



## **ARQUITECTURA DE COMPUTADORES | 21010**

### **Data e hora de realização**

3 de fevereiro de 2022, às 10h de Portugal Continental

### **Duração da prova**

90m + 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 7 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 (3 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:

$$\sum m(2 + d_0, 6 + d_1, 1 + d_2, 0,4,9) + \sum md(4 + d_0, d_1, 3 + d_2, 7,10,14)$$

Construa o mapa de Karnaugh e simplifique a função de modo a obter uma soma de produtos.

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. [0.5] Efectue a seguinte conversão entre bases numéricas:

Represente o número  $Fd_0d_1h$  em base 8.

3. [1] Efectue a seguinte conversão:

Represente o número  $-1d_1$  em binário com 8 bits, utilizando a técnica de complemento para 2.

## Grupo II (3 valores)

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

$$F(A,B,C) = (\bar{A}Bb_0 + AB\bar{C} + \overline{b_1 + b_2}) \cdot (Bb_1 + A\bar{B}) + \overline{A + Bb_2 + C} \cdot (\overline{Ab_1} + B + A\bar{C}) + AC\bar{b_0} + AB + BC$$

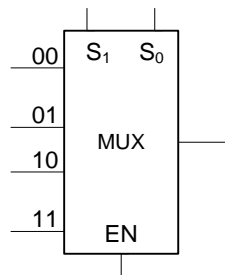
Formato alternativo linear:

$$(/ABb_0 + AB/C + (/b_1 + b_2))(Bb_1 + A/B) + / (A + Bb_2 + C) / (A/b_1 + B + A/C) + AC/b_0 + AB + BC$$

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

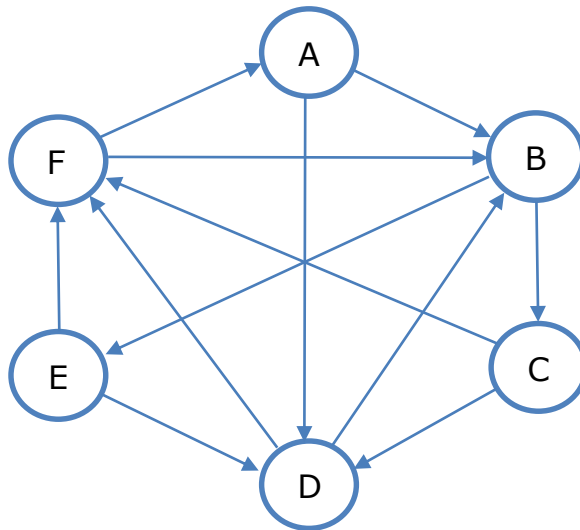
$$(/AB0 + AB/C + (/1 + 0))(B1 + A/B) + / (A + B0 + C) / (A/1 + B + A/C) + AC/0 + AB + BC$$

1. [1.5] Simplifique algebricamente a função  $F$ .
2. [1.5] Implemente a função recorrendo a um multiplexador de 2 variáveis de selecção, em que a variável  $S_1 = A$  e  $S_0 = C$ .



### Grupo III (3 valores)

Considere o Diagrama de Estados seguinte:



As etiquetas dos arcos estão na seguinte lista (uma variável de entrada, e uma variável de saída):

$A \rightarrow B: b_0 0$	$C \rightarrow D: \overline{b_2} 0$	$E \rightarrow D: \overline{b_1b_2} 0$
$A \rightarrow D: \overline{b_0} 1$	$C \rightarrow E: b_2 1$	$E \rightarrow F: b_1b_2 1$
$B \rightarrow C: \overline{b_1} 0$	$D \rightarrow B: \overline{b_0 + b_1} 1$	$F \rightarrow B: \overline{b_0b_1b_2} 1$
$B \rightarrow E: \overline{b_1} 0$	$D \rightarrow F: \overline{b_0 + b_1} 0$	$F \rightarrow A: \overline{b_0b_1b_2} 1$

Pretende-se construir um circuito digital síncrono que implemente este diagrama, utilizando flip-flops tipo JK.

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

### **Grupo IV (3 valores)**

Elabore um programa no assembly do P3. Pretende-se obter um vetor com os valores de pesos para utilizar numa balança de dois pratos, de modo a poder medir pesos de 1 até um dado valor  $N$ , e utilizando o menor número de pesos. Para tal, coloque os pesos múltiplos de 3, até que a soma dos pesos seja igual ou superior a  $N$ . Exemplo para  $N=10$ , os pesos seriam 1, 3, 9. O próximo peso é construído com base no anterior, multiplicado por 3. Como a soma de todos os pesos é maior ou igual a 10, tem o valor 13, não são necessários mais pesos.<sup>1</sup> Com um exemplo maior, para  $N=100$ , os pesos seriam 1, 3, 9, 27, 81. Como a soma é já igual ou superior a 100 (tem o valor 121), não são necessários mais pesos.

O programa recebe em R1 o valor de  $N$ , e em R2 o endereço de memória, a partir da qual devem ser colocados os valores dos pesos.

---

<sup>1</sup> Para medir o valor 10 seriam utilizados dois pesos: 9 e 1, ambos no prato oposto ao objeto. No entanto, para medir o valor 6 ter-se-ia que utilizar o valor 9 no prato oposto, e o valor 3 no mesmo prato do objeto. A escolha dos pesos a colocar em cada prato, não faz parte do exercício.

## 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

**FIM**