

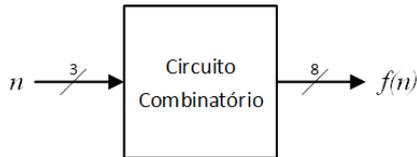
Antes de iniciar a prova, tenha em atenção o seguinte:

- i. A prova contempla 9 perguntas, distribuídas por 12 páginas, e tem a duração de 2h30m.
- ii. Existem 4 variantes distintas da prova: A, B, C e D.
- iii. A prova é sem consulta. Sobre a secretária apenas deve encontrar-se a sua identificação (cartão de estudante). NÃO PODE UTILIZAR CALCULADORA.
- iv. Identifique todas as folhas do enunciado com o seu nome e número mecanográfico. Recorde que logo após terminar a prova todas as páginas serão desagafadas e separadas. Folhas não identificadas não serão cotadas!!!
- v. 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.
- vi. 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.
- vii. Justifique adequadamente todas as respostas.
- viii. Responda à prova com calma. Se não sabe responder a uma pergunta, passe à seguinte e volte a ela no fim.

1. Considere o seguinte número positivo X representado em BCD: $X = 0001\ 0000\ 1001_{\text{BCD}}$.

- a) Qual o número correspondente na base 10? [0,5 val.]
- b) Represente este número (X) na base 2 em notação de complemento para 2 (8 bits). [1,0 val.]
- c) Represente o simétrico deste número (-X) na base 2 em notação de complemento para 2 (8 bits). [0,5 val.]

2. Pretende-se implementar um circuito combinatório que implemente a função $f(n) = 8.\pi.n$, definida no intervalo $0 \leq n \leq 10$, com valores de saída aproximados ao valor inteiro mais próximo, de acordo com a tabela de verdade apresentada:



n					$f(n) = 8.\pi.n$								
Decimal	n_3	n_2	n_1	n_0	Decimal	f_7	f_6	f_5	f_4	f_3	f_2	f_1	f_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	25	0	0	0	1	1	0	0	1
2	0	0	1	0	50	0	0	1	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	75	0	1	0	0	1	0	1	1
4	0	1	0	0	101	0	1	1	0	0	1	0	1
5	0	1	0	1	126	0	1	1	1	1	1	1	0
6	0	1	1	0	151	1	0	0	1	0	1	1	1
7	0	1	1	1	176	1	0	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	201	1	1	0	0	1	0	0	1
9	1	0	0	1	226	1	1	1	0	0	0	1	0
10	1	0	1	0	251	1	1	1	1	1	0	1	1

- a) Apresente, no espaço reservado em baixo, o mapa de Karnaugh da função $f_5(n)$. Assuma que o valor da função para valores fora do domínio definido é irrelevante. [1,0 val.]
- b) Identifique a expressão algébrica correspondente à forma mínima conjuntiva desta função. Justifique, representando no mapa os agrupamentos correspondentes aos implicados da expressão..... [1,0 val.]
- c) Na solução identificada na alínea anterior, qual o valor da função $f_5(n)$ caso a entrada n tome (inadvertidamente) o valor 12? Justifique. [0,5 val.]

	n_1n_0				
n_3n_2					

3. O engenheiro de uma fábrica de colchões pretende implementar um circuito que calcule o comprimento de fio (L) necessário para produzir uma mola helicoidal, semelhante à ilustrada.



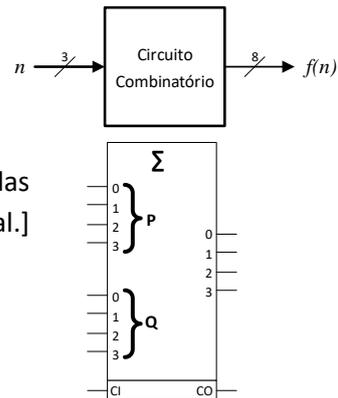
O comprimento do fio é dado pela expressão $L(R, V) = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot V$, em que R representa o raio da mola e V representa o número de voltas da mesma.

a) Apresente a expressão numérica que representa a função $L(R, V)$ utilizando a função $f(R) = 8 \cdot \pi \cdot R$ definida anteriormente na pergunta 2. [0,5 val.]

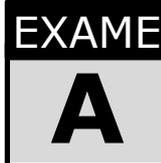
b) Desenhe o diagrama lógico de um circuito que receba como entrada um valor de 3-bits referente ao raio da mola (R) e disponibiliza na sua saída o valor calculado referente ao comprimento (constante) de fio de uma mola com 7 voltas ($V = 7$), utilizando:

- circuito combinatório referido na pergunta 2 para cálculo da função $f(n)$;
- somadores de 4-bits.

O cálculo deverá ter a máxima precisão possível. Não se esqueça de identificar todas as linhas (bits) dos sinais envolvidos..... [1,5 val.]



Aluno:	Nº
--------	----



(Página deixada intencionalmente em branco.)

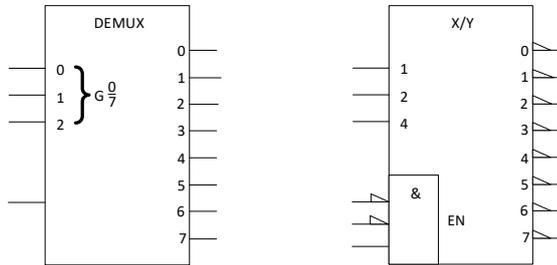
Aluno:

Nº

Pág. 4

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

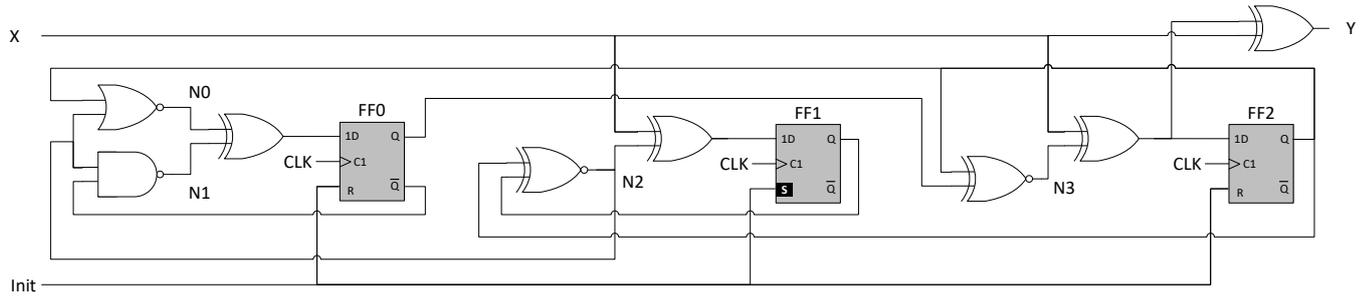
4. Considere agora as funções lógicas f_4 e f_3 definidas na pergunta 2. Projete um circuito que concretiza estas duas funções utilizando, obrigatoriamente, uma única unidade de cada um dos seguintes componentes:



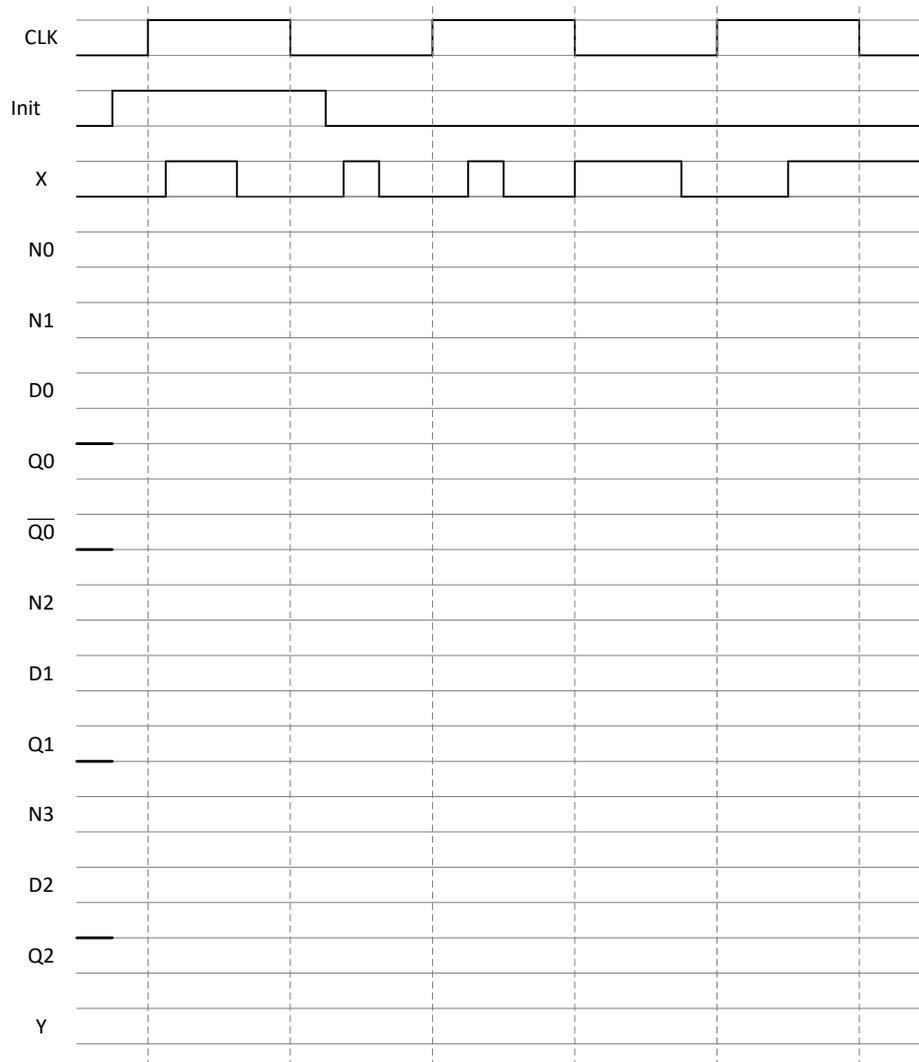
Pode usar também portas lógicas NAND e NOR de 3 entradas. O valor das funções para valores fora do domínio definido deve ser zero. [1,5 val.]

n_3	n_2	n_1	n_0	f_4	f_3
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0

5. Considere o seguinte logigrama, correspondente a uma máquina de estados com entrada X saída Y.



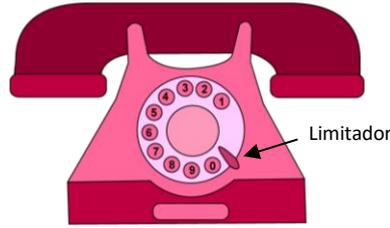
a) Complete o seguinte diagrama temporal, desprezando os tempos de propagação e setup. [1,5 val.]



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 (ns)	t_{su} (ns)
FF D	10	5
NAND	5	-
NOR	7,5	-
XOR	10	-
XNOR	12,5	-

6. Até meados da década de 90, os telefones da rede fixa (analógica) realizavam a marcação do número de telefone do destinatário através de um marcador rotativo mecânico.



Para marcar um determinado dígito, o utilizador coloca o dedo no “anel” correspondente a esse dígito e roda o marcador no sentido horário até bater com o dedo no limitador.

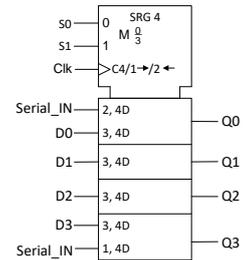
De seguida, retira o dedo do anel e o marcador volta até à posição inicial, rodando no sentido inverso. Ao descrever este movimento, o marcador, gera um conjunto de pulsos elétricos na linha telefónica correspondente ao dígito que se marcou ('1'=1 pulso, '2'=2 pulsos, ... '0'=10 pulsos). A tabela apresentada representa o número de pulsos gerados pela marcação de cada dígito.

Dígito	Pulsos									
	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	N ₀
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Pretende-se implementar uma versão eletrónica deste marcador. Para o efeito, o circuito recebe os seguintes sinais de entrada:

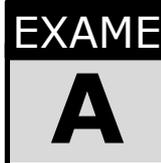
- N (10-bit): codifica o dígito a marcar (de acordo com a tabela apresentada);
- V (1-bit): indica a presença de um dígito válido (ativo a HIGH durante um ciclo de relógio).

O circuito deve apresentar na saída Y (1-bit) a sequência pulsos correspondentes a esse dígito (começando pelo valor N₀ e acabando no N₉), de acordo com o ritmo definido pelo sinal de relógio Clk. A saída Y deve permanecer no nível lógico LOW sempre que não estiver a ser marcado um número.



Implemente o circuito utilizando registos de deslocamento semelhantes ao ilustrado na figura..... [1,5 val.]

Aluno:	Nº
--------	----



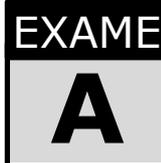
(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

Nº

Pág. 8

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



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

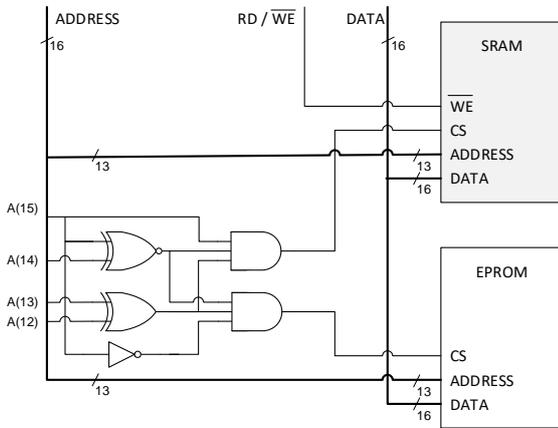
Nº

Pág. 10

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

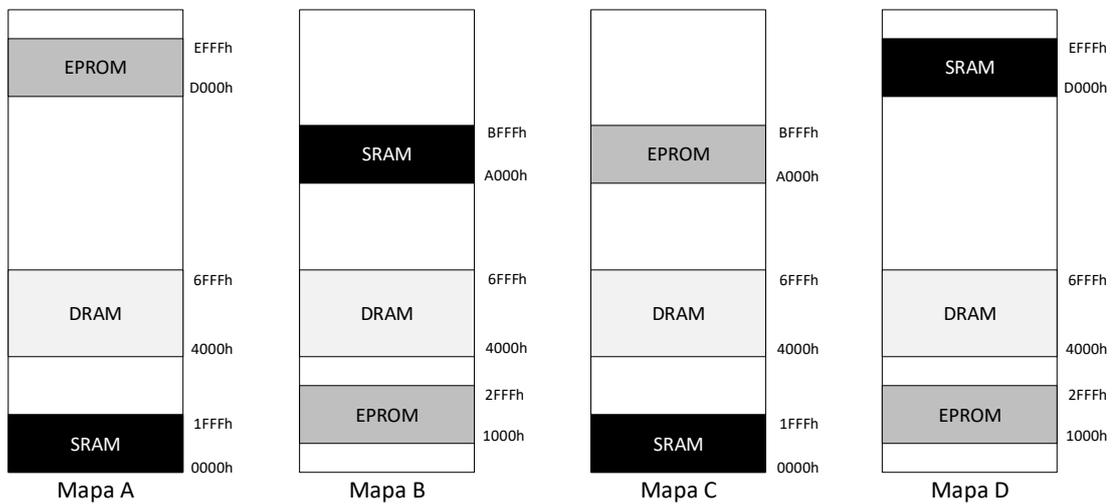
8. Considere o seguinte circuito referente a um plano de memória com uma EPROM e uma SRAM.

a) Indique qual dos seguintes mapas de memória (A, B, C, D) corresponde ao circuito apresentado ... [1,0 val.]



NOTAS:

- Assuma que os portos DATA de todas as memórias são tri-state;
- Assuma que o porto DATA da memória SRAM é bidirecional.



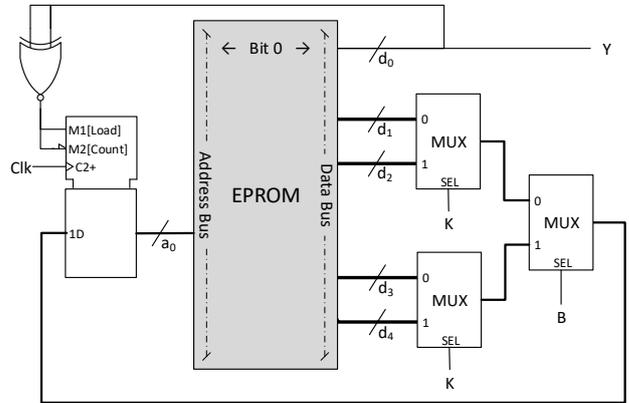
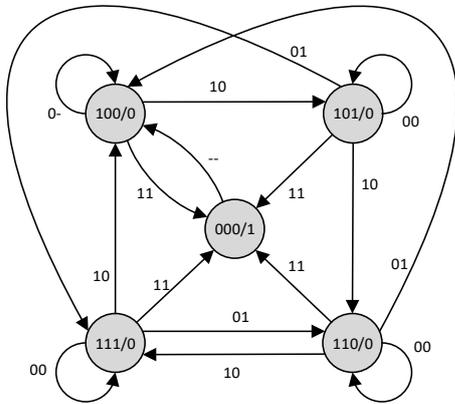
RESPOSTA: _____ . (NOTA IMPORTANTE: resposta errada desconta 0,25 valores)

b) Pretende-se ligar uma memória **DRAM** correspondente à zona assinalada no mapa de memória (ver acima). Indique a capacidade (número de endereços), em decimal, desta memória. Justifique. [0,5 val.]

c) Desenhe o circuito de descodificação que deve ser ligado à entrada CS da **DRAM**. Justifique..... [1,0 val.]

Aluno:	Nº
--------	----

9. Considere o seguinte diagrama de estados de um circuito sequencial síncrono, caracterizado por 2 entradas (B,K) e 1 saída (Y). Pretende-se implementar este circuito através de uma máquina de estados micro-programada, ilustrada na figura em baixo. Todos os estados foram codificados utilizando o sistema de representação binário natural, com 3-bits (i.e., S5="101").



- Identifique o significado e largura (nº bits) dos sinais representados: $a_0, d_4, d_3, d_2, d_1, d_0$ [0,5 val.]
- Determine o conteúdo da fração da EPROM que permite implementar todas as transições do diagrama de estados que saem dos estados S4 e S5. Não se esqueça de identificar os diversos campos (de acordo com a alínea anterior), bem como os endereços correspondentes a essas posições de memória. Assuma que o sinal Y ocupa o bit menos significativo do barramento de dados..... [1,5 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
--------	----