



# ARQUITECTURA DE COMPUTADORES | 21010

## Data e hora de realização

27 de janeiro de 2021, às 10h de Portugal Continental

## Duração da prova

120m + 60m

## Instruções

- O estudante deverá responder à prova na folha de resolução.
- A cotação é indicada junto de cada pergunta.
- A prova é individual, mas pode ser realizada com consulta. Todos os elementos consultados devem ser referenciados na prova.
- A interpretação dos enunciados das perguntas também faz parte da sua resolução, pelo que, se existir alguma ambiguidade, deve indicar claramente como foi resolvida.
- A prova é constituída por 5 páginas (4 Grupos) e termina com a palavra FIM. Verifique o seu exemplar e, caso encontre alguma anomalia, dirija-se ao professor vigilante nos primeiros 15 minutos da mesma, pois qualquer reclamação sobre defeito(s) de formatação e/ou de impressão que dificultem a leitura não será aceite depois deste período.

- A cotação total de cada Grupo é de 5 valores, sendo a cotação de cada uma das questões indicada junto do enunciado da mesma, entre [].
- As suas respostas devem ser claras, indicando todos os passos seguidos na resolução de cada questão. Resultados apresentados sem justificação poderão incorrer num desconto de  $\frac{1}{2}$  da cotação total da questão.
- **Atenção:** nesta prova considere os 3 dígitos menos significativos do seu número de estudante. Exemplo: no número de estudante 2012345, os três dígitos menos significativos são o número **345**. No enunciado é utilizado  **$d_2$**  para referir o terceiro dígito menos significativo (aqui 3), ao  **$d_1$**  o segundo dígito menos significativo (aqui 4) e ao  **$d_0$**  o dígito menos significativo (aqui 5). Existem também questões que utilizam valores binários com base na paridade destes dígitos. Neste caso as variáveis utilizadas são  **$b_2$**  a  **$b_0$** , ficando com 1 para os dígitos par e com 0 para os dígitos ímpar. No caso deste exemplo, apenas  **$d_1$**  é par, pelo que  **$b_2$**  e  **$b_0$**  são 0, e  **$b_1$**  é 1. Deve preencher na folha de resolução a seguinte tabela, aqui preenchida com o exemplo.

Número: (exemplo: 2012**345**)

Dígito	Valor	Binário	Valor
<b><math>d_2</math></b>	(exemplo: 3)	<b><math>b_2</math></b>	(exemplo: 0)
<b><math>d_1</math></b>	(exemplo: 4)	<b><math>b_1</math></b>	(exemplo: 1)
<b><math>d_0</math></b>	(exemplo: 5)	<b><math>b_0</math></b>	(exemplo: 0)

## Enunciado

### Grupo I (5 valores)

1. Considere uma função lógica  $F(A,B,C,D)$ , em que A é a variável de maior peso e D a variável de menor peso. A distribuição de mintermos (m) e indiferenças (md) da função  $F(A,B,C,D)$  é a seguinte:

$$\sum m(d_2, 1, 4, 13, 14) + \sum md(d_0, d_1, 6, 9, 10)$$

1. a) [1.5] Construa o mapa de Karnaugh e simplifique a função de modo a obter uma soma de produtos.

1. b) [0.5] Duplique o mapa obtido na alínea anterior e simplifique a expressão de forma a obter um produto de somas.

NOTA:  $d_2$ ,  $d_1$  e  $d_0$  são extraídos do seu número de estudante, de acordo com as instruções do enunciado. No caso do mesmo número ficar como mintermo e indiferença, considere que o número está apenas nos mintermos. No caso do número de exemplo os mintermos ficam 3, 1, 4, 13, 14 e as indiferenças 5, 4, 6, 9, 10, e como o 4 está em ambos, é retirado das indiferenças.

**NOTA: Na sua resolução marque os laços utilizados no mapa, e faça corresponder cada termo da função resultante com o laço que lhe dá origem. Caso contrário a resposta não se considera justificada.**

2. Efectue as seguintes conversões entre bases numéricas:

2. a) [0.5] Represente o número  $d_2d_11h$  em base 8.

2. b) [0.5] Represente o número  $d_0d_2d_18$  em base 10.

NOTA: no caso da alínea b, se alguns dos dígitos forem 8 ou 9, considere que têm o valor 1.

3. Efectue as seguintes conversões:

3.a) [1] Represente o número  $-8d_2$  em binário com 8 bits, utilizando a técnica de complemento para 2.

3.b) [1] Considere a seguinte norma, baseada na recomendação IEEE-754, mas adaptada para 16 bits:  $S=1$ ,  $E=5$ ,  $F=10$ ; Número= $(-1)^S * 1,F * 2^{(E-15)}$ . Represente em notação decimal, o número:  $010b_1b_0001b_0b_2000000$

NOTA: no caso da alínea b, no caso do número de exemplo, o número fica:  $0101000100000000$

### Grupo II (5 valores)

Considere a seguinte função lógica de três variáveis  $F(A,B,C)$ :

$$F(A, B, C) = \overline{A + B \cdot b_0} \cdot (A \cdot b_1 + BC) + (AC \cdot \overline{b_0} + B \cdot \overline{b_2})\overline{A + C} + (\overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC})$$

$$\text{Formato alternativo linear: } \overline{(A+Bb_0)}(A b_1+B/C) + (AC/\overline{b_0}+B/\overline{b_2})/\overline{(A+C)} + (A/BC + AB/C + \overline{ABC})$$

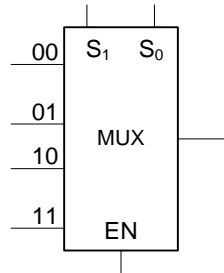
NOTA: No caso do número de exemplo, a expressão fica:

$$\overline{(A+B0)}(A1+B/C) + (AC1+B1)/\overline{(A+C)} + (A/BC + AB/C + \overline{ABC})$$

1. [1.5] Simplifique algebricamente a função  $F$ .

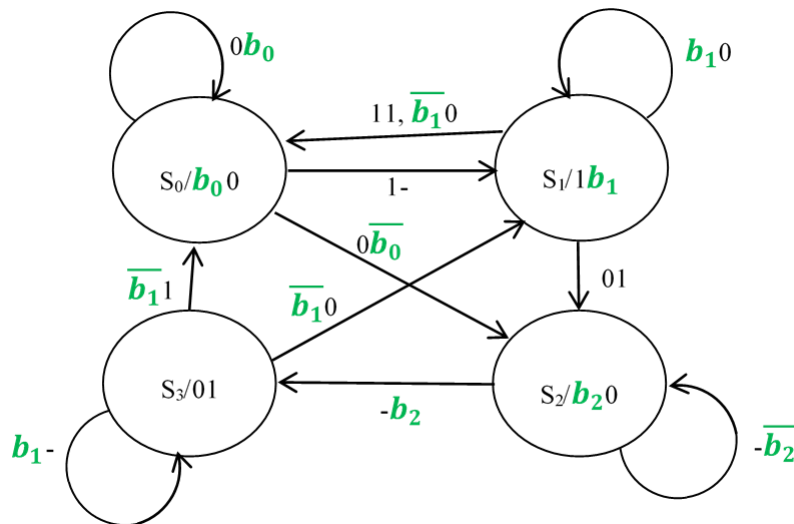
2. [1] Indique uma expressão lógica que implemente a função  $F$  utilizando apenas portas NAND, desenhando o circuito correspondente.

3. [1] Indique uma expressão lógica que implemente a função  $F$  utilizando apenas portas NOR, desenhando o circuito correspondente.
4. [1.5] Implemente a função recorrendo a um multiplexer de 2 variáveis de selecção, em que a variável  $S_1 = A$  e  $S_0 = C$ .



### Grupo III (5 valores)

Considere o Diagrama de Estados seguinte:



Um traço - representa ambas as hipóteses de uma variável, por exemplo  $1-$  significa 10 e 11. Uma representação equivalente seria 10, 11. Pretende-se construir um circuito digital síncrono que implemente este diagrama, utilizando flip-flops tipo D.

- [2] Construa a tabela de transição de estados correspondente ao diagrama de estados.
- [2] Simplifique as variáveis de saída e de estado.

**3. [1]** Desenhe o circuito digital pretendido.

### **Grupo IV (5 valores)**

**1. [2]** Indique as instruções, em assembly do P3, que implementam as seguintes funcionalidades:

**1. a)** Escreva em assembly do P3 uma instrução que: Coloca no octeto menos significativo de R1 o octeto menos significativo de R2

**1. b)** Escreva em assembly do P3 uma instrução que: Subtrai R2 à constante "W"

**1. c)** Escreva em assembly do P3 uma instrução que: Coloca em R1 a disjunção exclusiva dos bits de R1 com os bits na posição de memória em "W" mais R2

**1. d)** Escreva em assembly do P3 uma instrução que: Coloca na pilha o valor da constante "W"

**2. [3]** Elabore um programa no assembly do P3. O programa recebe um valor em R1 com um endereço de memória, e em R2 com o número de posições a processar a partir do endereço em R1. O programa deve localizar a maior sequência de números que seja estritamente crescente (não pode haver dois números iguais), retornando em R3 o início da sequência, e em R4 o número de elementos. Exemplo: valores existentes no vetor 53, 15, 63, 125, 5 com R2=5. A maior sequência crescente é 15, 63, 125, a iniciar-se na segunda posição e com 3 elementos.

## Anexo

### Primeiras potências de 2:

1	2	4	8	16	32	64	128
256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768

### Conjunto de Instruções do Processador P3:

Aritméticas	Lógicas	Deslocamento	Controle de Fluxo	Transferência de Dados	Diversas
NEG INC DEC ADD	COM AND OR XOR	SHR SHL SHRA SHLA	BR BR.cond JMP JMP.cond	MOV MVBH MVBL XCH	NOP ENI DSI STC
ADDC SUB	TEST	ROR ROL	CALL CALL.cond	PUSH POP	CLC CMC
SUBB CMP MUL DIV		RORC ROLC	RET RETN RTI INT		

### Conjunto de Condições de Salto:

Condição	Mnemónica
Zero	Z
Não Zero	NZ
Transporte ( Carry )	C
Não Transporte	NC
Negativo	N
Não Negativo	NN
Excesso ( Overflow )	O
Não Excesso	NO
Positivo	P
Não Positivo	NP
Interrupção	I
Não Interrupção	NI