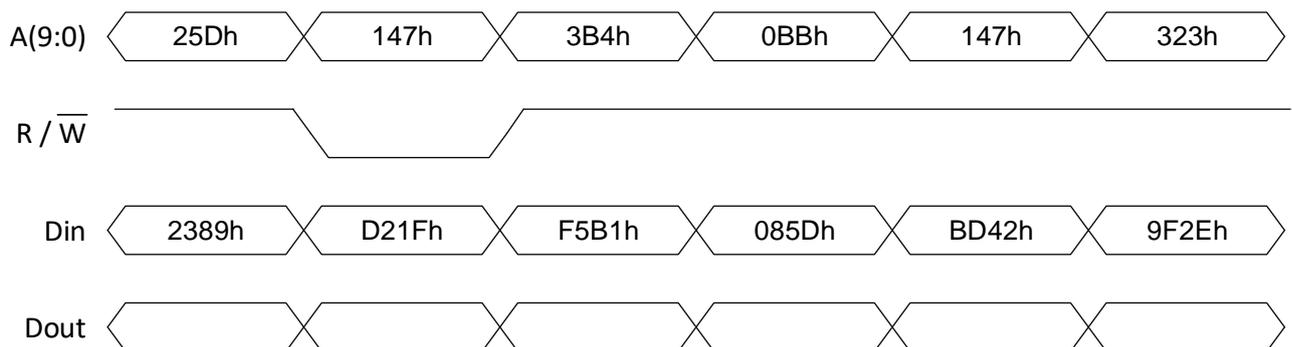
- O endereço i mapeado no espaço de EPROM guarda o valor simétrico de i , ou seja, $-i$ (estendido a 16-bits);
- O endereço i mapeado no espaço de SRAM foi inicializado com o valor positivo correspondente ao resultado da divisão inteira: $i \div 16$ (estendido a 16-bits).

a) Indique a capacidade (número de endereços) do espaço de endereçamento mapeado em EPROM e SRAM, bem como o respetivo endereço inicial e final, de acordo com o circuito apresentado na figura..... [1,0 val.]
NOTA: represente os endereços em hexadecimal.



	EPROM	SRAM
Capacidade		
End. Inicial		
End. Final		

b) Complete o seguinte diagrama temporal, indicando o valor à saída do barramento Dout..... [1,0 val.]



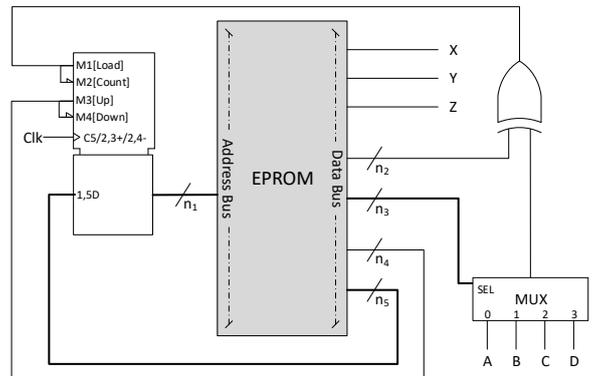
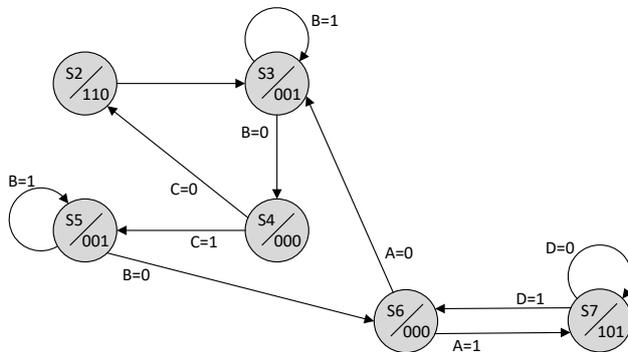
Notas:

- Assinale com o símbolo 'Z' sempre que o barramento se encontrar em alta impedância.
- Assuma que a escrita é transparente, i.e., sempre que escrever um valor V num endereço A , a saída $Dout$ toma imediatamente o valor V .

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

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 contador binário com carregamento paralelo. A codificação dos estados em código binário natural corresponde ao número do respetivo estado.

- Identifique (ex: letra, nome ou acrónimo) e indique a largura (n° bits) dos sinais representados no diagrama: n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 e n_5 [0,5 val.]
- Determine o conteúdo da fração da EPROM que permite implementar todas as transições do diagrama de estados que saem dos estados S2, S6 e S7 (indique o endereço e o valor das correspondentes posições da memória, admitindo que a saída X corresponde ao bit menos significativo). [1,0 val.]
- Indique qual a dimensão mínima da EPROM (endereços e largura de cada palavra) por forma a garantir o funcionamento do circuito, tendo em conta este diagrama de estados (não precisa fazer qualquer normalização para uma potência inteira de 2). [0,5 val.]

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