Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Arquitetura e Organização de Computadores

Teste 1

1º ano
2014-11-19
Duração 1:30
Sem consulta

Nome: ______________________________ **Número:** ____________

Atenção: Este teste tem 10 questões em 8 páginas, num total de 200 pontos.
Responda diretamente no enunciado. Fundamente todas as respostas.

1. Sejam $A = 100101_2$ e $B = 110010_2$ as representações de dois números com 6 bits.

[10] (a) Qual é o valor de A se interpretado em: binário puro; sinal e grandeza; complemento para 2.

Em binário puro: $A = 2^5 + 2^2 + 1 = 32 + 4 + 1 = 37$.

Em sinal e grandeza: $-(2^2 + 1) = -5$.

Em complemento para 2: valor negativo, cujo simétrico é $011011_2 = 2^4+2^3+2+1 = 16+8+3 = 27$; logo, A representa -27.

[10] (b) Assumindo que os números estão representados em complemento para 2, determinar $A + B$ e comentar o resultado.

$100101_2 + 110010_2 = 010111_2$.
Os dois operandos são negativos, mas o resultado é positivo. Logo, ocorre *overflow*.

2. Seja $X = 1{,}25_{10}$. A representação em formato IEEE 754 (precisão simples) de Y é $\mathrm{BF000000}_{16}$.

[10] (a) Converter X para o formato IEEE 754 e apresentar o resultado da conversão em hexadecimal.

X é positivo: sinal é 0.

$1{,}25_{10} = 1{,}01_2 = 1{,}01_2 \times 2^0$

Mantissa $M_X = 1{,}01_2$, $E_X = 0$

Expoente codificado é $127 + 0 = 127 = 01111111_2$.

Codificação de $X : 0|01111111|01000\ldots0 = \mathrm{3FA00000}_{16}$

[15] (b) Apresentar todos os passos do cálculo de $X+Y$ (sem fazer cálculos em decimal).

Codificação de Y: 1 | 01111110 | 0000. . . 0
Cálculos em base 2:

1. Sinais: diferentes, logo efetuar subtração das magnitudes.
2. $|X| > |Y|$, logo é preciso calcular $|X| - |Y|$ e usar expoente de X no cálculo do resultado; o sinal do resultado é sinal de X.
3. Diferença de expoentes $E_X - E_Y : 01111111_2 - 01111110_2 = 1_2$
   Logo, deslocar vírgula da mantissa de Y de uma posição para a esquerda: $M_Y = 1{,}0_2 \rightarrow 0{,}1_2$.
   O expoente a usar para o resultado é $E_R = E_X$.
4. Efetuar o cálculo das mantissas (subtração):
   $M_R = M_X - M_Y = 1{,}01 - 0{,}1 = 0{,}11$
5. Normalização: $M_R = 1{,}1$ e decrementar expoente do resultado de uma unidade para $E_R = 01111110$.

O resultado é: $0|01111110|100000\ldots0 = 3\mathrm{F}400000_{16}$.

[15] 3. Simplificar algebricamente a seguinte expressão booleana: $\overline{A{\cdot}B + A{\cdot}C} + \overline{A}{\cdot}\overline{B}{\cdot}C$.

$$\begin{aligned}
\overline{A{\cdot}B + A{\cdot}C} + \overline{A}{\cdot}\overline{B}{\cdot}C &= \overline{A{\cdot}B}{\cdot}\overline{A{\cdot}C} + \overline{A}{\cdot}\overline{B}{\cdot}C \\
&= (\overline{A} + \overline{B}){\cdot}(\overline{A} + \overline{C}) + \overline{A}{\cdot}\overline{B}{\cdot}C \\
&= \overline{A} + \overline{A}{\cdot}\overline{C} + \overline{A}{\cdot}\overline{B} + \overline{B}{\cdot}\overline{C} + \overline{A}{\cdot}\overline{B}{\cdot}C \\
&= \overline{A}{\cdot}(1 + \overline{C} + \overline{B} + \overline{B}{\cdot}C) + \overline{B}{\cdot}\overline{C} \\
&= \overline{A} + \overline{B}{\cdot}\overline{C}
\end{aligned}$$

Nome: ______________________ **Número:** __________

4. A função booleana $F(A_1, A_0, B_1, B_0)$ tem o valor 1 se e só os números de 2 bits A_1A_0 e B_1B_0 diferirem exatamente de uma unidade.

[15] (a) Preencher a tabela de verdade de F apresentada a seguir.

A_1	A_0	B_1	B_0	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0

A_1	A_0	B_1	B_0	F
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

[15] (b) Mostrar que $F(A_1, A_0, B_1, B_0) = \overline{A_0}\cdot\overline{B_1}\cdot B_0 + \overline{A_1}\cdot A_0\cdot\overline{B_0} + A_0\cdot B_1\cdot\overline{B_0} + A_1\cdot\overline{A_0}\cdot B_0$.

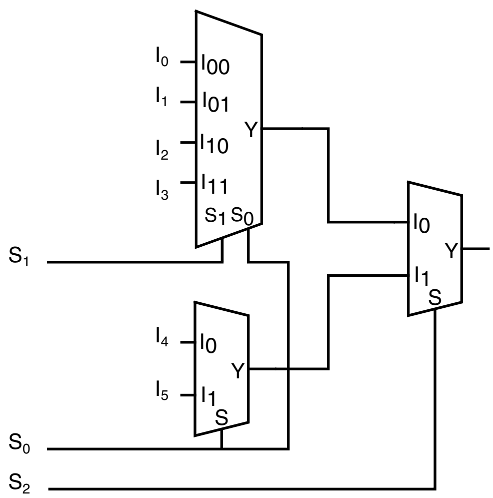
Termo	Condicão para termo = 1	Linhas da tabela de verdade
$\overline{A_0}\cdot\overline{B_1}\cdot B_0$	$A_0 = 0, B_1 = 0, B_0 = 1$	1, 9
$\overline{A_1}\cdot A_0\cdot\overline{B_0}$	$A_1 = 0, A_0 = 1, B_0 = 0$	4, 6
$A_0\cdot B_1\cdot\overline{B_0}$	$A_0 = 1, B_1 = 1, B_0 = 0$	6, 14
$A_1\cdot\overline{A_0}\cdot B_0$	$A_1 = 1, A_0 = 0, B_0 = 1$	9, 11

As linhas indicadas são exatamente as linhas que estão a 1 na tabela de verdade da alínea anterior, pelo que a expressão corresponde à função definida pela tabela.

Alternativa: construir a expressão soma-de-produtos a partir da tabela da alínea anterior e simplificar.

5. Um multiplexador 6:1 tem três entradas de seleção e 6 entradas de dados.

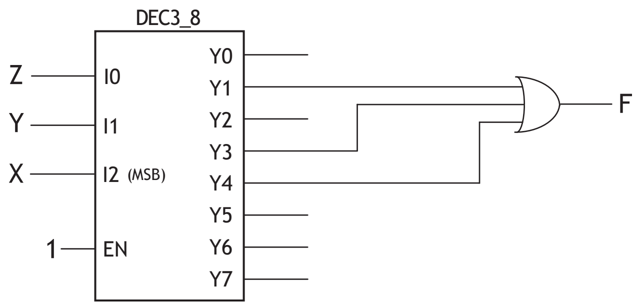
[15] (a) Mostrar como se constrói um multiplexador 6:1 a partir de multiplexadores 2:1 e 4:1.



[5] (b) Os valores das entradas de seleção do multiplexador 6:1 permitem especificar 8 valores diferentes. Indicar qual a entrada selecionada para cada valor (de acordo com o circuito apresentado na alínea anterior).

S_2	S_1	S_0	Entrada ligada à saída
0	0	0	I_0
0	0	1	I_1
0	1	0	I_2
0	1	1	I_3
1	0	0	I_4
1	0	1	I_5
1	1	0	I_4
1	1	1	I_5

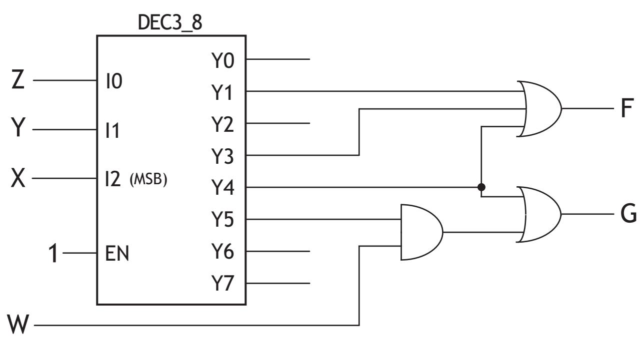
[10] 6. O circuito da figura, baseado num descodificador de 3 para 8, realiza a função $F(X,Y,Z) = \overline{X}\cdot\overline{Y}\cdot Z + \overline{X}\cdot Y\cdot Z + X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z}$. Mostre uma forma de realizar uma outra função, $G(W,X,Y,Z) = \overline{W}\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} + W\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} + W\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot Z$, acrescentando o mínimo de portas lógicas.



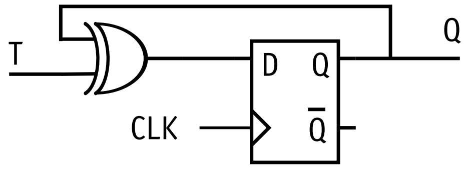
$G(W,X,Y,Z) = (\overline{W}+W)\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} + W\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot Z = X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} + W\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot Z$

Quando $X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} = 1$ então $Y4 = 1$. Da mesma forma, se $X\cdot\overline{Y}\cdot Z = 1$ então $Y5 = 1$, pelo que $G = Y4 + W\cdot Y5$.

Portanto, o circuito que realiza as funções F e G é:



[15] 7. Considere o circuito sequencial indicado na figura.



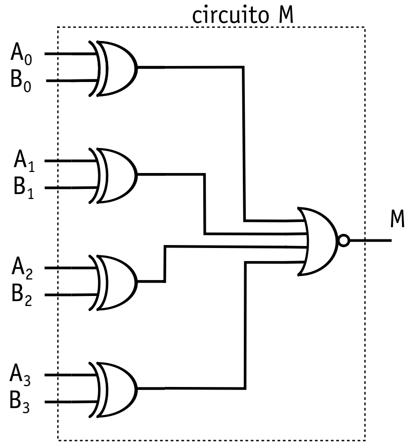
Descrever o comportamento do circuito para $T = 0$ e para $T = 1$.

$D = Q \oplus T$

Para $T = 0$: valor memorizado no flip-flop mantém-se ($D = Q$).

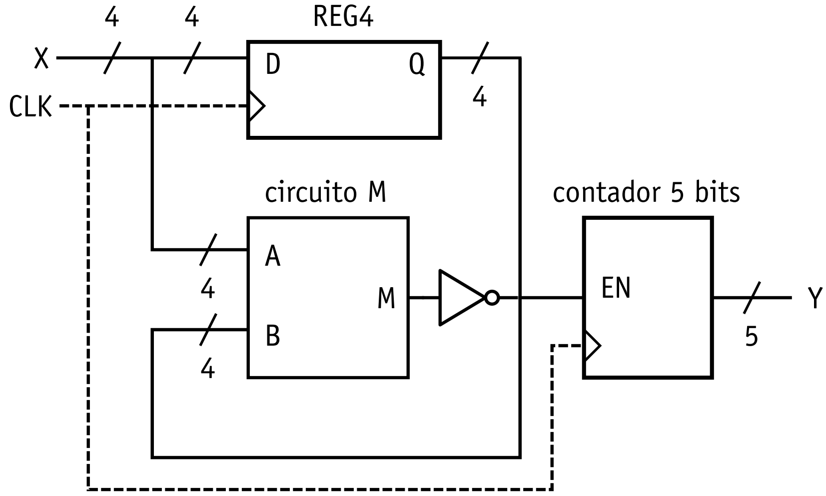
Para $T = 1$: valor memorizado no flip-flop alterna a cada ciclo ($D = \overline{Q}$).

[10] 8. (a) O circuito M indicado na figura tem duas entradas de 4 bits $A = A_3A_2A_1A_0$ e $B = B_3B_2B_1B_0$. Indicar, justificando, qual é a função do circuito M?



A saída vem a 1 sempre que que todas as entradas da porta lógica NOR sejam 0.
Isso acontece quando os bits correspondentes de A e B são iguais.
O circuito é um comparador de igualdade: a saída fica a 1 apenas quando $A_3A_2A_1A_0 = B_3B_2B_1B_0$.

[15] (b) O circuito M é usado no circuito síncrono (sinal de relógio `CLK`) indicado na figura, que inclui ainda um registo de 4 bits e um contador de 5 bits. O circuito tem uma entrada X de 4 bits e usa saída Y de 5 bits. Assumir que a entrada X está sincronizada com o sinal de relógio `CLK`.



Assumindo que inicialmente $Y = 0$ e que o conteúdo do registo é o valor 7, determinar o valor da saída (valor inicial e nos 8 ciclos seguintes) para a seguinte sequência de valores de X (um valor por ciclo): **11, 5, 5, 9, 3, 3, 3, 2, 2.**

Notar que $\mathrm{EN} = \overline{\mathrm{M}}$ e que $Q =$ (valor de X no ciclo anterior). O contador incrementa a sua saída sempre que $\mathrm{EN} = 1$ (na passagem do ciclo anterior para o atual).

ciclo	X	Q	M	EN	Y
inicial	11	7	0	1	0
1	5	11	0	1	1
2	5	5	1	0	2
3	9	5	0	1	2
4	3	9	0	1	3
5	3	3	1	0	4
6	3	3	1	0	4
7	2	3	0	1	4
8	2	2	1	0	5

Os valores de Y em ciclos sucessivos são (em decimal): 0 (valor inicial), 1, 2, 2, 3, 4, 4, 4, 5.

[5] (c) Explicar a funcionalidade do circuito da alínea anterior.

O sinal de habilitação do contador (EN) está ativo (a 1) sempre que os valores de X e Q são diferentes. Em cada ciclo, Q é igual ao valor da entrada no ciclo anterior. Portanto, o circuito conta o número de alterações de valor da entrada X.

9. Num dado processador, um programa executa 3×10^{11} instruções em 600 s. O relógio do processador funciona a 2 GHz.

[10] (a) Determinar o valor de CPI.

Aplicando a definição de CPI:

$$\text{CPI} = \frac{600 \times 2 \times 10^9}{3 \times 10^{11}} = \frac{200}{100} = 4$$

[5] (b) Usou-se um novo compilador para criar uma nova versão do programa, cujo tempo de execução é de 500 s. Assumindo que o valor de CPI se mantém, determinar o número de instruções executadas pela nova versão.

Aplicação da equação fundamental do desempenho:

$$\text{Ninstr} = \frac{\text{Texec} \times \text{Freq}}{\text{CPI}} = \frac{500 \times 2 \times 10^9}{4} = \frac{1000}{4} 10^9 = 250 \times 10^9 \text{ instruções}$$

10. Um programa de gestão de base de dados gasta 80 % do seu tempo em acessos ao disco magnético. Está em estudo a hipótese de substituir o disco magnético por um sistema de armazenamento baseado em memória não-volátil, que é 4 vezes mais rápido que o disco magnético.

[10] (a) Quanto mais rápido ficaria o sistema com o novo sistema de armazenamento?

Aplicando a fórmula para a melhoria de desempenho (*speedup*) de acordo com a lei de Amdahl:

$$S = \frac{1}{0.2 + 0{,}8/4} = \frac{1}{0{,}4} = \frac{10}{4} = 2{,}5 \quad \text{vezes mais rápido}$$

[10] (b) Qual seria a percentagem de tempo gasta em acessos ao novo sistema de armazenamento?

O novo tempo de execução T' (com o melhoramento) é:

$$T' = 0{,}2 \times T + \frac{0{,}8}{4} \times T$$

em que T representa o tempo original.
Calcular a percentagem desejada:

$$\frac{\frac{0{,}8}{4} \times T}{T'} = \frac{\frac{0{,}8}{4} \times T}{0{,}2 \times T + \frac{0{,}8}{4} \times T} = \frac{0{,}8}{0{,}8 + 0{,}8} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \text{Gasta 50 \% do tempo}$$

Fim

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Pontos	20	25	15	30	20	10	15	30	15	20	200
Nota											