

Aluno _____	Nº _____
-------------	----------

---

**Instituto Superior Técnico**  
**Licenciatura em Ciências Informáticas**  
**Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica**  
**Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

***Sistemas Digitais***

Exame de 1ª Época – 20 de Janeiro de 2003

---

**Antes de começar o exame leia atentamente esta folha de rosto**

1. A mesa de exame apenas deve ter a identificação do aluno (cartão de estudante e bilhete de identidade ou outro documento oficial com fotografia)
2. Identifique todas as folhas do enunciado. A não identificação de uma folha de exame acarreta a sua destruição automática.
3. Responda apenas na folha de exame. Utilize as costas das folhas para rascunho.
4. Para cada questão do exame é fornecido um espaço, devidamente enquadrado, dentro do qual deverá responder. O tamanho do enquadramento está ajustado ao tamanho expectável da resposta. Respostas que se prolongam para além do enquadramento de cada pergunta apenas significam que o aluno está a responder desadequadamente, pelo que serão devidamente penalizadas.
5. As cotações das perguntas encontram-se indicadas à esquerda, a cheio entre parêntesis.
6. Duração do exame: 2 horas e meia.
7. A não entrega do exame tem o mesmo significado que a não comparência ao exame.

Aluno _____	Nº
-------------	----

**Grupo I – Circuitos Combinatórios Básicos**

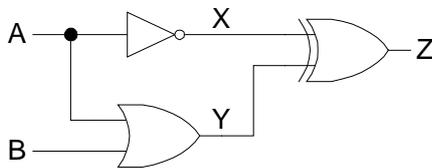
1. Considere uma função F de cinco variáveis (A, B, C, D, E), em que A é o bit mais significativo, definida da seguinte forma:  
 $f(A,B,C,D,E) = \sum m(1, 2, 5, 8, 10, 20, 26, 30) + \sum md(0, 4, 6, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 28)$

- a) [2 val] Usando um quadro de Karnaugh, obtenha uma expressão mínima da função f na forma disjuntiva mínima (soma de produtos mínima).

- a) [1 val] O implicante  $\bar{B}\bar{D}E$  é primo?  
 Indique, justificando, um implicante primo essencial e um implicante primo não essencial.

Aluno _____	Nº _____
-------------	----------

2. Considere o circuito e a tabela de tempos de propagação seguintes.



Portas \ Tempos	$t_{p\ HL}$	$t_{p\ LH}$
NOT	6 ns	5 ns
OR	25 ns	22 ns
XOR	10 ns	15 ns

a) [2 val] Suponha que, no instante  $t=0$ , o sinal A sofre uma variação brusca de High para Low, enquanto que o sinal B permanece a Low. Esboce num diagrama temporal as formas de onda relativas aos sinais A, B, X, Y e Z, indicando claramente os instantes de comutação das portas.

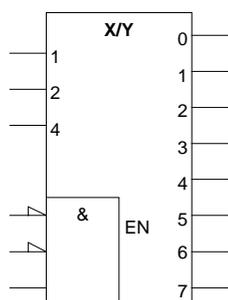
Aluno \_\_\_\_\_

Nº

### Grupo II – Circuitos Combinatórios Integrados, Memórias

1. [2 val] Pretende-se realizar um circuito combinatório, com 4 bits de entrada e um de saída. As entradas representam um dígito decimal em código BCD. A saída (activa a High) indica se a entrada representa um código inválido (códigos 10 a 15) na representação BCD. **Só pode utilizar um único multiplexer**, da menor dimensão possível (não pode usar nenhuma porta adicional). Determine o diagrama lógico correspondente. (Cotação = 2 val, se usar 1 MUX 4:1; 1 val, se usar 1 MUX 8:1; 0,5 val, se usar 1 MUX 16:1).

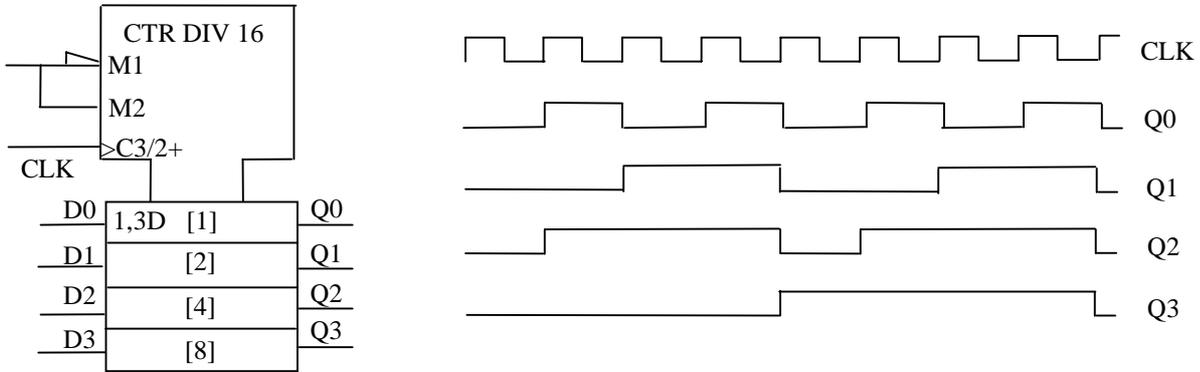
2. [2 val] Pretende-se implementar um somador completo, de um bit, com recurso ao decodificador abaixo. Use o menor número possível de portas lógicas adicionais. Desenhe, justificando, o diagrama lógico para o circuito pretendido.



3. [1 val] Suponha que quer implementar o circuito combinatório da alínea 2 usando uma memória. Qual a dimensão mínima da memória necessária para implementar as funções lógicas associadas ao somador completo? Qual o seu conteúdo?

**Grupo III – Contadores e Registos**

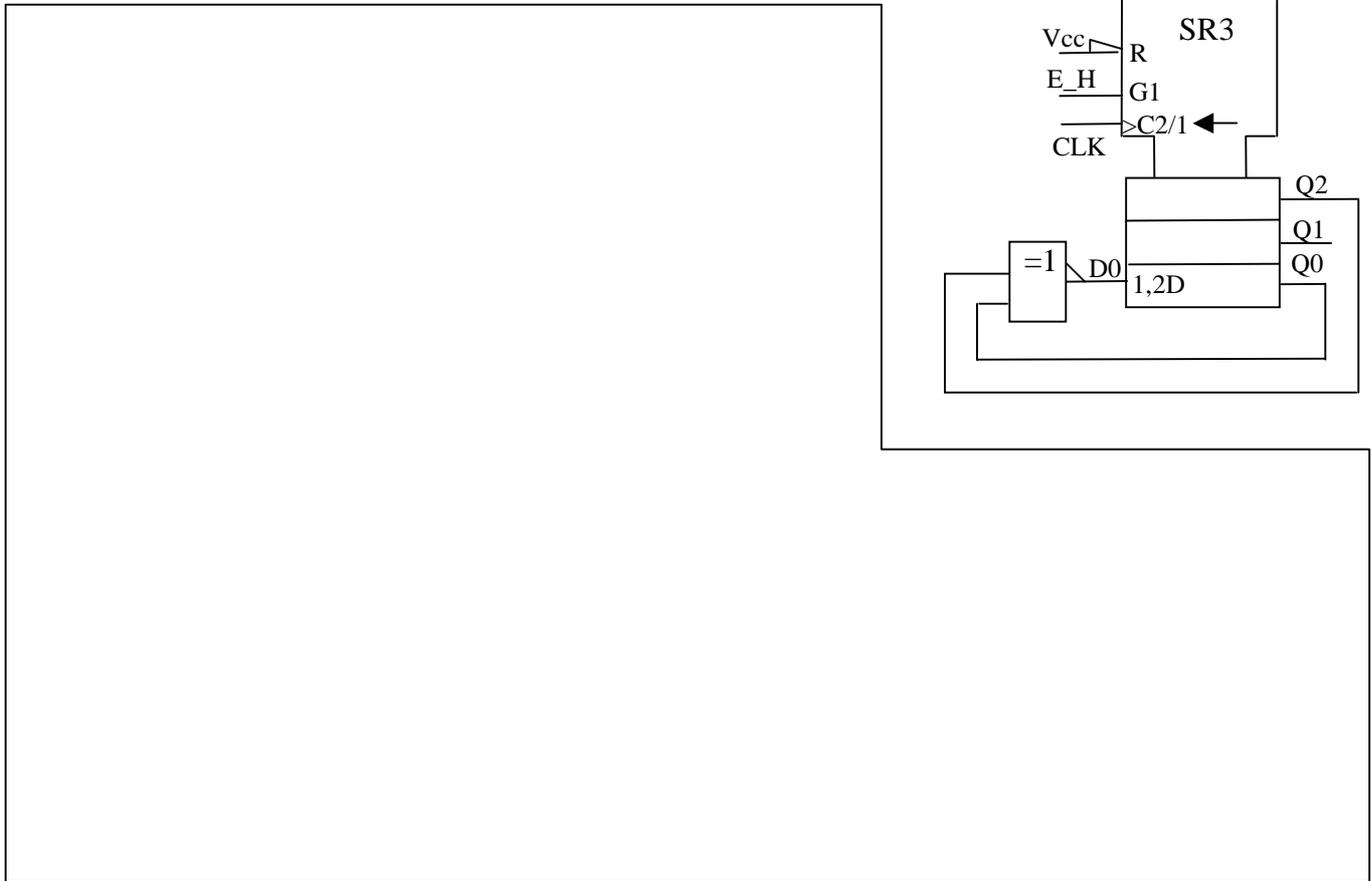
1. Pretende-se construir, a partir do contador integrado representado abaixo, um circuito que produza (ciclicamente) as formas de onda que se representam em seguida:



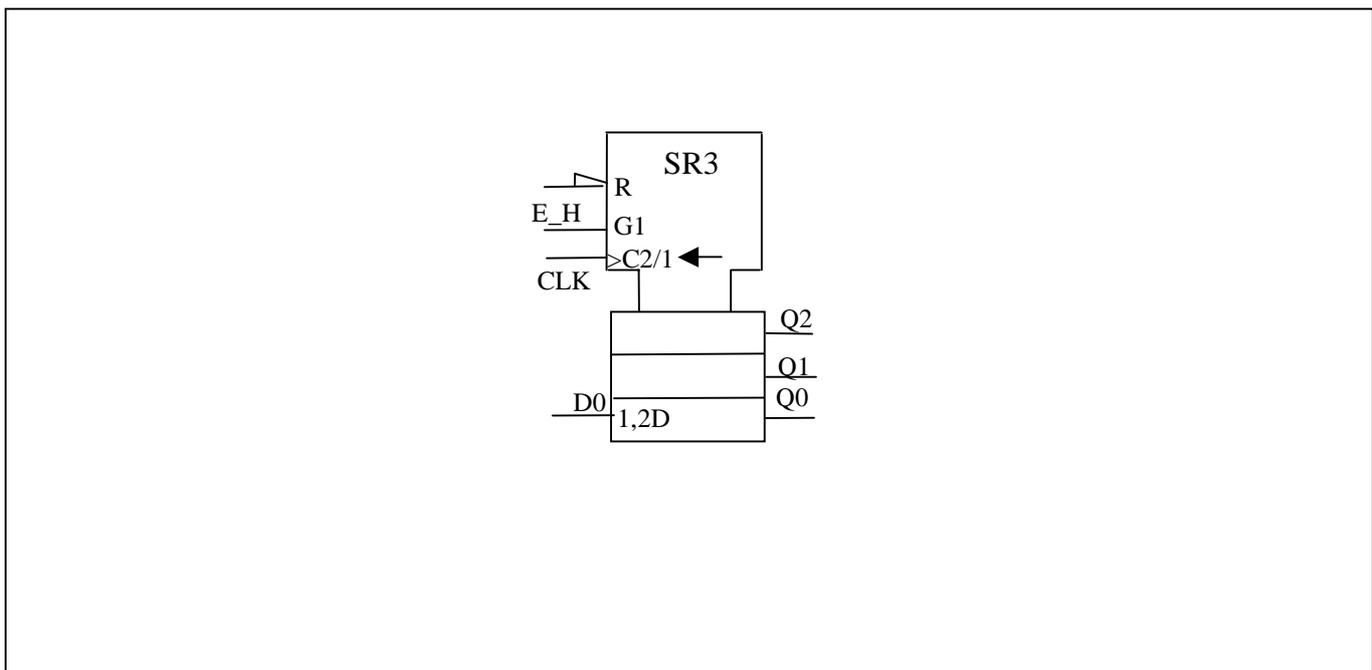
- a) [0,5 val] Qual a sequência de contagem, a efectuar pelo contador, necessária à geração destas formas de onda?

- b) [2 val] Utilizando o mínimo de lógica adicional, projecte o circuito necessário e complete o logograma respectivo. Justifique.

2. a) [1,5 val] Considere o circuito representado abaixo, onde: E\_H representa a entrada do circuito (para além do relógio, CLK); Q0 representa a saída de menor peso e Q2 a de maior peso.  
 Qual a função do integrado com rótulo SR3?  
 Desenhe o diagrama de estados do circuito representado.

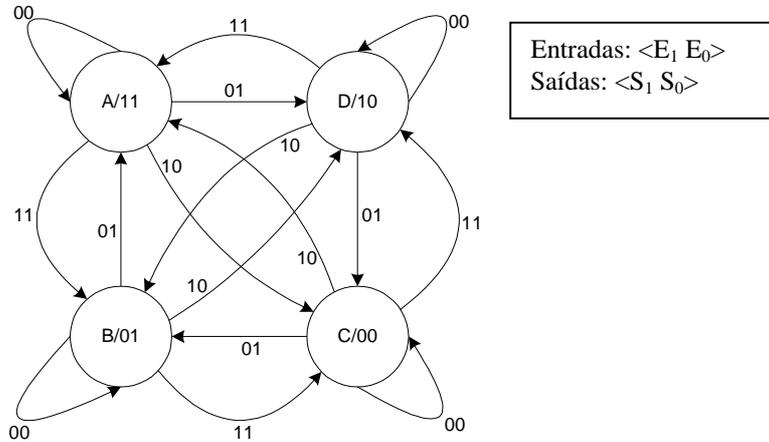


- b) [1 val] Utilizando o mínimo de lógica possível, modifique o circuito de forma a eliminar a existência de estados de "lockout". Justifique a sua resposta e complete o logograma respectivo.



**Grupo IV – Circuitos Sequenciais Síncronos**

1. Considere o circuito sequencial, com duas entradas  $E_1$  e  $E_0$  e 2 saídas  $S_1$  e  $S_0$ , definido pelo diagrama de estados seguinte. Projecte (de acordo com as alíneas abaixo) o circuito correspondente utilizando **Flip-Flops D** “edge-triggered” positivos.



- a) **[0,5 val]** Defina a codificação de estados e o nº de FFs que vai usar no projecto.

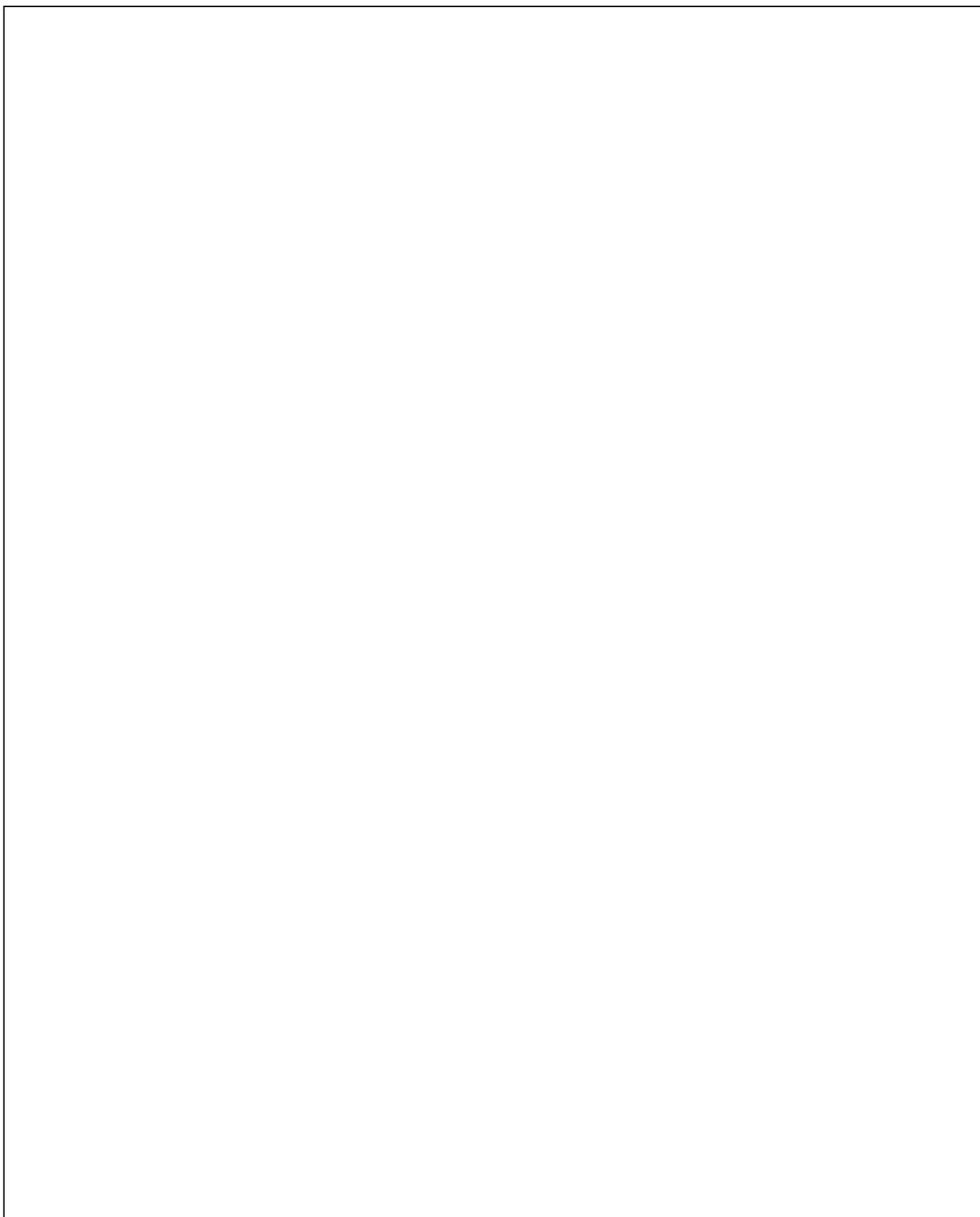
- b) **[0,5 val]** Preencha a tabela de transição de estados do circuito (incluindo o valor das saídas em cada estado).

Aluno _____	Nº
-------------	----

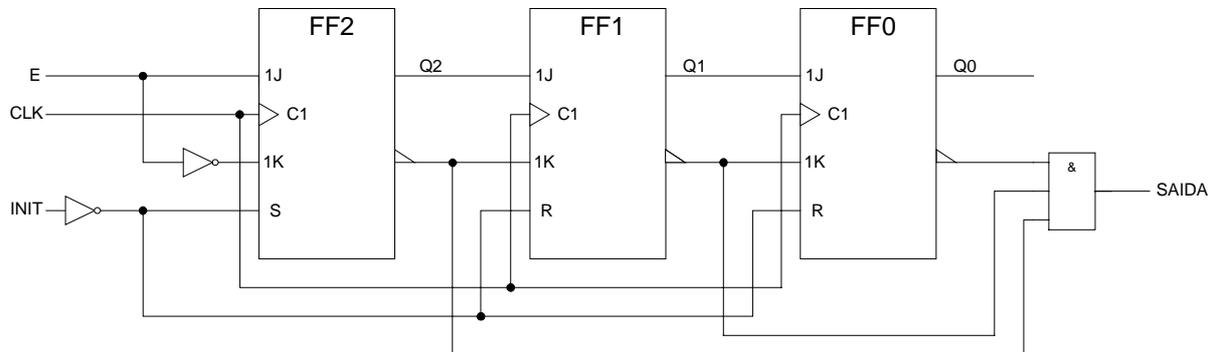
- c) [2 val] Determine as equações de excitação dos FFs e as funções das saídas, de acordo com a codificação de estados definida em a).

Aluno _____	Nº
-------------	----

d) [1 val] Desenhe o logigrama correspondente ao circuito definido em c).



2. Considere o circuito sequencial abaixo.



a) [1 val] Calcule a frequência máxima de relógio para a qual o circuito funciona correctamente. Justifique. Considere os parâmetros temporais definidos na tabela seguinte.

Parâmetros	FF	AND	NOT
tSU	7ns		
tH	2ns		
tPHL	de CLK para Q, Q'	18ns	24ns
tPLH	de CLK para Q, Q'	14ns	27ns
tPHL	de R,S para Q, Q'	10ns	
tPLH	de S,R para Q, Q'	10ns	