

Antes de iniciar o teste, tenha em atenção o seguinte:

- i. Duração do teste: 1h30m.*
- ii. O teste contempla 7 perguntas, distribuídas em 14 páginas.*
- iii. Existem 4 variações distintas do teste: A, B, C e D.*
- iv. O teste é sem consulta. Sobre a secretária apenas se deve encontrar a sua identificação (cartão de estudante).*
- v. Identifique todas as folhas do enunciado. Folhas não identificadas não serão cotadas!*
- vi. Resolva o teste no próprio enunciado. Para cada questão é fornecido um espaço próprio, dentro do qual deverá responder. A sua dimensão está ajustada ao tamanho expectável da resposta.*
- vii. Excepcionalmente, e caso realmente necessite, pode usar o espaço extra disponível das páginas em branco, colocadas ao longo do teste. Nesse caso, deve indicar junto ao enunciado da pergunta, que a resposta à mesma se encontra na página que utilizou.*
- viii. Justifique adequadamente todas as respostas.*
- ix. Responda ao teste com calma. Se não sabe responder a uma pergunta, passe à seguinte e volte a ela no fim.*

Aluno:

Nº

Pág. 1



(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

Nº

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

2. Considere a função lógica $f(A, B, C, D, E)$ incompletamente especificada, definida da seguinte forma:

$$f(A, B, C, D, E) = \sum m(0,6,9,11,13,15,18,22,25,27,29,31) + \sum md(1,2,5,7,12,14,16,19,23,26)$$

A variável A é a de maior peso e a variável E é a de menor peso.

a) Complete o mapa de Karnaugh representado abaixo por forma a representar esta função.

.....[1,0 val.]

	CDE					CDE			
AB	000	001	011	010	110	111	101	100	
00	1	X	0	X	1	X	X	0	
01	0	1	1	0	X	1	1	X	
11	0	1	1	X	0	1	1	0	
10	X	0	X	1	1	X	0	0	

b) Identifique a expressão algébrica na forma mínima conjuntiva (produto de somas) do seguinte mapa de Karnaugh. Justifique, marcando os implicados primos correspondentes à função no mapa.

.....[1,5 val.]

	CDE					CDE			
AB	000	001	011	010	110	111	101	100	
00	X	1	1	0	0	1	1	1	
01	X	1	X	1	1	0	1	X	
11	0	1	0	1	1	0	1	0	
10	0	1	1	0	0	1	1	0	

$$f(A, B, C, D, E) = (\bar{A} + D + E) \cdot (B + \bar{D} + E) \cdot (\bar{B} + \bar{D} + \bar{E})$$

c) Identifique os implicados primos essenciais e não essenciais na expressão encontrada na alínea b). Justifique.[1,5 val.]

IPE: $(B + \bar{D} + E), (\bar{B} + \bar{D} + \bar{E})$

IPNE: $(\bar{A} + D + E)$ devido aos implicados marcadas a no mapa

Aluno:	Nº
--------	----

3. Pretende-se implementar a função $F(A, B, C, D) = \overline{A + B}(C \odot \overline{D})(B \oplus \overline{C})$.

- a) Escreva a expressão da função utilizando apenas portas NOR3, NOR2 e NOT, indicando quantas portas de cada tipo (e número de entradas) são necessárias. Não é necessário simplificar. Justifique, apresentando os diversos passos de manipulação algébrica que realizou. Sugestão: comece por passar a expressão algébrica para uma forma adequada..... [1,0 val.]

Solução 1) Simplificada: 1 NOR3, 1 NOR2 e 2 NOT

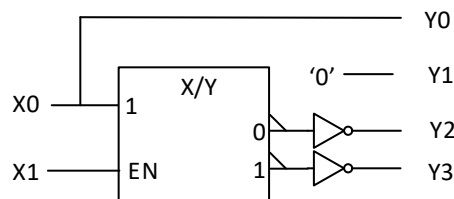
$$\begin{aligned}
 F(A, B, C, D) &= \overline{A + B}(C \odot \overline{D})(B \oplus \overline{C}) = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot (\overline{C}D + C\overline{D}) \cdot (BC + \overline{B}\overline{C}) = \overline{A} \cdot \overline{B} (\overline{B}\overline{C}D + BC\overline{D}) \\
 &= \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D = \overline{\overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D}} = \overline{A + B + C + D} = \overline{\overline{\overline{A + B + C + D}}}
 \end{aligned}$$

Solução 2) Sem simplificações: 1 NOR3, 7 NOR2 e 4 NOT

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C, D) &= \overline{A + B}(C \odot \overline{D})(B \oplus \overline{C}) = \overline{A + B} \cdot (\overline{C}D + C\overline{D}) \cdot (BC + \overline{B}\overline{C}) \\
 &= \overline{A + B} \cdot (\overline{C}D + C\overline{D}) \cdot (BC + \overline{B}\overline{C}) = \overline{\overline{A + B}} + \overline{\overline{C}D + C\overline{D}} + \overline{BC + \overline{B}\overline{C}} \\
 &= \overline{\overline{A + B}} + \overline{(\overline{C + D}) + (\overline{C} + D)} + \overline{(\overline{B} + \overline{C}) + (B + C)}
 \end{aligned}$$

- b) Desenhe o logograma de um circuito combinatório que recebe na entrada um número de 2 bits X_1X_0 e gera como saída um número de 4 bits $Y_3Y_2Y_1Y_0$ correspondente ao quadrado do número X_1X_0 . Utilize um único descodificador com saídas activas a "Low" (com as dimensões mínimas necessárias) e o número mínimo de portas lógicas elementares adicionais. Apresente todos os cálculos que conduziram à solução apresentada. [1,5 val.]

X_1	X_0	X^2	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	$0_{(10)}$	0	0	0	0
0	1	$1_{(10)}$	0	0	0	1
1	0	$4_{(10)}$	0	1	0	0
1	1	$9_{(10)}$	1	0	0	1





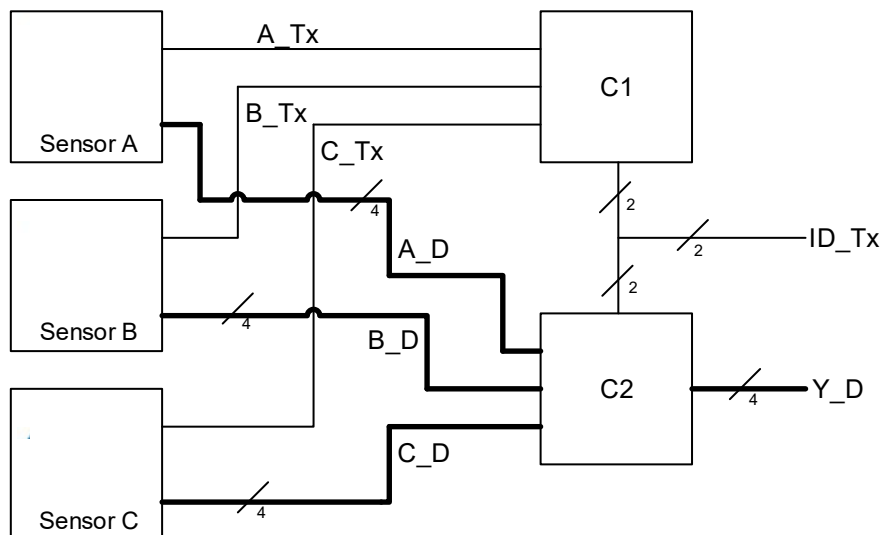
(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

Nº

A não identificação desta folha implica que as respostas que lhe correspondem não lhe serão atribuídas.

4. Numa fábrica existem três sensores A, B e C, que medem as concentrações dos gases CO, CO₂ e H₂O, respectivamente. Cada um destes sensores realiza a sua medição periodicamente (**nota:** os sensores não estão sincronizados), codificando-o em 4 bits, e tenta transmiti-lo para o barramento de dados comum Y_D. Sempre que um sensor pretende transmitir a sua medição, coloca a medição no respectivo barramento de dados (A_D, B_D ou C_D) e activa a respectiva linha de pedido para transmitir (A_{Tx}, B_{Tx} ou C_{Tx}), colocando-a a '1'. Apenas um dos sensores consegue a cada instante colocar a sua medição no barramento Y_D. Por forma a desempatar o acesso ao barramento no caso em que dois sensores fazem o pedido de transmissão em simultâneo, foram atribuídas prioridades diferentes aos sensores, sendo B o mais prioritário e C o menos prioritário. Um circuito C2 coloca no barramento Y_D os dados do sensor mais prioritário que estiver a tentar transmitir a cada instante. A identificação deste último no sinal ID_{Tx} é fornecida por um circuito C1: ID_{Tx}="01" para o sensor C, ID_{Tx}="11" para o sensor B e ID_{Tx}="10" para o sensor A. No caso de nenhum dos sensores fazer um pedido para transmitir, ID_{Tx} terá o valor "00" e o barramento Y_D será colocado em alta impedância.

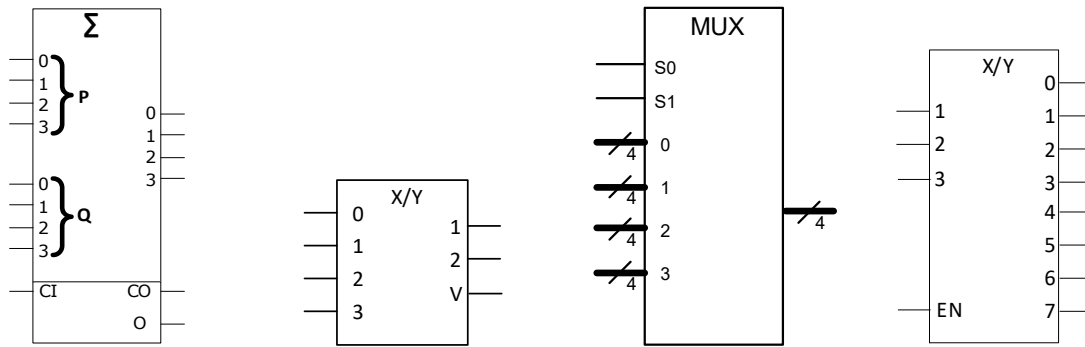


Implemente os circuitos C1 e C2, considerando que apenas tem à disposição os seguintes componentes, assim como portas lógicas NAND2, NOR2, e buffers tri-state, tentando minimizar o número total de componentes utilizados:

- Somadores de 4 bits (ver figura)
- Codificadores 4:2 (ver figura)
- Multiplexers quádruplos 4:1 (ver figura)
- Descodificadores 3:8 (ver figura)

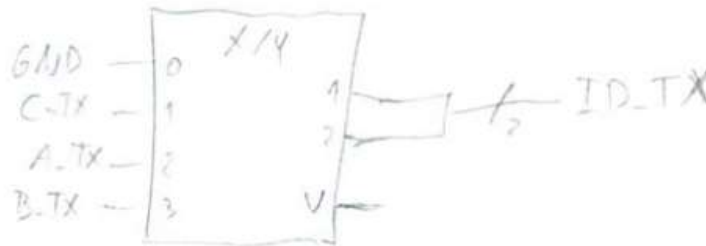
.....[2,5 val.]

Aluno:	Nº
--------	----

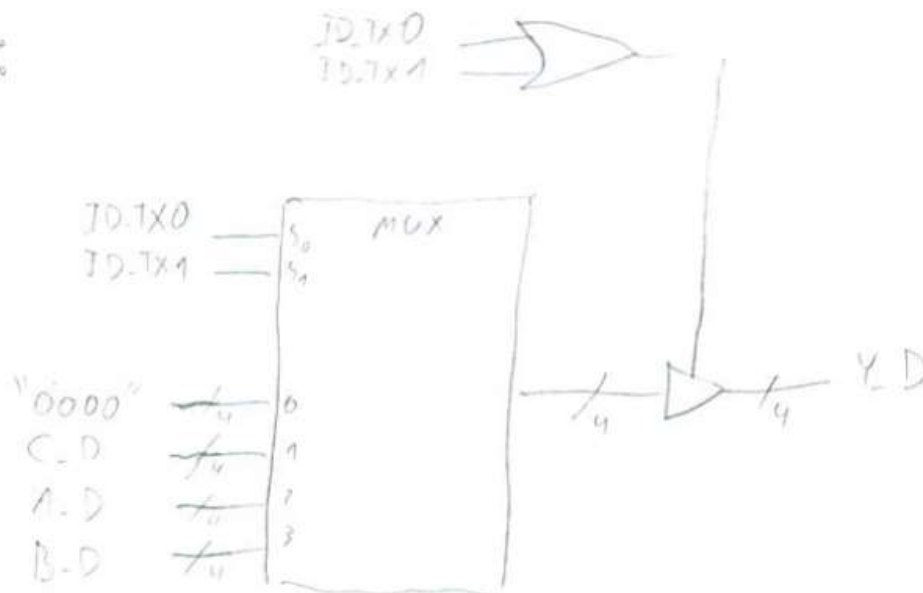


Nota: Para a resolução deste exercício não necessita de utilizar todos os componentes indicados; pode usar apenas alguns e em número que achar adequado, por forma a realizar a função com o mínimo número de componentes.

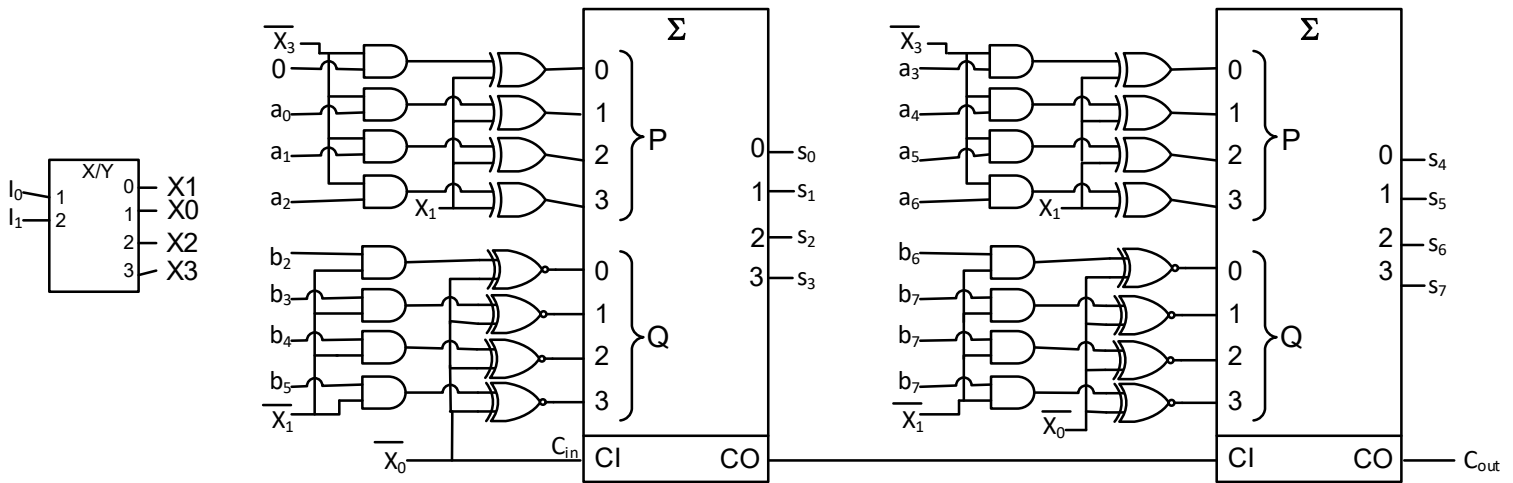
C1:



C2:



5. Considere a Unidade Aritmética simples representada abaixo, que permite realizar quatro operações sobre dois números A e B.



a) Complete a seguinte tabela abaixo, indicando a operação aritmética a realizar para cada combinação de I_1 e I_0 . **Nota: Se não conseguir chegar a uma expressão puramente aritmética, pode incluir negações na expressão.** [1,0 val.]

I_1	I_0	X_3	X_2	X_1	X_0	Operação
0	0					-2A
0	1					2A-0,25B-1
1	0					2A+0,25B+1
1	1					0,25B+1

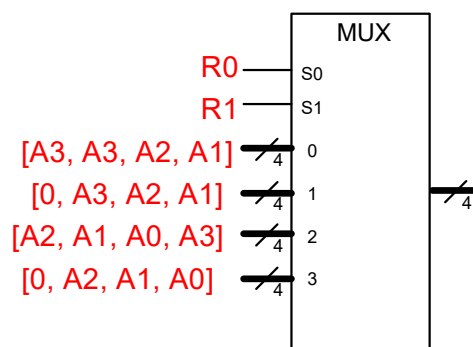
Nota: $\overline{0,25B} = -0,25B - 1$

Aluno:	Nº
--------	----

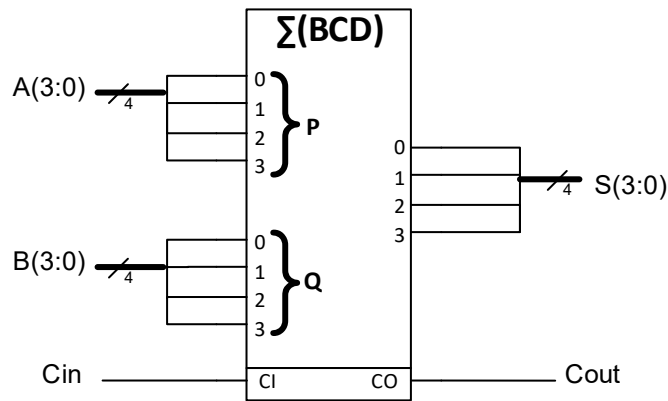
- b) Considere uma unidade aritmética que realize as operações listadas na tabela sobre um número A em formato de complemento para 2 (excepto quando indicado) de 4 bits, sendo a selecção destas operações feita através dos sinais R1 e R0, de acordo com a tabela apresentada. Utilizando o multiplexer quádruplo 4:1 (ver figura) e o mínimo de lógica adicional, desenhe o circuito desta unidade aritmética. Justifique. [1,5 val.]

Nota: Não se esqueça que pode (e deve) usar barramentos sempre que possível para simplificar o desenho do circuito. Para especificar quais os sinais que compõem um barramento, utilize a notação $[x_3, x_2, x_1, x_0]$, em que x_3 corresponde ao bit mais significativo do barramento.

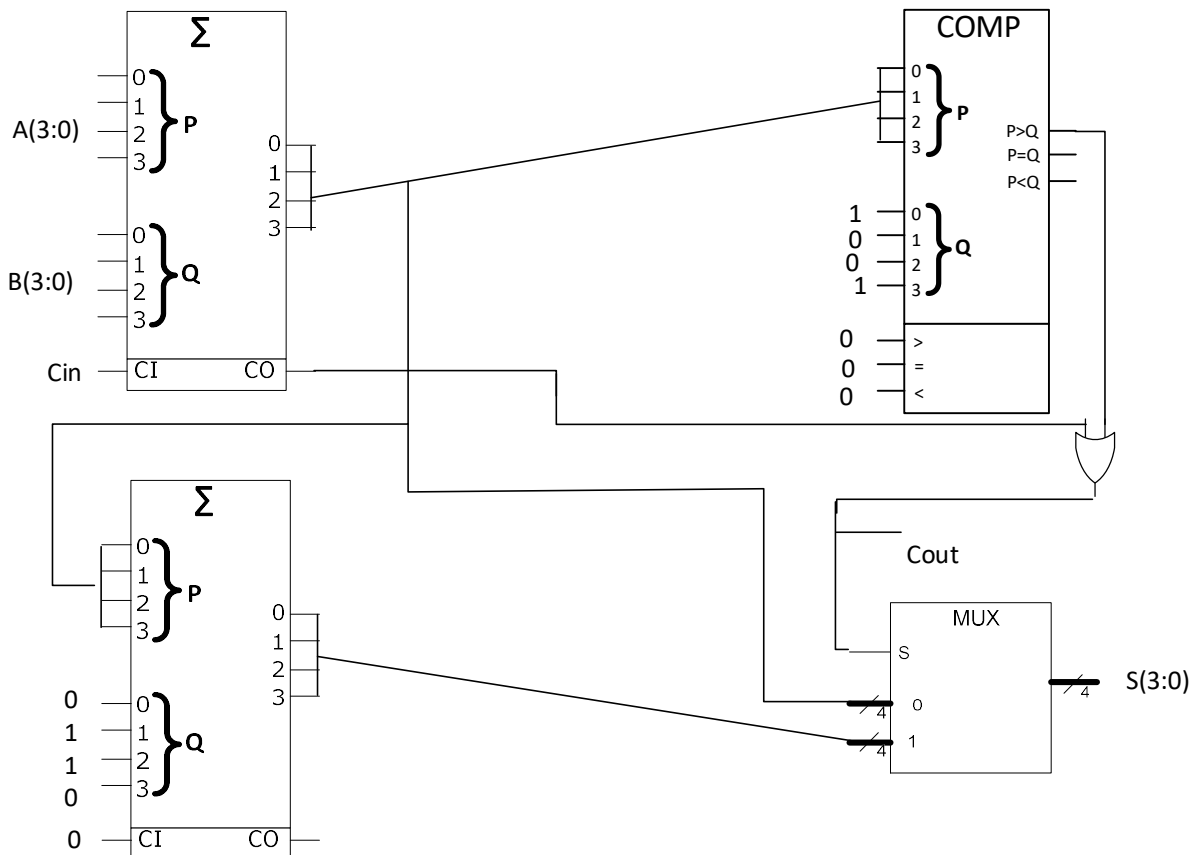
R ₁	R ₀	Operação
0	0	Deslocamento aritmético à direita
0	1	Deslocamento simples à direita
1	0	Rotação à esquerda
1	1	Resto da divisão por 8 considerando que A é um número positivo de 4 bits (sem sinal)



6. Complete o logigrama abaixo por forma a obter um circuito (ver a figura seguinte) que implementa a operação $A + B$ (incluindo transporte), em que $A(3:0)$ e $B(3:0)$, assim como o resultado, são números positivos em formato BCD. Não necessita de usar todos os elementos e pode usar um número mínimo de portas lógicas adicionais.....[2,5 val.]



Nota: Não se esqueça que pode (e deve) usar barramentos sempre que possível para simplificar o desenho do circuito. Para especificar quais os sinais que compõem um barramento, utilize a notação $[x_3, x_2, x_1, x_0]$, em que x_3 corresponde ao bit mais significativo do barramento.



Aluno:	Nº
--------	----

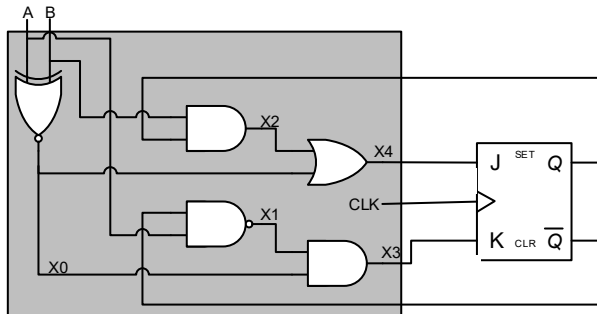


(Página deixada intencionalmente em branco.)

Aluno:

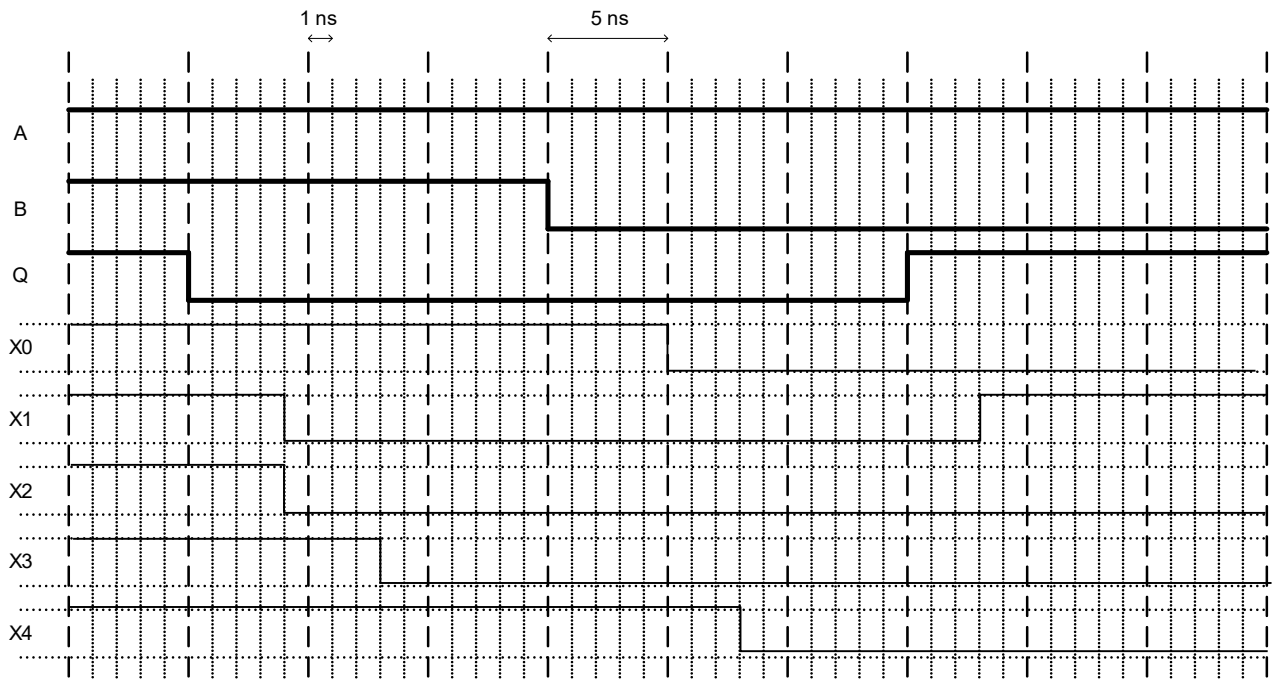
Nº

7. Considere o circuito sequencial indicado na figura, composto por um flip-flop JK e lógica adicional, e ainda os tempos de propagação indicados na tabela.

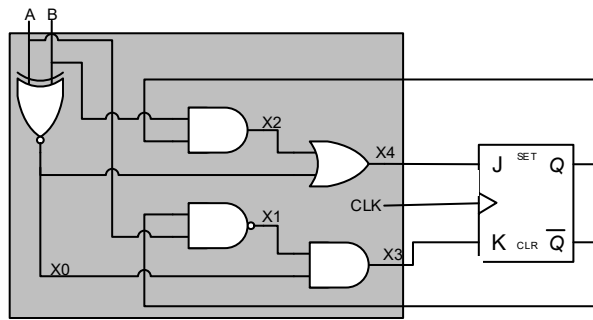


	t_{pHL}	t_{pLH}
AND2	4 ns	3 ns
XNOR	5 ns	6 ns
NAND2	4 ns	3 ns
OR2	3	3

a) Desprezando a existência do flip-flop (i.e., considerando apenas os elementos na caixa a cinzento), complete o diagrama temporal indicado em baixo. [1,5 val.]



Aluno:	Nº
--------	----



(Circuito da página anterior)

- b) Considerando o circuito completo, preencha a tabela apresentada abaixo indicando: (i) o valor dos sinais X3 e X4, (ii) a operação realizada pelo flip-flop no flanco de relógio indicado, e (iii) o valor da saída Q do flip-flop após esse flanco de relógio..... [2,0 val.]

A	B	Q	X3	X4	Após a ocorrência de um flanco ascendente		Após a ocorrência de um flanco descendente	
					Operação	Q	Operação	Q
0	0	0	1	1	TOGGLE	1	HOLD	0
0	1	1	0	1	SET	1	HOLD	1
1	0	0	0	0	HOLD	0	HOLD	0
1	1	1	1	1	TOGGLE	0	HOLD	1
1	0	1	0	0	HOLD	1	HOLD	1

Aluno:

Nº