

1. a) [1 val] Converta para base 2 o número hexadecimal (base 16) A86F. Justifique.
 b) [1 val] Converta para base 10 o número binário 00111010. Justifique.

$$\underbrace{10101000}_{A} \underbrace{0011}_{8} \underbrace{0110}_{6} \underbrace{1111}_{F}$$

$$\begin{matrix} 00 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 32 & 16 & 8 & & 2 & & \end{matrix} = 58$$

2. [3 val] Considere a função representada no mapa, abaixo. Obtenha a expressão mínima na forma disjuntiva (soma de produtos) para esta função. Justifique e identifique quais os implicantes primos essenciais da função.

Expressão mínima na forma disjuntiva:

$$\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{D} + \overline{B}\overline{C}D + ABD$$

São todos implicantes primos essenciais:

$$\overline{B}\overline{C}\overline{D} \text{ por } m_4$$

$$\overline{A}\overline{B}\overline{D} \text{ por } m_{10}$$

$$\overline{B}\overline{C}D \text{ por } m_1$$

$$ABD \text{ por } m_{15}$$

AB \ CD	CD			
	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	0	0	0
11	X	X	1	0
10	1	1	0	1

3. [1 val] Considere a seguinte função booleana, em que A é a variável de maior peso:

$$f(A, B, C, D, E) = \sum m(2, 6, 11, 16, 25) + \sum d(0, 24, 26, 31)$$

Identifique as linhas e colunas do mapa de Karnaugh abaixo com os valores correspondentes de A, B, C, D e E e preencha o mapa com os mintermos e indiferenças especificados acima.

		C D E							
		000	001	011	010	110	111	101	100
A B	00	X	0	0	1	1	0	0	0
	01	0	0	1	0	0	0	0	0
	11	X	1	0	X	0	X	0	0
	10	1	0	0	0	0	0	0	0

4. [2 val] Considere o seguinte mapa de Karnaugh. Assinale no mapa todos os Implicantes Primos Essenciais e um Implicante Primo Não Essencial. Justifique.

		C D E							
		000	001	011	010	110	111	101	100
A B	00	(X)	0	X	X	0	1	0	0
	01	(X)	(1)	(1)	X	X	(1)	(X)	(X)
	11	0	X	X	0	0	X	X	0
	10	(1)	0	0	0	0	X	0	0

Diagram illustrating the Karnaugh map with groupings and labels:

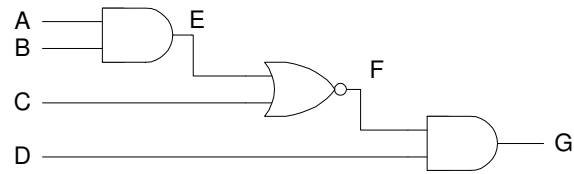
- IPE** (Implicante Primo Essencial) points to the group of 1s in the first column (minterms 2, 10, 16, 24).
- IPnE** (Implicante Primo Não Essencial) points to the group of 1s in the second row (minterms 6, 7, 14, 15).
- IPnE** (Implicante Primo Não Essencial) points to the group of 1s in the third row (minterms 11, 12, 13, 14).

O único 1 que apenas pertence a um único implicante primo é o m_{16} , por isso o único implicante primo essencial (IPE) é o agrupamento assinalado.

Todos os outros implicantes primos são não essenciais. Estão assinalados, por exemplo, 2 implicantes primos não essenciais (IPnE). Em ambos, os três 1 que lhes pertencem, pertencem também ao (pelo menos) outro implicante primo.

5. Considere o circuito da figura e os tempos de propagação de cada uma das portas indicados na tabela.

	AND	NOR
$t_{PLH} (ns)$	4	3
$t_{PHL} (ns)$	6	2



- a) [1 val] Qual o valor dos sinais B, C e D para que uma alteração no valor de A se possa propagar até à saída? Justifique.
- b) [1 val] Calcule o tempo máximo de propagação do circuito. Justifique.
- c) [1 val] Complete as formas de onda para os sinais E, F e G, dadas as formas de onda indicadas para os sinais A, B, C e D.

a) B=1 C=0 D=1 (valores neutros das portas lógicas respectivas)

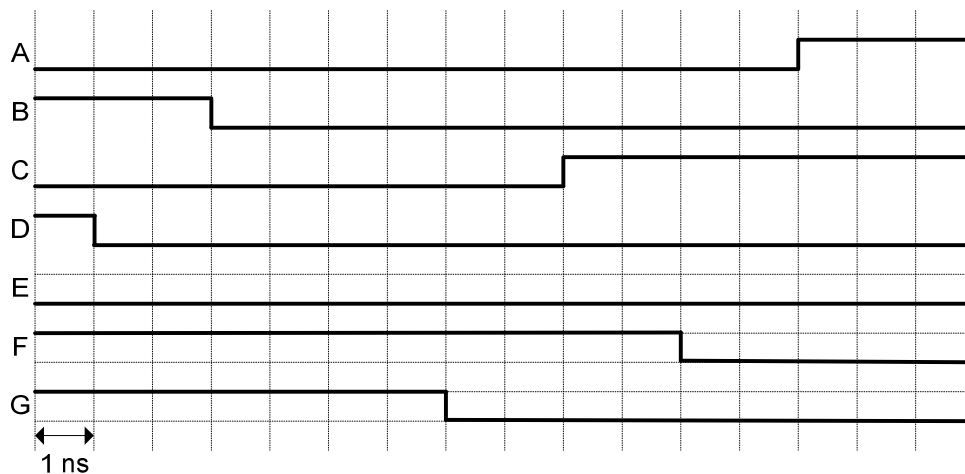
b)

$$t_{p_{\max}} = \begin{cases} t_{PLH_{andE}} + t_{PHL_{nor}} + t_{PHL_{andG}} = 4 + 2 + 6 \\ t_{PHL_{andE}} + t_{PLH_{nor}} + t_{PLH_{andG}} = 6 + 3 + 4 \end{cases} = 13ns$$

c) E mantém-se sempre a 0.

F é 1 inicialmente, passa a 0 um $t_{PHL_{nor}}=2ns$ depois de C passar a 1.

G é 1 inicialmente, passa a 0 um $t_{PHL_{and}}=6ns$ depois de D passar a 0.



6. [3 val] Obtenha a expressão mínima da função $G(A,B,C,D)$ concretizada pelo circuito da figura. Justifique.

$$C=0 \rightarrow G=0$$

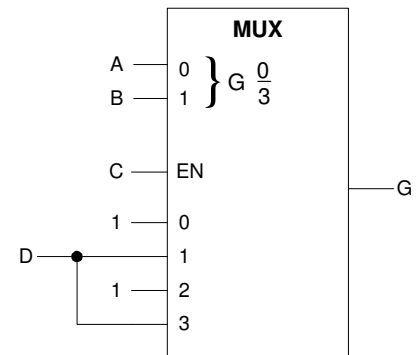
$$C=1, BA=00 \rightarrow G=1$$

$$C=1, BA=01 \rightarrow G=D$$

$$C=1, BA=10 \rightarrow G=1$$

$$C=1, BA=11 \rightarrow G=D$$

CD \ BA	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	1



$$G = CD + C\bar{A}$$

7. Considere o circuito da figura. Considere X um número inteiro sem sinal de 4-bits $\langle x_3x_2x_1x_0 \rangle$, e S um número inteiro sem sinal de 5-bits $\langle s_4s_3s_2s_1s_0 \rangle$.

a) [1,5 val] Indique qual o valor de S para $X=1011$, $A=0$ e $B=1$. Justifique.

b) [1,5 val] Indique qual o valor de S para $X=0100$, $A=1$ e $B=0$. Justifique.

A é a entrada de selecção do MUX.

B é a entrada de transporte (carry-in) do somador

$$a) A=0 \rightarrow Y=0101$$

$$B=1 \rightarrow S=X+Y+1 = 1011+0101+1$$

$$S=10001$$

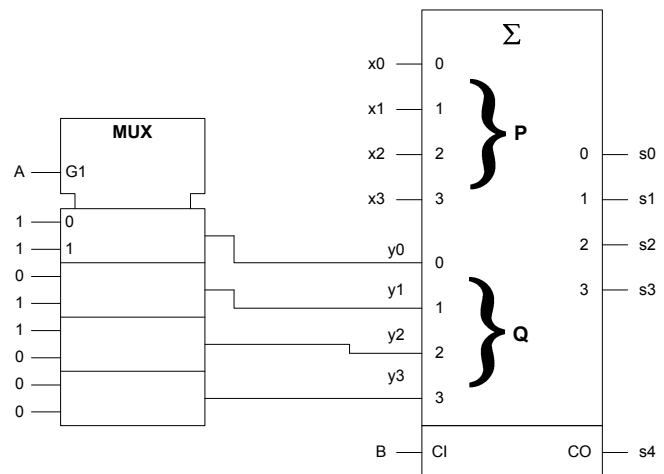
$$\begin{array}{r} 1 \leftarrow B \\ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \leftarrow Y \\ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \leftarrow X \\ \hline 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \end{array}$$

$$b) A=1 \rightarrow Y=0011$$

$$B=0 \rightarrow S=X+Y+0 = 0100+0011$$

$$S=00111$$

$$\begin{array}{r} 0 \ 0 \ 1 \ 1 \leftarrow Y \\ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \leftarrow X \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \end{array}$$



8. [3 val] Pretende-se concretizar um circuito que, dada uma instrução de 2 bits $\langle I_1, I_0 \rangle$, realize uma de 4 funções lógicas alternativas, de acordo com a tabela.

Instrução $I_1 I_0$	F
00	$X \cdot Y$
01	$X + Y$
10	$\overline{X \cdot Y}$
11	$\overline{X + Y}$

Esboce o esquema lógico do circuito pretendido utilizando **apenas** os componentes indicados (descodificador 2:4, 2 inversores *standard* e 4 portas lógicas *tri-state*).

O descodificador permite seleccionar alternadamente cada uma das 4 portas *tri-state*, através das ligações às entradas de Enable respectivas, de acordo com a selecção do descodificador.

As saídas das portas *tri-state* podem ser ligadas entre si, desde que apenas uma delas esteja habilitada em cada instante, o que é garantido pelo descodificador.

As instruções 2 e 3 são realizadas como $\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$ e como $\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$ respectivamente.

