



Universidade da Beira Interior

---

---

---

---

Séries de Problemas

---

---

**Sistemas Digitais**

*António Manuel Gonçalves Pinheiro*

---

*2006/07*

---

**Bases de Numeração**

1. Converta para a base decimal os seguintes números binários:
  - (a) 11001
  - (b) 10101
  - (c) 101101101
  - (d) 0.01101
  - (e) 0.1001
  - (f) 10011.1011
  - (g) 100111.011
  - (h) 10101000.0111
2. Converta para a base binária os seguintes números decimais:
  - (a) 29
  - (b) 137
  - (c) 365
  - (d) 259
  - (e) 0.25
  - (f) 0.625
  - (g) 0.74
  - (h) 0.3765
  - (i) 17.732
  - (j) 27.159
  - (k) 11.111
  - (l) 9.99
3. Converta
  - (a) Os seguintes números octais para a base binária
    - i. 765
    - ii. 627
    - iii. 555
    - iv. 0.543
    - v. 0.361
    - vi. 0.172
    - vii. 713,241
    - viii. 156,615
  - (b) Os seguintes números hexadecimais para a base binária
    - i. B9E
    - ii. 1FAC
    - iii. CA87
    - iv. 2A5F
    - v. 17F5C
    - vi. 0.DFA
    - vii. 0.3B12
    - viii. 1AD4.15F6
    - ix. 7E.034E
  - (c) Os seguintes números binários para as bases hexadecimal e octal
    - i. 101101101.101001101
    - ii. 1101101.1001101
    - iii. 10111110.00001111
    - iv. 111010.01111
4. Passe para a base 3 os seguintes números:
  - (a)  $365_{(10)}$
  - (b)  $0.376_{(10)}$
  - (c)  $89.163_{(10)}$
  - (d)  $175.819_{(10)}$
  - (e)  $87_{(9)}$
  - (f)  $142_{(9)}$
  - (g)  $0.84_{(9)}$
  - (h)  $45.782_{(9)}$
  - (i)  $15.37_{(9)}$

**Códigos BCD**

1. Converta para a representação BCD natural os seguintes números decimais:
  - (a) 29
  - (b) 137
  - (c) 365
  - (d) 259
  - (e) 0.25
  - (f) 0.625
  - (g) 0.74
  - (h) 0.3765
  - (i) 17.732
  - (j) 27.159
  - (k) 11.111
  - (l) 9.99
2. Converta os números decimais da alínea anterior para a representação BCD-X3.

1. Para cada função lógica desenhe o esquema do circuito digital que a implementa:

(a)  $f(A,B,C) = AB + \bar{A}C + BC$

(b)  $f(A,B,C) = AB + \bar{A}C$

(c)  $f(A,B,C) = AB\bar{C} + \bar{A}B + \bar{B}C$

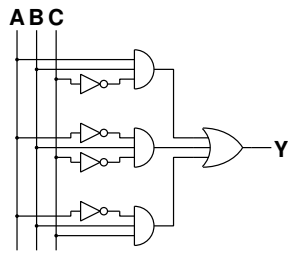
(d)  $f(A,B,C,D) = A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}BCD + \bar{A}C$

(e)  $f(A,B,C,D) = \bar{A}\bar{C}D + \bar{A}BCD + \bar{A}$

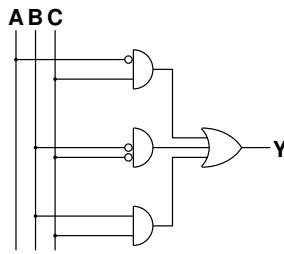
(f)  $f(A,B,C) = \overline{\bar{A}B} + \overline{\bar{A}BC} + \overline{ABC}$

2. Retire a função lógica implementada por cada um dos circuitos

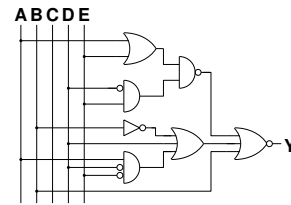
(a)



(b)



(c)



3. Simplifique as seguintes funções através dos mapas de Karnaugh e desenhe um circuito que implemente as seguintes funções

(a)  $f(A,B,C) = AB + \bar{B}C + AC$

(b)  $f(A,B,C,D) = A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABCD + A\bar{B}C\bar{D}$

(c)  $f(A,B,C,D) = ABCD + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + ABC\bar{D} + AB\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BCD$

(d)  $f(A,B,C,D) = ABC + A\bar{B}C + B\bar{C} + D$

(e)  $f(A,B,C,D) = A\bar{C}D + B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BCD + AB\bar{C}D + A\bar{B}D + \bar{A}\bar{B}CD$

(f)  $f(A,B,C,D,E) = A\bar{B}C\bar{D}E + A\bar{B}CDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}E + \bar{A}\bar{B}CDE + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABCDE + AB\bar{C}DE + \bar{A}BCDE + \bar{A}B\bar{C}DE + \bar{A}BCDE + \bar{A}B\bar{C}DE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE$

(g)  $f(A,B,C,D,E) = A\bar{B}C\bar{D}E + A\bar{B}CDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}E + \bar{A}\bar{B}CDE + \bar{A}B\bar{C}\bar{D}E + \bar{A}BCDE + \bar{A}B\bar{C}DE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE + \bar{A}BCDE$

(h)  $f(A,B,C,D,E) = A\bar{B}C\bar{D}E + B\bar{C}\bar{D}E + C\bar{D}E + \bar{C}\bar{D}E + A\bar{B}C\bar{E} + A\bar{B}CDE + ABCDE + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}E + \bar{A}CDE + \bar{A}B\bar{C}DE + \bar{A}BCD + \bar{A}DE + \bar{A}CD$

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

4. Projecte um circuito digital, formalizando em algebra de Boole a seguinte situação:  
Uma estudante consulta o catálogo da universidade e verifica que apenas se pode matricular em determinada disciplina de electrónica se satisfizer pelo menos uma das seguintes situações:

- Já completou 60 créditos e é uma estudante de engenharia regularmente matriculada;
- Já completou 60 créditos, é uma estudante de engenharia e tem o consentimento do departamento;
- É uma estudante regularmente matriculada e tem o consentimento do departamento;
- Ainda não completou 60 créditos, é uma estudante de engenharia com matrícula especial;
- É uma estudante de engenharia e não tem o consentimento do departamento.

O circuito deve ter como entradas as diferentes situações possíveis.

Diga, também, quais as situações (depois de simplificar a função) que a estudante tem que cumprir.

5. Pretende-se projectar um circuito lógico, cuja entrada vai ser um número BCD. Dele devem resultar duas saídas:

- Saída que sinaliza quando o número pertence ao intervalo  $[3, 7]$ ;
- Saída que sinaliza quando o número BCD dá uma raiz exacta.

6. Um circuito digital tem 5 entradas e 1 saída. Quatro das entradas, A, B, C e D, representam um dígito decimal em BCD. A quinta entrada é uma entrada de controlo. Se a entrada de controlo estiver em “0” lógico a saída deve ser “0” se o nº BCD for par e “1” se for ímpar. Se a entrada de controlo estiver em “1” lógico a saída deve ser “0” excepto se o número BCD for múltiplo de 3. Projecte o circuito.

7. Pretende-se um circuito lógico que aceite como entrada dois números de dois bits:  $A_1A_0$  e  $B_1B_0$ . Deve gerar como saída  $P_3P_2P_1P_0$  (nº de 4 bits) que é o produto de A por B. Projecte o circuito.

8. Um grupo de estudantes pretende organizar uma festa. Para se ter acesso à festa é necessário obedecer a pelo menos uma das seguintes regras:

- Ser do sexo feminino;
- Ser do sexo masculino com mais de 5 matrículas;
- Ser aluno de engenharia com aprovação a pelo menos 30 créditos;
- Ser aluno de engenharia e usar fato académico;
- Se não for aluno de engenharia tem que ter mais de 5 matrículas, aprovação a mais de 30 créditos e usar fato académico;
- Ser do sexo masculino, não ser aluno de engenharia e usar fato académico;

- Ser do sexo masculino, ter pelo menos aprovação a 30 créditos, não ser aluno de engenharia e não ter mais de cinco matrículas.
- (a) Projecte um circuito que coloque uma saída a 1, sempre que o aluno possa entrar na festa.
- (b) Diga quais são as condições em que não se tem acesso à festa.
9. Projecte um circuito combinacional que elabore a seguinte função:
- $Y_1$  assume o valor lógico 1 apenas quando:
    - A é 1;
    - B e C são 1;
    - B é 1 e C é 0;
  - $Y_2$  assume o valor lógico 2 apenas quando:
    - C é 0;
    - C é 1, e A e B são 0;
    - A é 1 e B é 0;
10. Os serviços sociais de uma universidade dão bolsas de:
- 200 Euros a quem estiver numa das seguintes situações:
    - Rendimento per capita inferior a 100 Euro e média superior a 14 valores;
    - Rendimento per capita inferior a 150 Euro e média superior a 16 valores;
  - 150 Euro a quem estiver numa das seguintes situações:
    - Rendimento per capita inferior a 100 Euro;
    - Rendimento per capita inferior a 150 Euro e média superior a 14 valores;
    - Rendimento per capita inferior a 200 Euro escudos e média superior a 16 valores;
  - 100 Euro a quem estiver numa das seguintes situações:
    - Rendimento per capita inferior a 150 Euro;
    - Rendimento per capita inferior a 200 Euro e média superior a 14 valores;
    - Média superior a 16 valores;
  - 50 Euro a quem estiver numa das seguintes situações:
    - Rendimento per capita inferior a 200 Euro;
    - Média superior a 14 valores;
- (a) Equacione o problema em termos de algebra de Boole.
- (b) Implemente um circuito para o sistema descrito.
11. Pretende-se projectar um sistema digital de controlo para uma máquina de refrigerantes. A máquina aceita apenas uma moeda, que pode ser de 10, 20 ou 50 Centimos ou ainda 1 Euro. O objectivo é fornecer 4 tipos de bebida, cujos preços são:

- Cola: 1 Euro
- Sumo: 80 Centimos
- Água com gas: 50 Centimos
- Água sem gas: 40 Centimos

Pretende-se é projectar um circuito que dá o *troco* ou a *devolução da moeda* (caso não se tenha introduzido dinheiro suficiente para comprar o refrigerante pedido).

O troco deve ser constituído por moedas todas diferentes, sendo as saídas do circuito:

- Troco de uma moeda de 10 escudos:  $T_{10}$
- Troco de uma moeda de 20 escudos:  $T_{20}$
- Troco de uma moeda de 50 escudos:  $T_{50}$
- Devolução da moeda: DM

Desenhe o circuito lógico simplificado.

*Nota:* Tente resolver o problema apenas com 4 variáveis de entrada, codificando o tipo de moeda inserido e o tipo de refrigerante seleccionado.

12. Projecte um descodificador de 3 bits (elabore o desenho lógico e desenhe o respectivo símbolo) com as seguintes características:

- Saídas activas em “LOW”.
- “Enable” com duas entradas:
  - $EN_1$  activo em “LOW”
  - $EN_2$  activo em “HIGH”

13. Projecte um descodificador de código BCD (elabore o desenho lógico e desenhe o respectivo símbolo) com as seguintes características:

- Saídas activas em “HIGH”.
- “Enable” com duas entradas:
  - $EN_1$  activo em “LOW”
  - $EN_2$  activo em “LOW”

14. Projecte um descodificador de código BCD (elabore o desenho lógico e desenhe o respectivo símbolo) com as seguintes características:

- Saídas activas em “LOW”.
- “Enable” com duas entradas:
  - $EN_1$  activo em “HIGH”
  - $EN_2$  activo em “LOW”

15. Desenhe o diagrama lógico de um circuito integrado ‘155.

16. Projecte um conversor de código que aceita à entrada um número BCD,  $X$ , e coloca à saída o número  $9-X$ .

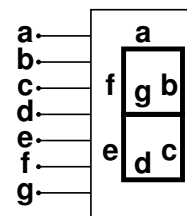
17. Projecte um conversor de código que aceita à entrada um número de três bits e coloca à saída um código binário refletido (de “Gray”) de três bits.
18. Projecte um conversor de código que calcule  $Y = \text{INT}\left(\frac{X}{3}\right) + 2$ , sendo  $X$  um número binário de 4 bits.
19. Projecte um conversor de código com as seguintes características:
- Entrada de um número binário  $X$  de 4 bits.
  - Entrada de uma variável de controlo  $C$ .
  - Saída de um número binário  $Y$  dado por:

$$Y = \begin{cases} \text{INT}\left(\frac{X}{2}\right) + 4, & \text{se } C = 0 \\ \text{INT}\left(\sqrt{X+1}\right) + 2, & \text{se } C = 1 \end{cases}$$

No decodificador deve utilizar circuitos integrados ‘138 e/ou ‘139.

20. Projecte um conversor de código que cumpra as seguintes especificações para as saídas  $Y_1$  e  $Y_2$ , considerando que as entradas  $A$  e  $B$  são activas em “HIGH” e  $C$  é activa em “LOW”:
- $Y_1$  activa em “HIGH” quando:
    - $A$  e  $B$  estão activas;
    - $B$  não activa e  $C$  activa;
  - $Y_2$  activa em “LOW” quando:
    - $B$  está activa;
    - $B$  não está activa e  $A$  e  $C$  estão activas;
    - $A$  está activa e  $C$  não está activa;

21. Projecte um conversor de código que coloque no “Display” de sete segmentos representado na figura, um número BCD8421 de entrada. Considere que cada traço do “Display” está aceso apenas quando a respectiva linha está colocada a nível lógico “1”.



22. Pretende-se desenvolver um circuito combinacional que controle o nível de luz num determinado local de trabalho.

O sistema está representado na figura e vai ter:

- Entradas:
  - $L_1 L_0$ , que são saídas digitais de um sensor de luz colocado no local de trabalho;

- $E$ , que é uma saída digital de um sensor de luz colocada no exterior do edifício e que refere o nível de luz aí existente;
- $N_1 N_0$ , que referem o número de janelas abertas (que permitem a passagem de luz) do edifício.

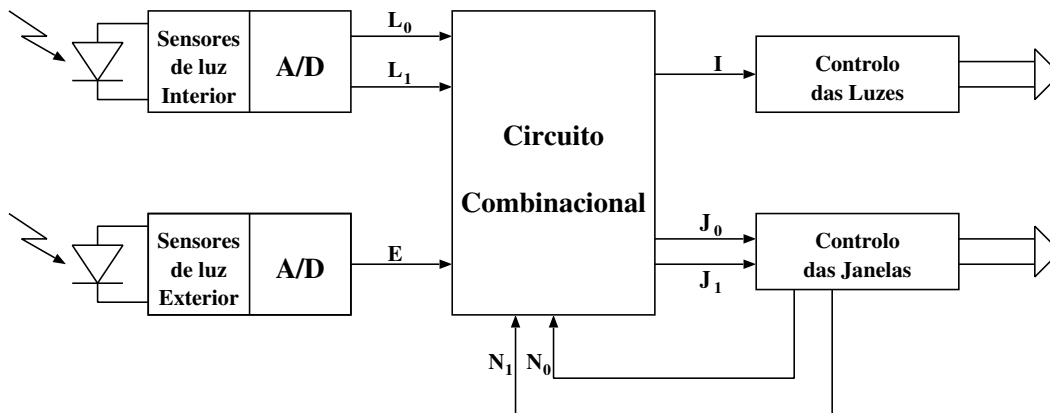
$L_1$	$L_0$	Significado	$N_1$	$N_0$	Significado
0	0	Escuridão	0	0	Janelas Fechadas
0	1	Luz Insuficiente	0	1	Metade das Janelas Abertas
1	0	Nível Adequado	1	0	Janelas Todas Abertas
1	1	_____	0	0	_____

$E$	Significado
0	Escuro
1	Claro

- Saídas:

- $I$ , que vai accionar mecanismos que desencadeiam o acender ou apagar da luz artificial do edifício;
- $J_1 J_0$ , que representam o número de janelas do edifício que permitem a passagem de luz.

$J_1$	$J_0$	Significado	$I$	Significado
0	0	Janelas Fechadas	0	Luzes Apagadas
0	1	Metade das Janelas Fechadas	1	Luzes Acesas
1	0	_____		
1	1	Janelas Todas Abertas		



Devem-se ter em consideração as seguintes regras na concepção do circuito combi-

- Prioridade das acções a desenvolver quando há luz exterior:
  - (a) Abrir metade das janelas
  - (b) Abrir todas as janelas
  - (c) Ligar a luz artificial e fechar janelas



Nesta situação, deve-se também ter em conta, que quando o nível de luminosidade é adequado, o sistema deve permanecer na situação em que está, para não se originarem situações de instabilidade no sistema.

- Quando há falta de luz exterior devem-se fechar as janelas e ligar a luz artificial.

*Nota:* Todas as situações não especificadas no enunciado devem ser resolvidas usando o bom senso do projectista.

- Desenvolva uma tabela de verdade, em que se especifique uma solução para o circuito combinacional.
- Projecte um circuito optimizado do ponto de vista de Algebra de Boole.
- Projecte um circuito em que apenas são utilizadas portas lógicas “NAND” e “NOT”.
- Projecte um circuito *Conversor de Código* (cascata de Descodificador com Codificador), utilizando descodificadores do tipo ‘139 ou ‘155 e ‘138 para o descodificador, e portas lógicas “NAND” para o codificador.

23. Considere um número  $x$  representado em BCD-X3. Projecte um circuito minimizado em termos de algebra de Boole que dado o número  $x$ , resulte num número  $y$  representado em complemento para 2 que é dado pela expressão  $y = 3 - INT(2 * \sqrt{x})$ , em que  $INT(a)$  resulta na parte inteira de  $a$ .

0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	1	2
0	1	0	1	3
0	1	1	1	4
1	0	0	0	5
1	0	0	1	6
1	0	1	1	7
1	1	0	1	8
1	1	1	1	9

24. Considere um número  $x$  representado em código BCD-5211 (ver tabela ao lado). Projecte um circuito minimizado em termos de algebra de Boole que dado o número  $x$ , resulte a variável  $Y$  que é igual a 1 quando  $x$  for par.

0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	1	0	4
1	0	0	1	5
1	1	0	0	6
1	1	0	1	7
1	1	1	0	8
1	1	1	1	9

25. Considere um número  $x$  representado num código BCD-4221 (ver tabela ao lado). Projecte um circuito minimizado em termos de algebra de Boole que dado o número  $x$ , resulte um número  $y = 3 - INT(\frac{2}{3} * x)$ , representado em complemento para 2.

26. Considere um número  $x$  representado em BCD X-3. Projecte um circuito combinacional minimizado em termos de algebra de Boole de que resulte um número  $y$  que seja o resultado da operação  $y = INT(\sqrt{x}) + 4$  representado em:
- (a) BCD X-3
  - (b) BCD2421
27. Considere um número inteiro  $x$  representado em complemento para 2 por três bits. Projecte um circuito conversor de código (descodificador seguido de codificador) de que resulte:
- (a)  $z = 1$  se e só se  $|x| > 2$ ;
  - (b)  $y = 1$  se e só se  $x$  for par;
  - (c)  $w = 0$  se e só se  $x < 2$ ;
28. Considere um número  $x$  de de 4 bits representado em complemento para 2.
- (a) Projecte um circuito combinacional simplificado de que resulte  $Y = 1$  se e só se o módulo de  $x$  for potência de 3 ou 4.
  - (b) Projecte um circuito combinacional simplificado de que resulte  $Z = 1$  se e só se o módulo de  $x$  for múltiplo de 5 ou potência de 5.
29. Projecte um circuito combinacional minimizado em termos de algebra de Boole de que resulte um número  $y$  representado em BCD X-3 e que seja o resultado da operação:  $y = INT(2x/3) + 2$ . Considere que o número  $x$  é representado em:
- (a) BCD842-1
  - (b) BCD542-1
30. Considere um número  $x$  representado em BCD X-3. Projecte um circuito conversor de código (descodificador seguido de codificador) de que resulte  $y = INT(x/2) - 1$  em que  $y$  é representado em complemento 2.

1. Projecte uma unidade aritmética que dados os números de quatro bits  $a$  e  $b$  representados em complemento para 2 resulte:

(a) o número de quatro bits  $c$  representado em complemento para 2 tal que:

$$f = \begin{cases} a - b & \text{Se } S = 0 \\ -a + b & \text{Se } S = 1 \end{cases}$$

(b) as “flags” “overflow”  $X$  e zero  $Z$ .

(c) a flag  $M$  que simboliza que o resultado pertence ao intervalo  $-4 \leq f \leq 3$

2. Projecte uma unidade aritmética que que dados os números de quatro bits  $a$  e  $b$  representados em complemento para 2 resulte o número de quatro bits  $c$  representado em complemento para 2 conforme a tabela ao lado.

$S_1$	$S_0$	$c$
0	0	$a + b$
0	1	$a - b$
1	0	$b$
1	1	$-b$

3. Projecte uma unidade aritmética que dado um número inteiro  $a$  de 4 bits (varia de 0 a 15), resulte um número  $x$  representado em complemento para 2, tal que:

$$x = \begin{cases} a - 7 & \text{Se } \mathbf{0 \leq a \leq 7} \\ a - 15 & \text{Se } \mathbf{8 \leq a \leq 15} \end{cases}$$

4. Projecte uma unidade aritmética que que dados os números de quatro bits  $a$  e  $b$  representados em complemento para 2 resulte o número de quatro bits  $c$  representado em complemento para 2 conforme a tabela ao lado.

$S_1$	$S_0$	$c$
0	0	$a + b$
0	1	$b$
1	0	$a + 2$
1	1	$2$

5. Considere um número  $x$  de 4 bits, representado em complemento para dois. Pretende-se obter  $y$ , também representado em complemento para dois, tal que:

$$y = \begin{cases} x + 4 & \text{Se } \mathbf{-4 \leq x \leq 3} \\ x & \text{c.c.} \end{cases}$$

Projecte o circuito usando um somador de números de quatro bits.

1. Para a arquitectura estudada nas aulas práticas, projecte um controlador que estabeleça o seguinte procedimento:

$$(\mathbf{R}_0) \leftarrow (\mathbf{R}_1) - (\mathbf{R}_2)$$

2. Para a arquitectura estudada nas aulas práticas, projecte um controlador que estabeleça o seguinte procedimento:

$$(\mathbf{R}_0) \leftarrow 2 \times (\mathbf{R}_1) - (\mathbf{R}_2)$$

se não houver “overflow” em nenhuma das operações aritméticas. Caso haja, fazer  $(\mathbf{R}_0) = 0$

3. Para a arquitectura estudada nas aulas práticas, projecte um controlador que estabeleça o seguinte procedimento:

(a) Repetir a operação  $(\mathbf{Input}) - (\mathbf{R}_i) \rightarrow (\mathbf{R}_i)$ , enquanto der resultado positivo. Caso contrário, parar o procedimento.

(b) Repetir a operação  $(\mathbf{R}_i) - (\mathbf{Input}) \rightarrow (\mathbf{R}_i)$ , enquanto der resultado negativo. Caso contrário, parar o procedimento.

(c)  $(\mathbf{Input}) \rightarrow (\mathbf{R}_2)$ ;  
 $(\mathbf{Input}) \rightarrow (\mathbf{R}_3)$ ;  
 $-(\mathbf{R}_2) - (\mathbf{R}_3) \rightarrow (\mathbf{Acc})$

(d)  $(\mathbf{Input}_1) \rightarrow (\mathbf{R}_2)$ ;  
 $(\mathbf{Input}_1) - (\mathbf{Input}_2) \rightarrow (\mathbf{R}_0)$ ;  
 $-(\mathbf{R}_2) - 2 \times (\mathbf{R}_0) \rightarrow (\mathbf{Acc})$

4. Para a arquitectura estudada nas aulas práticas, projecte um controlador que estabeleça o seguinte procedimento:

$$\text{Se: } \begin{cases} (\mathbf{R}_1) - (\mathbf{R}_2) < 0 & \Rightarrow \text{trocar } (\mathbf{R}_3) \text{ com } (\mathbf{R}_0) \ ((\mathbf{R}_3) \leftrightarrow (\mathbf{R}_0)) \\ (\mathbf{R}_1) - (\mathbf{R}_2) \geq 0 & \Rightarrow \text{fazer } (\mathbf{R}_3) = (\mathbf{R}_2) + (\mathbf{R}_0) \end{cases}$$

5. Para a arquitectura estudada nas aulas práticas, projecte um controlador que estabeleça o seguinte procedimento:

$$\text{Se: } \begin{cases} 2 \times (\mathbf{R}_3) = (\mathbf{R}_0) & \Rightarrow \text{trocar } (\mathbf{R}_3) \text{ com } (\mathbf{R}_0) \ ((\mathbf{R}_3) \leftrightarrow (\mathbf{R}_0)) \\ 2 \times (\mathbf{R}_3) > (\mathbf{R}_0) & \Rightarrow \text{fazer } (\mathbf{R}_3) \leftarrow (\mathbf{R}_0) + (\mathbf{R}_0) \\ 2 \times (\mathbf{R}_3) < (\mathbf{R}_0) & \Rightarrow \text{fazer } (\mathbf{R}_0) \leftarrow (\mathbf{R}_3) + (\mathbf{R}_0) \end{cases}$$

6. Para a arquitectura da figura, desene o fluxo-grama de um controlador que faça a operação  $R_3 = 2R_0 - R_1$  se não houver “overflow” em nenhuma operação. Caso exista “overflow” em alguma operação, colocar todos os registros com valor “0”.

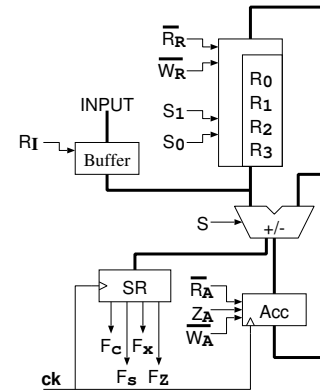


Figura 1. Arquitectura.

7. Para a arquitectura da figura 1 foi desenvolvido o controlador da figura 2.

- (a) Qual a operação realizada pelo controlador da figura 2 sabendo que  $F_S$  representa o sinal do número contido no registro **Acc**.
- (b) Como se pode obter  $F_S$ ?
- (c) O controlador da figura não gera a variável  $W_\beta$ . Onde deve ser ligado  $W_\beta$ ?

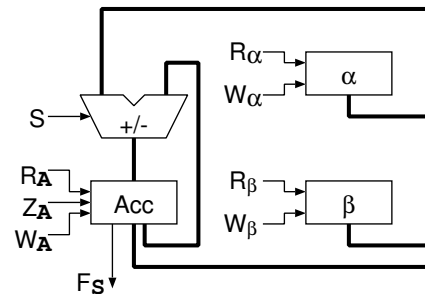


Figura 2

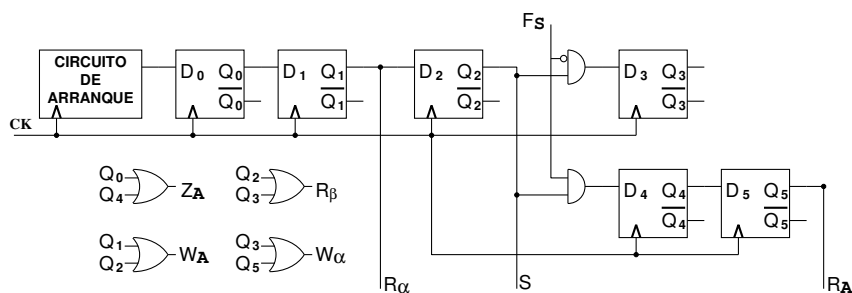


Figura 3

8. Para a arquitectura da figura ao lado, desenvolva um controlador (fluxograma e circuito com um flip-flop por estado) que faça a operação:

$$\alpha = \begin{cases} 2 * \alpha - \beta & \text{Se } \alpha \geq \frac{\beta}{2} \\ 0 & \text{c.c.} \end{cases}$$

considerando que o registo **SR** (“Status Register”) contem as “flags” **F<sub>X</sub>** (“overflow”) e **F<sub>S</sub>** (sinal). Se existir “Overflow” em alguma operação aritmética, os registos devem ser todos colocados a zero.

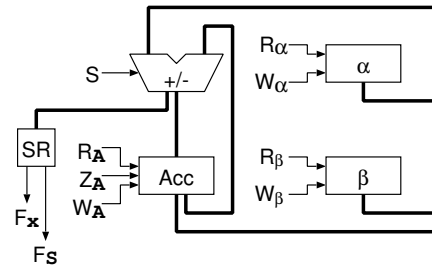


Figura 4

1. Para os circuitos das figuras obtenha um fluxograma representativo do funcionamento do circuito. Considere que inicialmente a entrada **INIC** foi colocada a nível baixo (0 lógico).

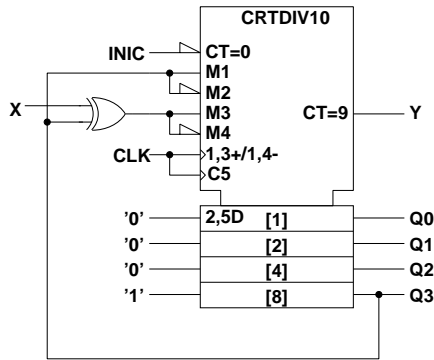


Figura a)

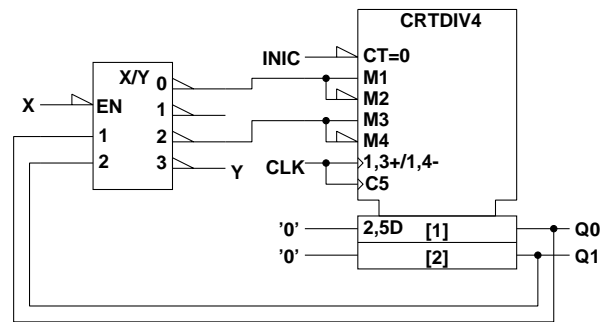


Figura b)

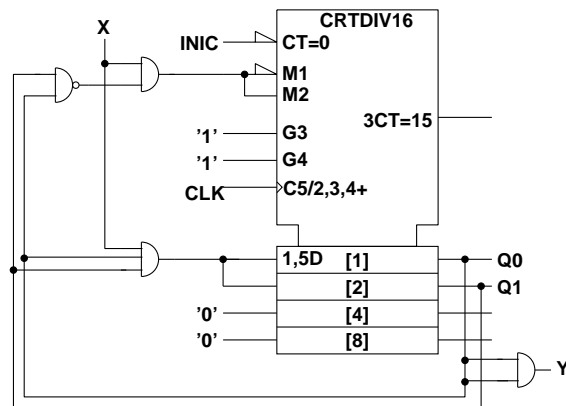


Figura c)

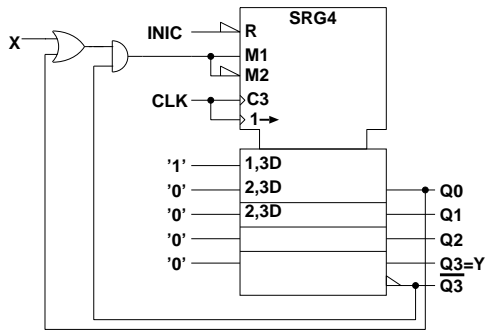


Figura d)

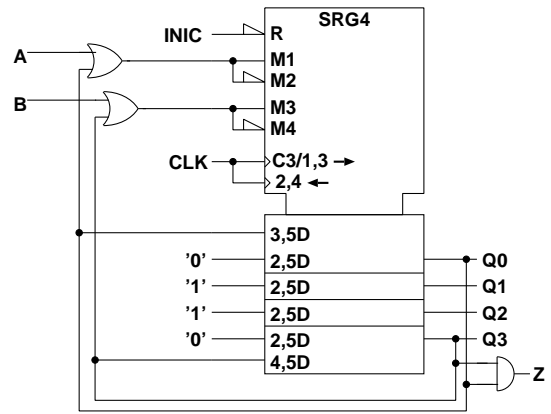
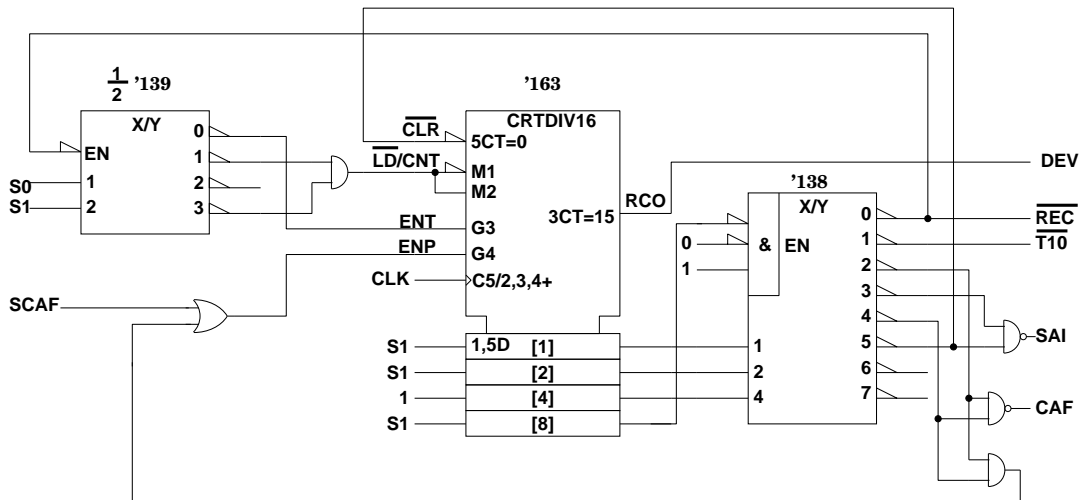


Figura e)

2. Para o circuito da figura obtenha um fluxograma representativo do funcionamento do circuito.





1. Na figura 1 é apresentado um circuito de memória.
  - (a) Classifique os circuitos relativamente ao tipo de memória. Qual a sua capacidade de armazenamento?
  - (b) Quais os endereços ocupados pelos circuitos de memória?
2. Na figura 2 está representado um circuito de memória incompleto.
  - (a) Classifique os circuitos relativamente ao tipo de memória. Qual a sua capacidade de armazenamento?
  - (b) Ligue as entradas e saídas do decodificador adequadamente, de forma a que as memórias fiquem respectivamente com os endereços: M0, M1: 2000H-23FFH e M2: 3C00H-3FFFH
3. Considere o circuito da figura 3.
  - (a) Caracterize os circuitos de memória representados no circuito.
  - (b) Obtenha um mapa de endereços para este circuito de memória.
4. Num sistema com barramentos de dados e de endereços de 16 linhas, pretende-se criar uma zona de memória ROM e uma zona de memória RAM.

A zona de memória ROM tem 4K palavras e encontra-se nas posições correspondentes aos endereços mais baixos do mapa de memória do sistema. Para implementar esta zona estão disponíveis circuitos integrados ROM com uma organização interna de  $2K \times 16$  com entrada de selecção activa no nível baixo ( $\overline{CS}$ ).

A zona de memória RAM tem 2K palavras e encontra-se nas posições correspondentes aos endereços imediatamente acima do meio do mapa de memória do sistema. Para implementar esta zona estão disponíveis circuitos integrados RAM com uma organização interna de 1Kbyte com entrada de selecção activa no nível baixo ( $\overline{CS}$ ).

Considere que as eventuais entradas de habilitação de saída e de escrita dos circuitos integrados de memória são activas no nível baixo.

  - (a) Quantos circuitos integrados ROM e RAM são necessários para implementar os blocos de memória acima referidos?
  - (b) Desenhe um diagrama lógico que represente a ligação dos circuitos integrados ROM e RAM aos barramentos de dados e de endereços, e às linhas de controlo ( $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$ ) do sistema.
  - (c) Desenhe um circuito de decodificação para a selecção dos vários circuitos integrados de memória.

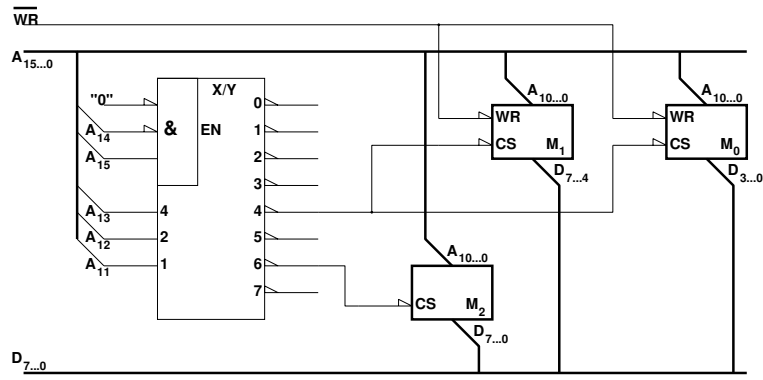


Figura 1

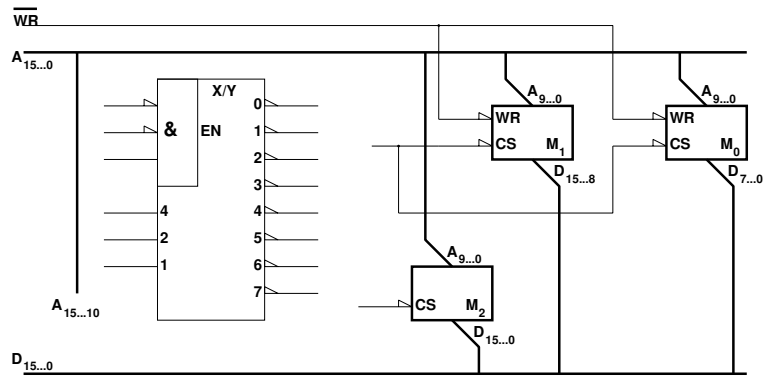


Figura 2

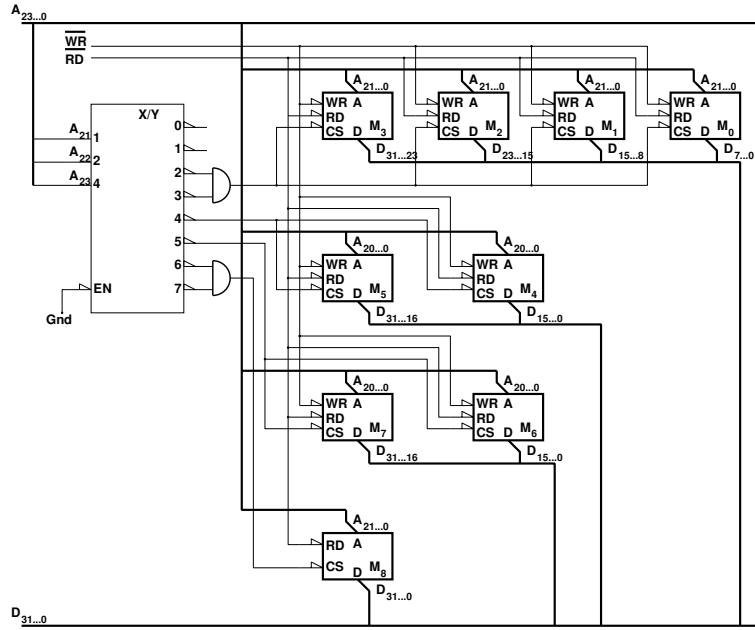


Figura 3

1. Considere um número  $x$  representado em BCD-X3. Projecte um circuito usando a PAL da figura 1 que dado o número  $x$ , resulte num número  $y$  representado em complemento para 2 que é dado pela expressão  $y = 3 - INT(2 * \sqrt{(x)})$ .
2. Projecte o circuito do problema 4 da série 3 usando a PLA da figura 2.
3. Considere um número  $x$  representado num código BCD-4221. Projecte um circuito em que dado o número  $x$ , resulte um número  $y = 3 - INT(\frac{2}{3} * x)$ , representado em complemento para 2. Desenhe o circuito usando a PLA da figura 2.

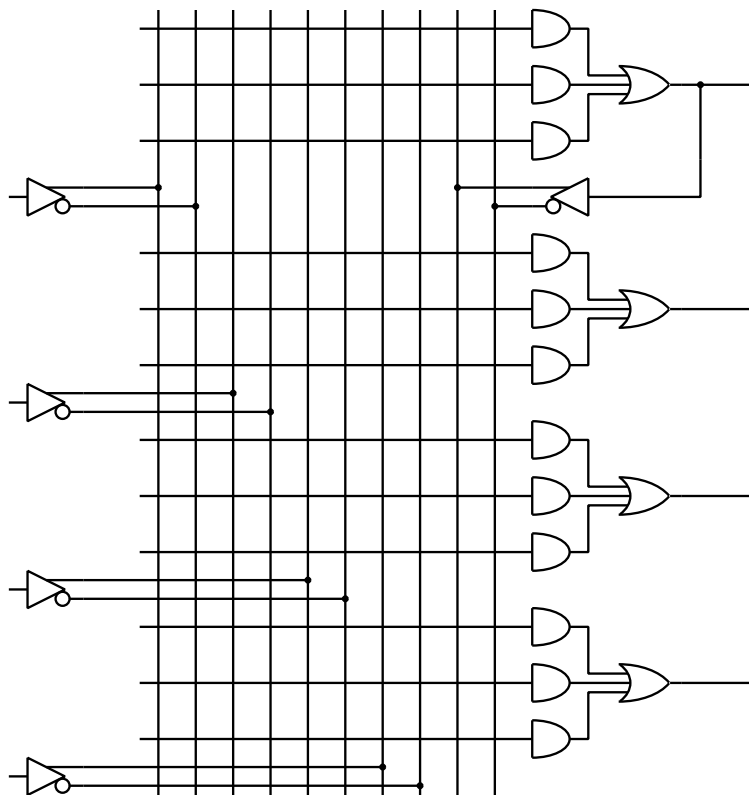


Figura 1

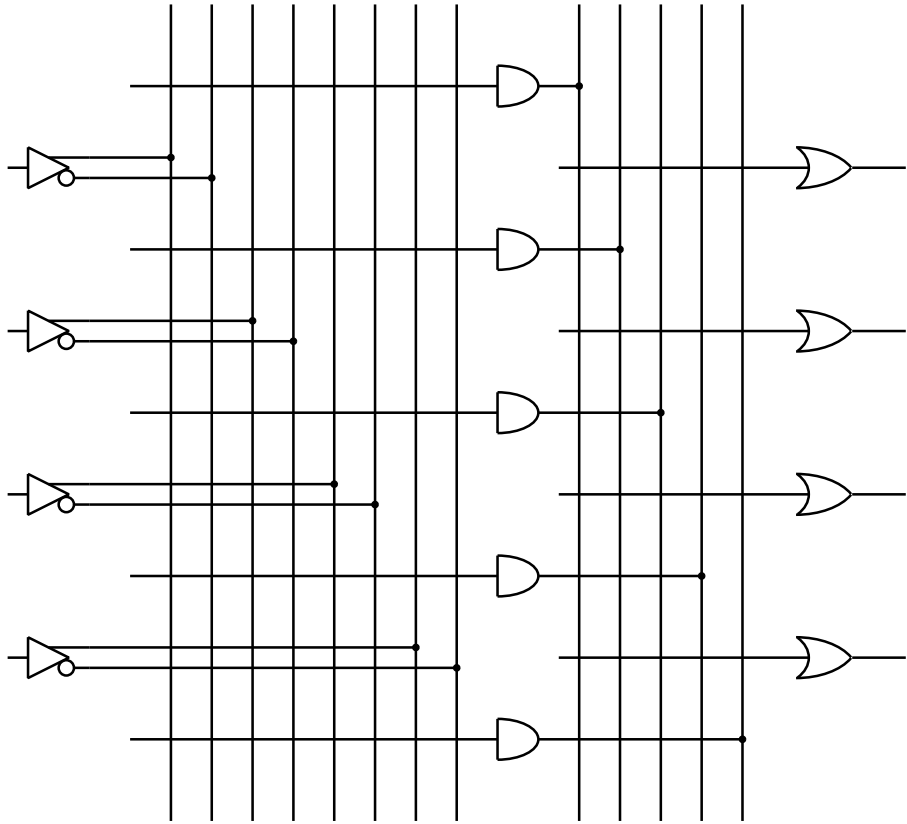


Figura 2

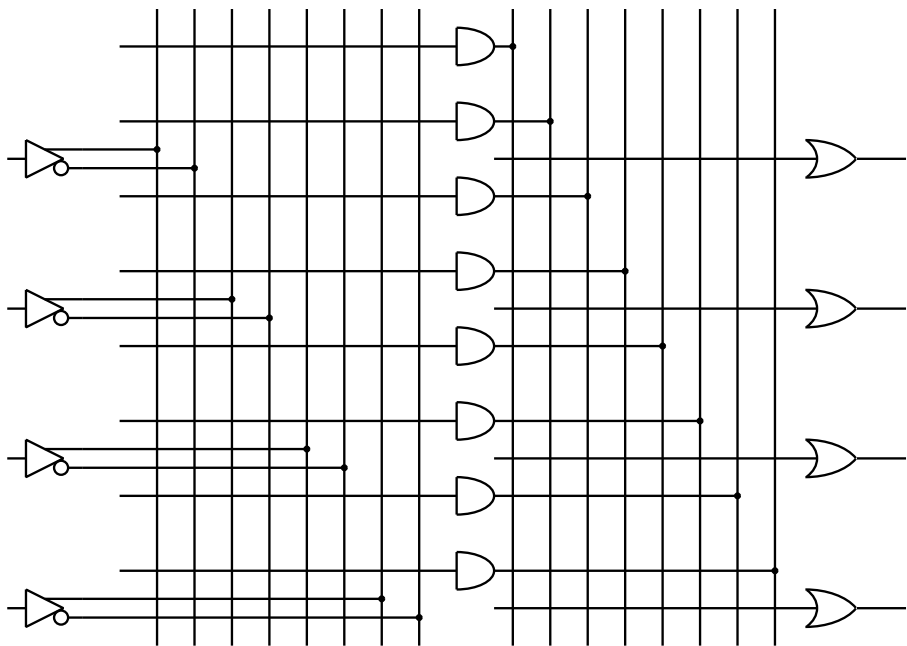


Figura 3

*Resolva os problemas usando a linguagem assembly estudada nas aulas.*

1. Escreva um programa que faça a operação  $R_0 = R_{20} + R_1$ .
2. Escreva um programa que faça a operação  $R_{10} = 2 \times R_{21} - R_{13}$ . Tente escreve-lo sem usar a operação de adição (ADD).
3. Escreva um programa que complemente todos os bits da palavra contida na posição de memória \$CE e escreva o resultado na posição de memória \$CF.
4. Escreva um programa que some os números contidos nas posição de memória \$CD e \$CE e escreva o resultado na posição de memória \$CF.
5. Escreva um programa que separe os dois “nibbles” do byte contido na posição de memória \$CD. Considere que este byte contem dois números BCD, cada um em seu “nibble” (“packed” BCD). Os dois números devem ser escritos (cada “nibble”) nas posições de memória \$CE (menos significativo) e \$CF (mais significativo). *Nota:* O “nibble” mais significativo deve ser escrito encostado à direita, sendo os quatro bits mais significativos colocados a 0.
6. Escreva um programa que subtraia o número de 2 bytes contido nos registos  $R_{21}R_{20}$  com o contido nos registos  $R_{11}R_{10}$  e guarde o resultado nos registos  $R_{21}R_{20}$ .
7. As posições de memória \$C5 e \$CA contêm dois números com sinal. Escreva um programa que coloque no registo  $R_0$ :
  - (a) O maior dos dois números.
  - (b) O menor dos dois números.
8. Considere que na posição de memória \$B0 começa uma série de números. A primeira posição contem o número  $N$  de números da série, seguido de  $N$  posições com os  $N$  números. Escreva um programa que escreva no registo  $R_7$  a soma da série de números. Não considere a existência de “overflows”.
9. Considere que na posição de memória \$B0 começa uma “string” de caracteres ASCII que se encontra em posições de memória sucessivas e que termina com o caracter NULL (00). Escreva um programa que conte o número de vezes que aparece o caracter que representa o espaço em branco (\$20) e escreva o resultado no registo  $R_3$ .
10. Considere que na posição de memória \$B0 começa uma “string” de caracteres ASCII que se encontra em posições de memória sucessivas e que termina com o caracter NULL (00). Escreva um programa que transforme todos os caracteres que representem letras minúsculas em maiúsculas.

11. Escreva um programa que controle a passagem numa passadeira através de semáforos. Assim, quando um peão carrega num interruptor os semáforos devem fazer a seguinte sequência:

$$\left\{ \begin{array}{l} Veic_{Verde} \\ Peão_{Vermelho} \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} Veic_{Amarelo} \\ Peão_{Vermelho} \end{array} \right. \xrightarrow{3seg.} \left\{ \begin{array}{l} Veic_{Vermelho} \\ Peão_{Verde} \end{array} \right. \xrightarrow{8seg.} \left\{ \begin{array}{l} Veic_{Vermelho} \\ Peão_{Verde} \end{array} \right. \xrightarrow{2seg.} \left\{ \begin{array}{l} Veic_{Verde} \\ Peão_{Vermelho} \end{array} \right.$$

Considere que tem ao seu dispor uma rotina ATRASO1 que origina um atraso de 1 segundo. O interruptor deve ser lido no bit mais significativo do Porto B. No mesmo porto devem ser definidas as cores do semáforo acesas em cada momento. Assim, do bit 4 para o bit menos significativo do Porto B estão ligados os seguintes semáforos (nível lógico 1 acende o semáforo respectivo):

$$PB_4PB_3PB_2PB_1PB_0 = Veic_{Vermelho}Veic_{Amarelo}Veic_{Verde}Peão_{Vermelho}Peão_{Verde}$$

12. Escreva um programa que dadas duas entradas  $S_1S_0$  resulte em duas saídas que originam o acender de uma de quatro luzes  $L_i$  (nível lógico 1) segundo a tabela ao lado. Considere que as entradas e as saídas se encontram ligadas ao Porto B da seguinte forma:

$S_1$	$S_0$	$L_3$	$L_2$	$L_1$	$L_0$
0	0	OFF	OFF	OFF	ON
0	1	OFF	OFF	ON	OFF
1	0	OFF	ON	OFF	OFF
1	1	ON	OFF	OFF	OFF

$$PortB = S_1S_0 - -L_3L_2L_1L_0$$

13. Escreva um programa que dadas três entradas  $S_2S_1S_0$  resulte em duas saídas que originam o acender de duas luzes  $L_1L_0$  (no nível lógico 1) segundo a tabela ao lado. Considere que as entradas e as saídas se encontram ligadas ao Porto B da seguinte forma:

$S_2$	$S_1$	$S_0$	$L_1$	$L_0$
0	0	0	OFF	OFF
0	0	1	OFF	ON
0	1	-	ON	OFF
1	-	-	ON	ON

$$PortB = S_2S_1S_0 - - - L_1L_0$$

14. Considere um sistema baseado no microcontrolador da Atmel AT90S2313 destinado a controlar a temperatura de um determinado local. O sistema usa o porto B do microcontrolador para as operações de entrada e saída. Assim, os dois bits menos significativos deste porto estão ligados a um sistema sensor de temperatura que especifica se a temperatura local esta dentro do intervalo pretendido, mais quente, ou mais frio (como traduz a tabela ao lado). Além disso, o porto mais significativo do porto B está ligado a um sistema de aquecimento (activado com nível lógico 1) e o segundo porto mais significativo do porto B a um sistema de arrefecimento (activado com nível lógico 0). Faça um programa em assembly que controle este sistema de forma a que a temperatura no local referido esteja no intervalo pretendido.

PB <sub>1</sub>	PB <sub>0</sub>	Temperatura Relativa
0	1	Baixa
0	0	Adequada
1	0	Alta

15. Para um sistema baseado no microcontrolador da Atmel AT90S2313 escreva uma *Rotina* na linguagem “assembly” estudada, que leia 20 vezes o porto B do sistema e que conte o número de vezes que esse porto tem o valor 85. O resultado deve ser devolvido no registo  $R_0$  e todos os outros registos devem retornar com o valor que continham quando a rotina foi chamada.
16. Escreva uma rotina em código “assembly” do microcontrolador da Atmel AT90S2313 que dado dois números representados em ASCII, devolve o resultado da sua soma também representada em ASCII. Os dois números encontram-se nos registos  $R_0$  e  $R_1$  e o resultado da soma deve ser colocado no par de registos  $R_3, R_2$ .
17. Escreva um programa em linguagem assembly que controle os semáforos do cruzamento da figura ao lado, sabendo que todos as vias devem ter uma sequência de 10 segundos no verde seguidos de 2 segundos no amarelo, com os outros semáforos no vermelho. Depois dessa sequência deve ficar com o semáforo vermelho enquanto se cumprem as mesmas sequências para os outros dois semáforos. Considere ainda a existência de uma rotina **TMPRZ** que leva  $x$  segundos a executar, sendo  $x$  o número contido no registo **R<sub>0</sub>**.

Os semáforos são acendidos através do Porto B, da seguinte forma:

Porto B 

R	Y	G			$S_1$	$S_0$
---	---	---	--	--	-------	-------

sendo o semáforo 1, 2 ou 3, seleccionado consoante o valor numérico contido em  $S_1S_0$ , e em que o vermelho, o amarelo ou o verde são accionados respectivamente colocando R, Y ou G a um lógico.

