

Nome: _____ Nº de estudante: _____

Atenção: Este teste tem 14 questões em 6 páginas, num total de 200 pontos.

Parte I — Questões de Escolha Múltipla

Cada questão tem uma resposta certa. Respostas erradas não descontam.

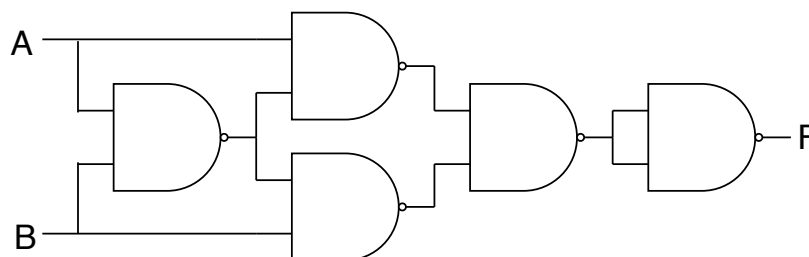
As respostas às questões de escolha múltipla devem ser assinaladas com × na grelha seguinte.

Apenas as respostas indicadas na grelha são consideradas para efeitos de avaliação.

Opção	Questão									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A				×					×	×
B	×		×					×		
C		×			×	×	×			
D										

Pontos: _____ / 100

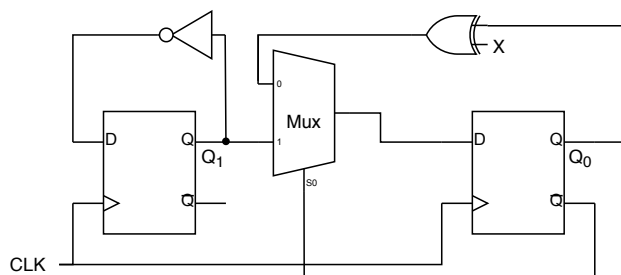
- [10] 1. Quantos valores do intervalo $[1; 2[$ podem ser representados em formato IEEE-754 (precisão simples)?
 A. 2^{24} **B. 2^{23}** C. 2^{32} D. ∞
- [10] 2. O intervalo de números inteiros representáveis em sinal e grandeza com 9 bits é:
 A. $[-255; 256]$ B. $[-256; 256]$ **C. $[-255; 255]$** D. $[-256; 255]$
- [10] 3. Indique qual a função realizada pelo circuito apresentado.



- A. $F = A \oplus B$ **B. $F = \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B$** C. $F = \overline{A} \oplus \overline{B}$ D. $F = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$
- [10] 4. Considerando complemento para 2 com 8 bits, qual dos seguintes valores leva à ocorrência de *overflow* quando somado a 11010110_2 ?
A. 10101001_2 B. 01111111_2 C. 01011110_2 D. 11010110_2
- [10] 5. A soma de 093_H com $1D6_H$, considerando que os valores estão representados em complemento para 2 com 9 bits, é:
 A. 69_{10} B. 42_{10} **C. 105_{10}** D. 41_{10}

- [10] 6. Indique o estado do circuito, Q_1Q_0 , logo após o terceiro flanco ascendente de relógio.

Considere que o valor inicial dos *flip-flops* é 0 e X é sempre 1.

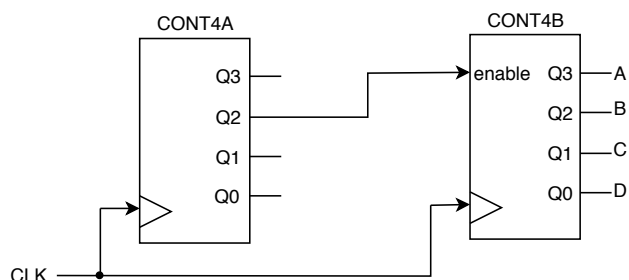


- A. 01
B. 11
C. 10
D. 00

- [10] 7. Considere um codificador de prioridade 4:2 com entradas $I_3I_2I_1I_0 = 1010$. Assinale a alternativa que apresenta a saída desse circuito.

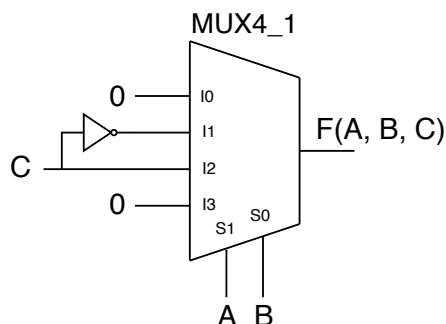
- A. 10 B. 00 C. 11 D. 01

- [10] 8. Dois contadores de 4 *bits* são ligados conforme a figura. Considere que o valor inicial dos contadores é 0000 e a saída Q_3 representa o bit mais significativo para ambos. Indique a saída do circuito, ABCD, após 10 ciclos de relógio.



- A. 0101
B. 0100
C. 0111
D. 1010

- [10] 9.



Considere a função $F(A, B, C)$ desempenhada pelo circuito na figura. Na sua tabela de verdade, quantas linhas se encontram a 0?

- A. 6 B. 2 C. 3 D. 5

- [10] 10. No sistema de memória de um CPU com 12 bits de endereço e 8 bits de dados, o sinal *chip select* de uma memória ROM de 1 KiB é definido por $CS = A_{11}\bar{A}_0$. Indique qual das gamas de endereçamento contém todos os endereços a que essa memória responde.

- A. 800_H–FFE_H B. 801_H–FFF_H C. 000_H–7FF_H D. 401_H–7FE_H

Fim da parte I

Parte II — Questões de Resposta Aberta

Atenção: Responder a cada questão numa folha separada. Justificar todas as respostas.

11. Considere os números A e B em que o valor de A é $15,625_{10}$ e a representação do número B no formato IEEE-754 (precisão simples) é 41000000_H .

[10] (a) Represente o número A segundo a norma IEEE-754. Apresente o resultado em hexadecimal.

$$15,625_{10} = 1111,101_2 \times 2^0, \text{ normalizando: } 1,111101_2 \times 2^3$$

- Sinal: 0 (positivo);
- Expoente real: 3, logo o expoente codificado será $127 + 3 = 130$ que em binário é 10000010_2 ;
- Mantissa: $1,111101\dots$

Resultado: $0100\ 0001\ 0111\ 1010\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 = 417A0000_H$

[20] (b) Determine $A \times B$ apresentando o resultado em hexadecimal no formato IEEE-754.

A representação binária de B é: $0100\ 0001\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$. Portanto:

- Sinal: 0 (positivo);
- Expoente: 10000010_2 (decimal 130);
- Expoente real: $130 - 127 = 3$;
- Mantissa: $1,0\dots$;
- Valor final: Deslocando a vírgula 3 posições para a direita obtém-se $1000,0_2$, que em decimal é 8.

Uma vez que 8 é uma potência de 2, realizar a operação $A \times B$ consiste em somar ao expoente real do número A o expoente real do número B . Desta forma o expoente real do resultado é 6. Logo, o resultado de $A \times B$ é:

- Sinal: 0 (positivo);
- Expoente real: 6, logo o expoente codificado será $127 + 6 = 133$ que em binário é 10000101_2 ;
- Mantissa: $1,111101\dots$;

Resultado: $0100\ 0010\ 1111\ 1010\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 = 42FA0000_H$.

12. A função booleana OU-exclusivo (XOR, símbolo \oplus) é definida como $a \oplus b = a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b$.
 Recordar que: $a \oplus (b \oplus c) = (a \oplus b) \oplus c = a \oplus b \oplus c$.

- [10] (a) Mostrar que os conjuntos de funções booleanas $\{\text{AND}, \text{NOT}\}$ e $\{\text{XOR}, \text{AND}\}$ são ambos completos, i.e., permitem representar todas as funções booleanas.

Para mostrar que um conjunto é completo, basta mostrar que pode implementar as operações booleanas definidas nos axiomas: AND, OR e NOT.

O conjunto $\{\text{AND}, \text{NOT}\}$ já inclui duas dessas operações. A operação que falta, OR, pode ser definida à custa destas duas: $a + b = \overline{\overline{a} \cdot \overline{b}}$. Logo, o conjunto é completo.

Quanto ao conjunto $\{\text{XOR}, \text{AND}\}$: a função NOT pode ser implementada por $\bar{a} = a \oplus 1$. Portanto, este conjunto é equivalente ao anterior e, logo, também é completo.

- [5] (b) Qual é o valor da seguinte expressão com n termos iguais?

$$\underbrace{x \oplus x \oplus x \dots \oplus x}_{n \text{ vezes}}$$

Apresentar o resultado em função do valor de n e justificar.

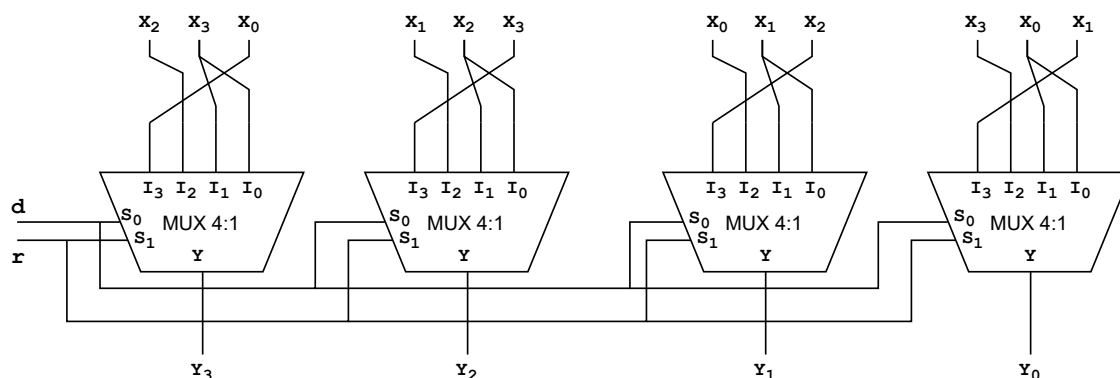
Tendo em atenção que

$$0 \oplus x = x$$

$$x \oplus x = 0$$

podemos eliminar os pares $x \oplus x$ da expressão inicial, porque são equivalentes a 0. Portanto, para n par, a expressão indicada é 0; para n ímpar, fica reduzida a x .

- [20] 13. Considerar o circuito seguinte.



Apresentar uma tabela com os valores das saídas $Y_3Y_2Y_1Y_0$ em função das entradas d e r . Explicar a relação entre as entradas X_i ($i \in \{0, 1, 2, 3\}$) e as saídas Y_i .

Por inspeção, é possível construir a seguinte tabela para descrever o comportamento do circuito em função das entradas de controlo d e r (e para quaisquer valores das entradas de dados X_i):

r	d	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	X_3	X_2	X_1	X_0
0	1	X_3	X_2	X_1	X_0
1	0	X_2	X_1	X_0	X_4
1	1	X_0	X_3	X_2	X_1

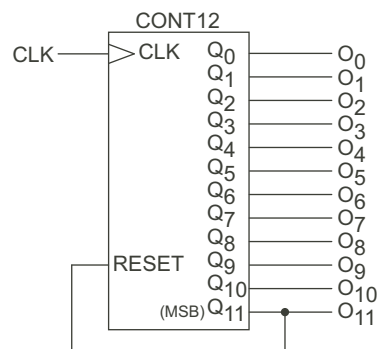
Pode ver-se que, para $r = 0$ (duas primeiras linhas), as saídas têm o mesmo valor que as entradas de dados ($Y_i = X_i$).

Para $r = 1$, o sinal d define o sentido de rotação:

- $d = 0$: os valores das saídas são iguais aos das entradas, mas posicionados por rotação da sequência de entrada X_i de *uma posição* para a *esquerda*;
- $d = 1$: os valores das saídas são iguais aos das entradas, mas posicionados por rotação da sequência de *uma posição* para a *direita*.

O sinal r funciona como sinal de habilitação (*enable*): se $r = 0$ não há rotação dos dados, se $r = 1$ existe uma rotação (de uma posição) com o sentido definido por d .

14. Considerar o circuito com um contador de 12 bits. A entrada RESET, síncrona com o sinal de relógio, quando ativa (RESET=1) põe as saídas do contador a 0.



- [10] (a) Assumir que o estado atual é $O_{11}O_{10} \dots O_0 = 011111111110$. Indicar, justificando, o estado do contador após 3 ciclos do sinal de relógio.

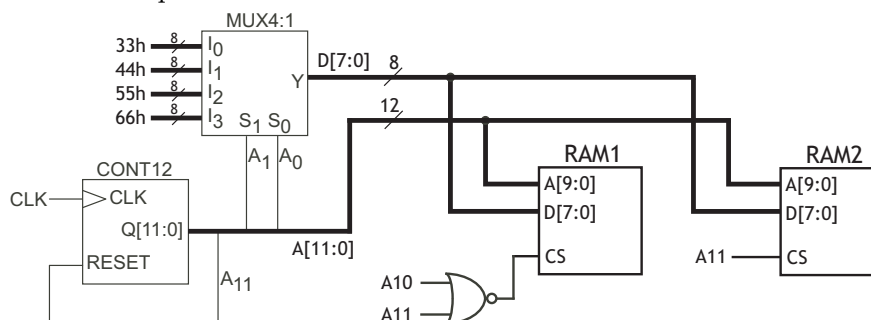
Ciclo	Estado	RESET
0	0111 1111 1110	0
1	0111 1111 1111	0
2	1000 0000 0000	1
3	0000 0000 0000	0

No ciclo 2 a entrada RESET do contador é ativada. Como é síncrona com o sinal de relógio, o seu efeito (colocar as saídas do contador a zero) ocorre no ciclo seguinte.

- [10] (b) Determinar o número de estados que podem ocorrer na saída O do circuito.

Entre 0000 0000 0000 e 0111 1111 1111 ocorrem $2^{11} = 2048$ estados. Como ainda ocorre o estado 1000 0000 0000 (depois deste reinicia), então o total é 2049.

- (c) Considerar que o contador é usado para gerar endereços de acesso a um sistema de memória formado por duas memórias RAM. Neste circuito apenas ocorrem operações de escrita, sendo os dados de 8 bits provenientes de um multiplexador conforme apresentado na figura. Assumir que o conteúdo inicial das memórias é 0.



- [5] i. Determinar a capacidade de RAM1.

Capacidade de memória = n° posições \times n° bits/posição = $2^{10} \times 8$ bits = 1 KiB

- [10] ii. Considerar a ocorrência de 2^{12} ciclos de relógio a partir do estado 0. Nestas condições, determinar quantas posições de RAM2 são alteradas e o valor nela(s) escrito.

RAM2 só é selecionada para endereços com $A_{11} = 1$. O primeiro e único endereço em que tal ocorre é 1000 0000 0000. O endereço que sucede a este é 0000 0000 0000, devido ao *reset* do contador. Portanto, embora RAM2 utilize descodificação parcial de endereços, esta memória só é acedida uma vez considerando 2^{12} ciclos de relógio a partir do estado 0. A posição acedida tem endereço 0 e o valor nela escrito é 33h ($S_1S_0 = 00$ no multiplexador).

Fim.