

**Notas Importantes!**

- Duração: 2h30m. Durante a realização do teste não é permitida a permanência na sala de calculadoras, telemóveis ou outros dispositivos eletrónicos.
- Responda na folha do teste. Escreva nome e N.º. mec. em todas as folhas.

N.º mec: \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

1. [5 valores] Para cada questão proposta, existem quatro alternativas de resposta, das quais apenas uma é correta. Deve escolher marcando 'x' na célula correspondente da tabela ao lado. No caso de se enganar, pode corrigir desenhando um círculo a cheio sobre o 'x'. A cotação de cada pergunta é de 0.5 valores. Questões não respondidas valem 0. Cada questão errada (ou de resposta ambígua) desconta 1/4 da cotação, até ao limite mínimo de 0 valores no cômputo geral desta parte.

questão	a	b	c	d
1.1				
1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
1.6				
1.7				
1.8				
1.9				
1.10				

1.1 A representação do número  $157_8$  em base 10 é:

- a) 157  
b) 111  
c) 751  
d) nenhuma das anteriores

1.2. A representação do número  $27_{10}$  em base 2 com 8 bits é:

- a) 00011011  
b) 11011000  
c) 00000111  
d) nenhuma das anteriores

1.3. A representação do número  $0.6273_8$  em base 16 é:

- a) 0.6273  
b) 0.C4E6  
c) 0.DCC  
d) nenhuma das anteriores

1.4. Considere os números binários  $A=110$  e  $B=111$ . Verifica-se a relação  $A>B$  se o código de representação for:

- a) complemento para 2 com 3 bits  
b) complemento para 1 com 3 bits  
c) sinal e módulo com 3 bits  
d) sem sinal com 3 bits

1.5. Considere os números  $A=1010$  (representação em complemento para 2 com 4 bits) e  $B=11111010$  (representação em complemento para 2 com 8 bits). Pode-se afirmar que:

- a)  $A = B$   
b)  $A < B$   
c)  $A < B$   
d) é impossível comparar os números

1.6. Considere a palavra 1111 (em código AIKEN). A sua representação no código  $BCD_{8421}$  é:

- a) 1111  
b) 1001  
c) 0011  
d) impossível

1.7. A palavra 1011 em código binário natural corresponde, em código de Gray, a:

- a) 1100  
b) 1011  
c) 1110  
d) nenhuma das anteriores

1.8. O código de Hamming de distância 3 permite:

- a) detetar, mas não corrigir, 1 erro  
b) detetar e corrigir 2 erros  
c) detetar até 2 erros e corrigir até 1 erro  
d) detetar 3 erros

1.9. No sistema de representação em complemento para 1 com 4 *bits*, a soma aritmética de 0100 e 1100 é:

- a) 1000
- b) 0000
- c) 0001
- d) nenhuma das opções anteriores

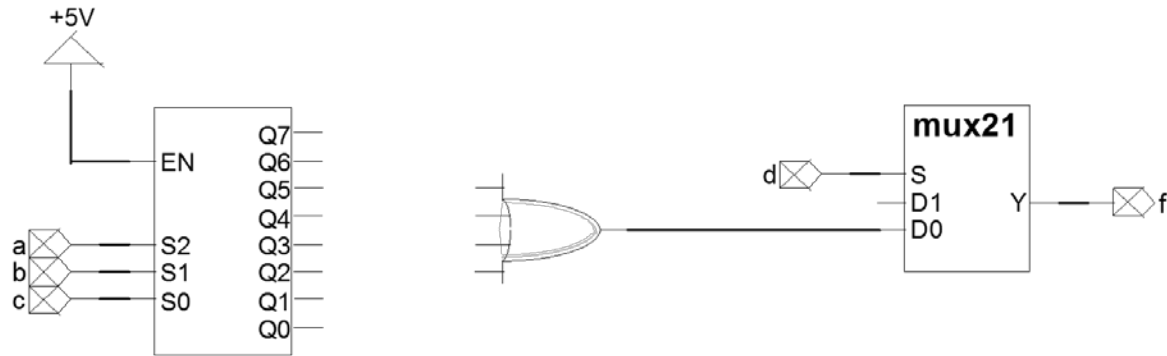
1.10. No sistema de representação em complemento para 2 com 4 *bits*, a soma aritmética de 0100 e 1100 é:

- a) 1000
- b) 0000
- c) 0001
- d) nenhuma das opções anteriores

2. [3 valores] Pretende-se implementar a função  $k(a,b,c) = (a+c) \cdot (\bar{b}+c) \cdot (b+\bar{c})$  recorrendo apenas a multiplexers 2:1 (vide bloco *mux21* representado na questão 3). Comece por construir a tabela de verdade e depois desenhe o circuito explicitando todas as ligações. Admita que dispõe dos complementos das variáveis de entrada e das constantes 0 e 1. Use o número mínimo possível de multiplexers. Não pode usar outros componentes.

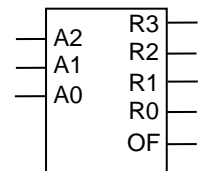
Nº mec: \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

3. [2 valores] O circuito da figura seguinte contém um decodificador binário 3:8, um multiplexer 2:1 e uma porta OR de quatro entradas e deve implementar a função  $f(a,b,c,d) = a \oplus b \oplus c \oplus d$ . As entradas  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  já estão ligadas, bem como a saída  $f$ . Complete o circuito (na própria figura), adicionando as ligações que faltam. Em termos de componentes adicionais, só pode usar portas lógicas NOT. Justifique a sua solução.



4. [2 valores] Pretende-se projetar um circuito que processe o operando  $A$ , representado no sistema ‘complemento para dois’ com 3 bits ( $A_2A_1A_0$ ), e realize a operação seguinte:

$$R = \begin{cases} (A^2), & \text{se } A \geq 0 \\ -(A^2), & \text{se } A < 0 \end{cases}$$



O resultado  $R(R_3R_2R_1R_0)$  também é representado no sistema ‘complemento para dois’ (com 4 bits). A saída adicional (OF) destina-se a assinalar *overflow*.

Construa apenas a tabela de verdade do bloco em causa; em caso de *overflow*, considere irrelevante o estado das saídas  $R_3$ ,  $R_2$ ,  $R_1$  e  $R_0$ .

5. A tabela de verdade especifica as funções  $f(a,b,c,d)$  e  $g(a,b,c,d)$ .

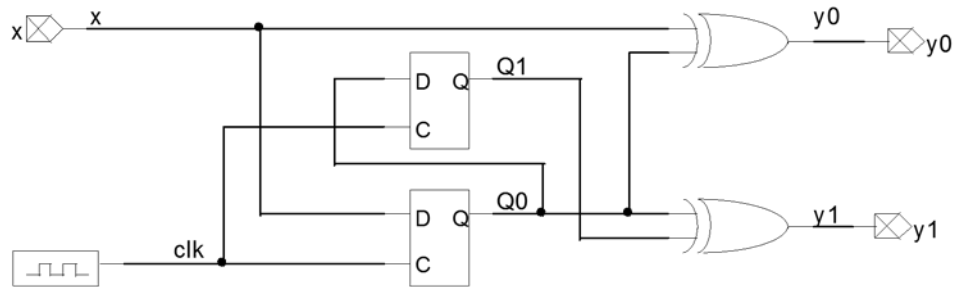
5.1. [1 valor] Usando o método de Karnaugh, encontre a representação mínima da função  $f(a,b,c,d)$  na forma de soma de produtos, aproveitando o melhor possível as situações de irrelevância.

a	b	c	d	f	g
0	0	0	0	x	1
0	0	0	1	x	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	x	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	x	1
1	1	0	0	x	0
1	1	0	1	x	1
1	1	1	0	x	0
1	1	1	1	1	1

5.2. [1 valor] Indique as expressões algébricas de todos os implicantes primos essenciais da função  $g(a,b,c,d)$ .

Nº mec: \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

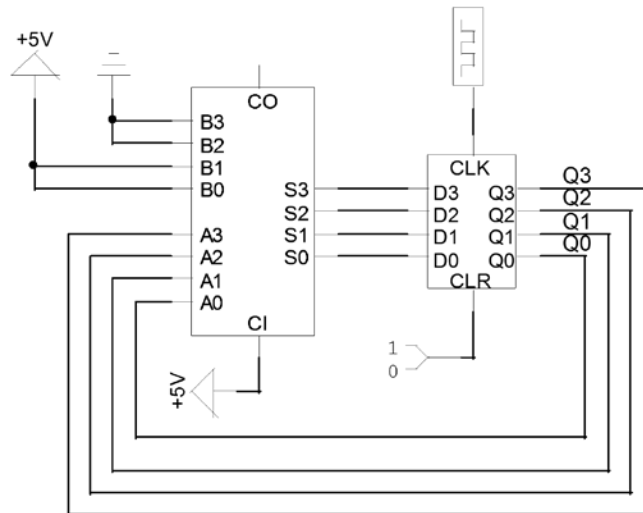
6. Considere o circuito sequencial síncrono da figura, baseado em *flip-flops* do tipo D.



6.1. [2 valores] Analise-o, apresentando em detalhe todos os passos seguidos e desenhe o diagrama de estados/saídas.

6.2. [1 valor] Os *flip-flops* que compõem o circuito têm as características temporais seguintes:  $t_{\text{setup}}=15$  ns,  $t_{\text{hold}}=5$  ns,  $t_{\text{pHL}}=25$  ns,  $t_{\text{pLH}}=20$  ns; o tempo de atraso de uma porta lógica elementar é  $t_{\text{porta}} = 10$  ns. Nestas condições, determine a frequência máxima de funcionamento do circuito. Justifique a sua conta e não esqueça as unidades.

7. Observe o circuito seguinte, baseado num registo de 4 *bits* e um somador iterativo de 4 *bits*.



7.1. [1 valor] Determine a sequência de contagem que poderá ser observada nas saídas Q3Q2Q1Q0. Justifique.

7.2. [1 valor] Assumindo que o somador é do tipo *ripple-carry*, calcule o tempo de atraso máximo de cada etapa elementar de soma para que o circuito possa funcionar a 10 MHz. Admita que  $t_{\text{setup}}=t_{\text{hold}}=5$  ns e  $t_{\text{pHL}}=t_{\text{pLH}}=15$  ns.

8. [1 valor] Analise o diagrama temporal seguinte que ilustra o comportamento no tempo de uma máquina sequencial síncrona com uma entrada,  $x$ , e uma saída,  $y$ . O estado da máquina é representado pelo sinal  $Q$ . Indique, justificando, o tipo da máquina.

